

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

---

# ДОКЛАДЫ ТСХА

Выпуск 291

(Часть II)

Москва  
Издательство РГАУ-МСХА  
2019

УДК 63(051.2)  
ББК 40

**Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 291. Ч. II.** М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2019.  
674 с.

В сборник включены статьи по материалам докладов ученых РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, других вузов и научно-исследовательских учреждений на Международной научной конференции, посвященной 175-летию К.А. Тимирязева, которая проходила 6-8 декабря 2018 года. Материалы представлены по актуальным проблемам плодоводства, селекции и семеноводству садовых культур, декоративного растениеводства, процессов и машин в агробизнесе, энергетическим системам в АПК, инновационным направлениям развития системы технического сервиса в АПК, управлению качеством и метрологическому обеспечению в производственно-технологических системах АПК, эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов.

Ответственность за содержание публикаций несет авторский коллектив.

Сборник предназначен для студентов бакалавриата, магистратуры, аспирантов, преподавателей, научных работников, специалистов сельскохозяйственного производства.

*Редакционная коллегия:*

Начальник управления научной деятельности **В.Г. Борулько**, инженер  
**В.С. Бобер**, доцент **С.Ю. Лебедева**, доцент **А.А. Манохина**

ISBN 978-5-9675-1723-5

© Коллектив авторов, 2019  
© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА  
имени К. А. Тимирязева, 2019  
© Издательство РГАУ-МСХА, 2019

УДК 631.371:621.311

**ПЕРСПЕКТИВА СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАКТОРА**

*Дидманидзе Отари Назирович, и.о. заведующего кафедрой автомобильного транспорта, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Гузалов Артёмбек Сергеевич, аспирант кафедры автомобильного транспорта, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** В данной статье рассмотрено состояние машино-тракторного парка, а также направления развития инновационных решений в отрасли сельского хозяйства, направленные на разработку мобильных электроагрегатов (МЭА). В работе затронуты проблемы направленные на экологическую безопасность, в частности уменьшение загрязнения окружающей среды и даже полное исключение вредных выбросов выхлопных, таких как  $CO_2$ . В статье представлены опыт зарубежных и отечественных производителей при создании электротрактора и показаны перспективы применения электрического двигателя трактора тягового класса 1,4 Беларусь «МТЗ-920».

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, сельское хозяйство, технологический процесс, ресурсосбережение, производительность, надежность, товаросельхозпроизводитель.

В сложившихся условиях ограниченности ресурсов производители сельскохозяйственной техники продолжают смотреть на совершенствование силовых установок, как на вариант использование дизельно-электрических гибридов и полностью электрических силовых установок.

Повышение эффективности тягово-транспортных средств (ТТС) и машинно-тракторных агрегатов (МТА) напрямую связано с эффективностью функционирования силового агрегата. Выполнение ездовых циклов движения, технологических и сельскохозяйственных операций связано с преодолением значительных нагрузок колебательного характера. Именно в этих, неустановившихся режимах работы двигателя происходит перерасход топлива и выделяется значительное количество вредных выбросов [1].

Одним из основных вариантов решения данной проблемы предлагается использование электрической силовой установки на тягово-транспортных средствах работающих на электрических накопителях энергии, т.е. на аккумуляторных батареях и суперконденсаторах.

Переход на электрические двигатели со сниженными выбросами  $CO_2$  становится все более популярным во многих областях, и сельское хозяйство не исключение. С электрификацией сельскохозяйственных машин постепенно уходят в прошлое такие расходные материалы, как моторное масло и дизельное топливо, и значительно

снижаются затраты на техобслуживание из-за оснащённости простотой конструкции электротрактора, и как следствие более низкой стоимости запчастей, если сравнивать с текущими ценами на запасные части для тракторов с традиционной силовой передачей [2]. Первая попытка создать электротрактор в СССР была осуществлена в 1928 проф. Дидебулидзе и проф. Амираджиби. На колёсном тракторном шасси был установлен электродвигатель переменного тока напряжением 220 В, мощностью 14,5 кВт с подачей напряжения от сети к электродвигателю через гибкий кабель дл. 200 - 250 м., наматываемый на барабан. Эта конструкция электротрактора оказалась неработоспособной вследствие своего технического несовершенства [3]. Первый работоспособный электротрактор под маркой ВИМЭ-2 появился в 1937. Эта конструкция была создана также на базе трактора ЧТЗ-60, у которого двигатель внутреннего сгорания был заменён электрическим двигателем трехфазного тока мощностью 48 кВт на рабочее напряжение 500 В. Над электродвигателем был установлен кабельный барабан, вмещающий 750 м гибкого кабеля с резиновой изоляцией. В течение 8 лет машины выработали в переводе на пахоту свыше 8000 га. Положительными результатами работы электротракторов ВИМЭ-2 была доказана техническая возможность практического использования электротяговых машин типа трактора на полевых с.-х. работах с применением кабельного способа питания. Основные преимущества электротрактора по сравнению с трактором с тепловым двигателем следующие: хорошие тяговые свойства и надёжность работы тягового электродвигателя; простота технического обслуживания и лёгкость пуска, экономия времени и рабочей силы из-за ненужности подвоза, а также заправки горючим и водой. Недостатки электротрактора по сравнению с дизельными тракторами следующие: большие начальные капиталовложения; несколько меньшая маневренная способность из-за кабеля; недостаточная в настоящее время долговечность работы питательного кабеля, а также его высокая стоимость по отношению к стоимости всего электротрактора, в необходимости в тракторе с тепловым двигателем для перевозки электротракторных агрегатов с участка на участок вне полевых электрических сетей; повышенный вес электротрактора по сравнению с трактором на 1-2 т, вызванный весом конструкции барабанной группы, электропривода для намотки кабеля и большого количества роликов, необходимых для направления кабеля на барабан [3]. В настоящее время перед сельхозмашиностроением стоит вопрос о возможности перехода на другие альтернативные виды топлива, с целью экологизации и снижению затрат на ГСМ. Несмотря на трудности, сельхозмашиностроители продолжают совершенствование силовых установок, и как варианты рассматривают использование полностью электрических силовых установок, которые устанавливаются на самоходные с/х машины. Таким образом, в настоящее время актуальными являются исследования, посвящённые обоснованию эксплуатационных параметров тракторов, эксплуатируемых на двигателе с применением электрической силовой установки на технико-экономическую оценку при работе технологических процессов. За рубежом производители на крупных международных выставках автономных и электрических тракторов, не требующих участия водителя в обработке полей, привлекли широкое внимание сельхозпроизводителей [4]. Одной из представленных недавно подобных разработок стал концепт агрегата крупнейшего в мире производителя сельхозтехники John Deere, который представил прототип трактора на электротяге. Оснащённая батареями на 130

кВт\*ч модель SESAM, использующий только электротягу – вместо дизельного мотора под капотом установлены аккумуляторные блоки на 130 кВт\*ч и два электродвигателя по 150 кВт. В отличие от своих дизельных собратьев трактор практически не издает шума. Также, модель на электротяге проще ремонтировать, так как в ней меньше деталей. Кроме того, фермеры смогут сэкономить на топливе. В настоящее время полный заряд батареи обеспечивает работу на протяжении около 4-х часов в нормальных условиях эксплуатации или запас хода около 55 км. Время его зарядки длится приблизительно 3 часа. Продолжительность жизни батареи составляет около 3100 циклов. Корпорация AGCO, международный производитель сельскохозяйственной техники, представляет свой первый электроприводной трактор Fendt e100 Vario. Энергоэффективная модель, оснащённая электрическим двигателем и мощной литий-ионной батареей, идеально подойдет для выполнения самых разных задач. Модель оснащается электродвигателем мощностью 50 кВт и литий-ионной аккумуляторной батареей емкостью около 100 кВт\*ч и напряжением 650 Вольт. Аккумулятор подзаряжается до 80% через стандартный разъем CCS типа 2 всего лишь за 40 минут. Среди наиболее популярных моделей таких агрегатов стоит отметить вариант украинского производства ХТЗ «Edison». Он отличается мощностью в 40 л. с., имеет задний привод и батареи в 24 кВт. ХТЗ Edison разработан совместно с компанией «АвтоЕнтерпрайз» на базе серийного ХТЗ-3512 и на сегодняшний день не имеет аналогов в мире. Для полной зарядки аккумуляторов необходимо от 2 до 4 часов от зарядного устройства и от 8 до 10 часов от электросети 220 В. В режиме движения электротрактор «Edison» сможет работать до 8 часов, если тяговая установка будет задействоваться дополнительными нагрузками – то заряда батарей хватит до 4 часов работы. Проанализировав текущее состояние машино-тракторного парка по итогам последних лет, установлено, что в импорте поставляемых тракторов в Российскую Федерацию доля тракторов из Республики Беларусь составляет 95,7 процентов. Если ознакомиться со статистикой продаж, то станет очевидным, что наибольшую популярность на отечественном рынке по-прежнему имеют универсальные трактора тягового класса 1,4 «МТЗ-82.1» и его варианты, которые стали современным воплощением легендарного «МТЗ-80/82 Беларусь». Наряду с 82-м «Беларусом», набирает популярность и другая современная модель – «МТЗ-920». В МГАУ им. В.П. Горячкина на кафедре автомобильный транспорт был создан электротрактор на базе МТЗ-920, на котором установлены электрогенератор или система компенсации мощности с тяговым электродвигателем и накопителем электрической энергии. Источником энергии трактора является литий-ионные батареи емкостью 56 кВтч. Ток от блока батарей запитывает итальянский электродвигатель мощностью 60 кВт (81 л. с.), с коэффициентом запаса крутящего момента 15 % и максимальной величиной крутящего момента 250 Нм при 2200 об/мин (таблица). Рабочее напряжение двигателя 300В. В конструкции трактора сохранена синхронизированная коробка передач. Такой агрегат сможет быть в работе 4 часа. Для того чтобы полностью зарядить аккумуляторы понадобится 30 минут [5].

Одновременно с этим при использовании отечественного и зарубежного опыта в области электрических накопителей энергии в МТА становится возможным испытание и применение электрической силовой установки на данном тракторе, что позволит повысить коэффициент полезного действия передачи мощности к исполнительным органам, над чем проводятся исследования в данный момент.

**Характеристики электродвигателя**

Мощность, кВт (л.с.)	60 (81)
Номинальная частота вращения, об/мин	2200
Максимальный крутящий момент при 1400 об/мин, Н.м	250
Общее напряжение, В.	300
Коэффициент запаса крутящего момента, %	15

Выполнение технологических процессов в растениеводстве трактора оснащённого силовой электрической установкой должно обеспечить экономию нефтепродуктов, улучшение экологии, исключение токсичных выбросов, рациональное использование графика нагрузок энергосистемы в весенне-летний период, а также возможность автоматизации и совершенствования технологических процессов.

**Библиографический список**

1. Агро бизнес Интернет-журнал. Источник: <http://www.agbz.ru/articles/obzor-ryinka-traktorov--sostoyanie-parka-i-vneshnetorgovyiy-oborot>.
2. Дидманидзе, О.Н. Техническая эксплуатация автомобилей. Учеб / О.Н. Дидманидзе, А.А. Солнцев, С.А. Иванов, А.М. Карев, Е.П. Парлюк, Н.Н. Пуляев, Г.Е.Митягин / Под редакцией д-ра техн. наук проф., чл.-корр. РАН О.Н. Дидманидзе. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 564 с.
3. Masterok.LIVEJOURNAL. Интернет журнал.источник:<https://masterok.livejournal.com/4147654.html>
4. Иванов, С.А. Повышение эффективности тягово-транспортных средств при использовании накопителей энергии / С.А. Иванов // АВТОРЕФЕРАТ диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. МОСКВА – 2013.
5. Чекиева, Х.Р. Развитие сельского хозяйства в современных условиях / Х.Р. Чекиева, Х.С. Цадаева // Молодой ученый. – 2015. – №24. – С. 347-351. – URL <https://moluch.ru/archive/104/24509/> (дата обращения: 09.10.2018).

## ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОХЛАЖДАЮЩИХ СИСТЕМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТАНА В ГАЗОМОТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

*Дидманидзе Отари Назирович, и.о. заведующего кафедрой автомобильного транспорта, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Хакимов Рамиль Тагирович, доцент кафедры автомобиля, тракторы и технический сервис, ФГБОУ ВО СПбГАУ*

*Парлюк Екатерина Петровна, доцент кафедры управления, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Большаков Николай Александрович, аспирант кафедры автомобильного транспорта, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** В данной статье рассмотрены особенности конструкции и эффективность жидкостных радиаторов, какими методами рассчитываются и моделируются теплообменники разных типов, а также дальнейшие перспективы.

**Ключевые слова:** радиатор, система охлаждения, газовый двигатель, система смазки, система кондиционирования, теплообменники.

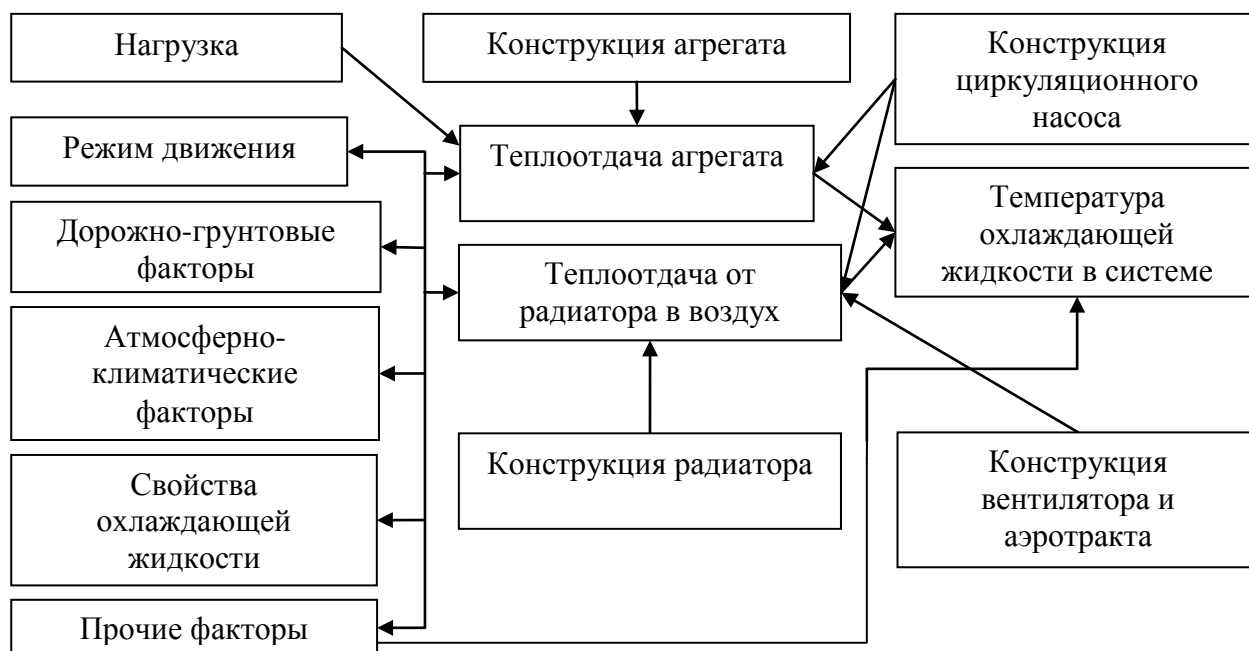
Система охлаждения за последнее десятилетие с точки зрения конструкции и применяемых материалов не сильно продвинулись вперед за исключением технологии пайки и сборки. Но на данном этапе этого и не требуется: конструкция механической части системы охлаждения всех устраивает, вернее, удовлетворяет, поскольку позволяет справиться со всеми возложенными на нее задачами [1, 2].

В целях анализа работоспособности охлаждающей системы газового двигателя необходимо проанализировать взаимосвязь потенциальных свойств данной системы, конструктивных особенностей, внешних факторов и эксплуатационных измерителей температурно-динамических характеристик. Данная структура представлена на рисунке 1, где наглядно проиллюстрирована взаимосвязь конструкции агрегата (газового двигателя) с теплообменным аппаратом (ТА) и влияние на него показателей работоспособности отдельных конструктивных элементов и дорожно-климатических факторов.

Для реализации поставленной цели также необходимо учитывать воздействие дорожных и климатических факторов на критерии температурно-динамических свойств.

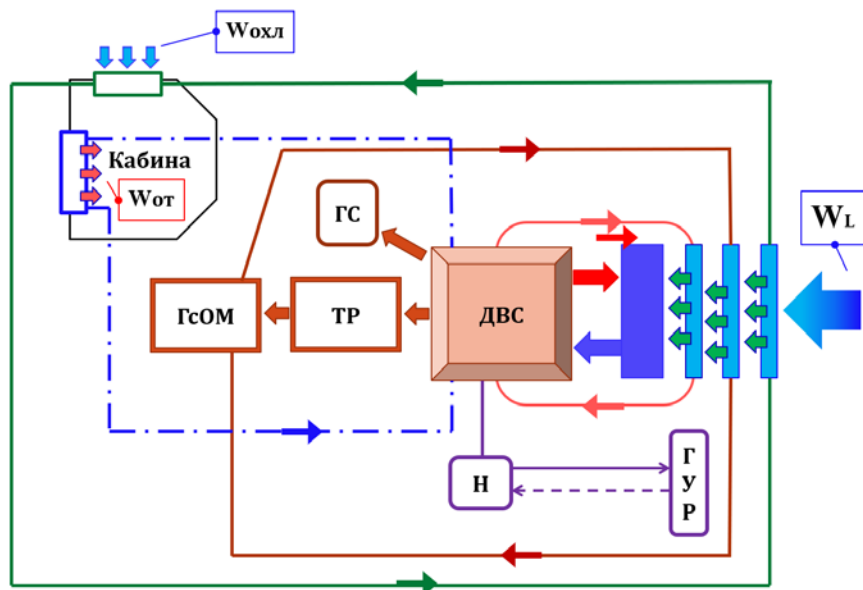
Как уже было отмечено выше, для обеспечения нормальной работы соответствующих функциональных систем необходимо создавать и соблюдать определённый температурный режим всех агрегатов и систем, как трансмиссии, так и двигателя. Это приводит к тому, что к контурам системы охлаждения двигателя добавляются дополнительные контуры охлаждения агрегатов силовой передачи, контуры охлаждения сервисных и вспомогательных устройств. Современное развитие автотракторной промышленности не предполагает увеличение наружных габаритов выпускаемой техники, что требует необходимости более плотной компоновки всех контуров систем охлаждения и ставит конструкторам задачу не только обеспечения

требуемой теплоотдачи от каждого контура систем охлаждения, но и создания конструкций с оптимальными габаритами и массовыми показателями.



**Рис. 1. Структурная схема взаимосвязи потенциальных свойств системы охлаждения, внешних факторов и эксплуатационных измерителей температурно-динамической характеристики**

В целях оптимизации работы охлаждающей системы газомоторной автотракторной техники предлагается использовать структурную схему источников теплоты и контуров охлаждения транспортного средства (ТС) с классической компоновкой агрегатов, которая представлена на рисунке 2.



**Рис. 2. Структурная схема блочной системы охлаждения:**  
 ДВС – двигатель; ТР – трансмиссия; ГС – гидростатическая трансмиссия;  
 ГсОМ – гидростатический отбор мощности



Из анализа схемы видно, что современный грузовой автомобиль или трактор является сложным многоконтурным источником теплоты, и очень трудно однозначно определить тепловое влияние функциональных систем друг на друга. В литературе, затрагивающей вопрос улучшения функционирования таких систем, можно различить два подхода:

а) создание принципиально новых компоновок систем охлаждения, к которым можно отнести работы, связанные с внедрением различных высокоэффективных теплообменников и созданием комплексного радиаторного блока для многоконтурной системы охлаждения;

б) анализ существующих компоновок систем охлаждения с целью создания рекомендаций по улучшению эффективности их работы.

Если первый подход к решению задачи требует существенных изменений конструкции автотранспортного средства, и его применение возможно только на начальной стадии создания техники, то второй подход допускает реконструкцию систем охлаждения, как на конечных этапах конструирования, так и в процессе эксплуатации.

Для реализации указанной цели предлагаем математическую модель тепловых процессов в теплообменнике при анализе работы блочной системы охлаждения в процессе эксплуатации ТС.

Температура рабочей среды (охлаждающей жидкости, смазочного масла и др.) или рабочих поверхностей деталей и механизмов является наиболее естественным критерием, широко применяемым при различного рода испытаниях и исследованиях. Критическая температура воздуха дает возможность ориентировочно прогнозировать природно-климатические условия, в которых может быть использован данный автомобиль без опасности потери работоспособности из-за перегрева функциональной системы.

Для оценки снижения эффективности теплообменников, работающих в составе блочной системы, воспользуемся следующим выражением:

$$E_{дв} = A_{дв} + Q_{вс} + Q_{окр} + Q_{вн}, \quad (1)$$

где  $A_{дв}$  – полезно совершаемая работа;  $Q_{вс}$  – количество теплоты, затрачиваемой на привод вспомогательных узлов двигателя;  $Q_{окр}$  – количество теплоты, отводимое от двигателя в окружающее пространство;  $Q_{вн}$  – количество теплоты, затрачиваемое на прогрев двигателя до рабочей температуры.

Полное уравнение энергетического баланса ТС выглядит следующим образом:

$$E_{дв} = Q_{вс} + Q_{окр.дв} + Q_{вн.дв} + Q_{окр.А} + Q_{вн.А} + Q_{м.А} + A_{А}, \quad (2)$$

где  $Q_{окр.А}$  – количество теплоты, затрачиваемое на прогрев смазочного и рабочего масла агрегатов;  $Q_{вн.А}$  – количество теплоты, затрачиваемое на прогрев агрегатов машины до рабочей температуры;  $Q_{м.А}$  – количество теплоты эквивалентное работе, затрачиваемой на привод вспомогательных узлов двигателя;  $A_{А}$  – полезно совершаемая работа агрегатов трактора.

Эффективность ТА с учетом неравномерности распределения воздушного потока будет иметь следующий вид:

$$\varepsilon = \left\{ 1 - e^{-b} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{D_n(1)}{(n-1)!} \right\} \cdot \frac{W_L}{W_W}, \quad (3)$$

где  $Dn(y)$  – коэффициенты, определяемые по рекуррентным формулам;  $Ntu$  – число единиц переноса теплоты.

Результаты, полученные для оценки эффективности ТА, позволяют определить в ограниченном виде с учетом следующих параметров  $Ntu$  (0...0,65) и  $W_L/W_W$  (0...0,3), а также значениями неравномерности распределения воздушного потока.

Оценка адекватности разработанной математической модели производилась по корреляционному отношению и критерию Фишера [3, 4].

В результате исследований были сформулированы следующие выводы:

1. Рабочие системы современных энергонасыщенных ТС испытывают большие механические и тепловые нагрузки, которая требует их утилизацию в окружающую среду. Для оценки эффективности параметров ТА необходимо знать температурно-динамические качества, изучаемые транспортными средствами.

2. В качестве критерия оценки температурно-динамических качеств следует использовать ( $t_{кр}$ ) и ( $\Delta t_{нач}$ ) для наиболее нагруженной и критичной к тепловому режиму функциональной системе.

3. Современное ТС необходимо рассматривать как многоконтурный источник излучения теплоты, у которого – 35...40% теплоты, полученной при сгорании топлива, используется на совершение полезной работы. В силовых и вспомогательных агрегатах существуют потери мощности, которые также, увеличивают теплонапряженность.

#### **Библиографический список**

1. Афанасьев, А.С. Влияние режимов использования дизеля на дымность отработавших газов / А.С. Афанасьев, Р.Т. Хакимов, С.М. Загорский // Технико-технологические проблемы сервиса. – № 2 (28). – 2014. – С. 56-58.

2. Боровиков, А.В. Совершенствование внутрицилиндровых процессов автомобильного газового двигателя с высоким турбонаддувом обедненной смеси / А.В. Боровиков, Р.Т. Хакимов // Транспортное дело России. – № 4. – 2008. – С. 39-40.

3. Дидманидзе, О.Н. Энергетические установки автомобиля нового поколения / О.Н. Дидманидзе, С.А. Иванов, С.В. Козлов // Приводная техника. – № 4. – 2014. – С. 36-53.

4. Хакимов, Р.Т. Влияние характеристик выгорания на показатели рабочего цикла газового двигателя при использовании электронной системы управления / Р.Т. Хакимов // Грузовик. – № 4. – 2008. С. 27-29.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТ ПРИ УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

**Пухов Евгений Васильевич**, профессор кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ

**Следченко Виталий Анатольевич**, доцент кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ

**Лавренов Дмитрий Николаевич**, инженер ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ

**Мешкова Светлана Сергеевна**, инженер ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ

**Аннотация:** В данной статье рассмотрены основные используемые системы применяемые при уборке зерновых культур. Рассмотрены преимущества и недостатки применяемых систем. Намечены пути возможного усовершенствования систем.

**Ключевые слова:** уборка зерновых культур, бункер-перегрузчик, системы уборки зерновых.

В настоящее время происходит интенсивное внедрение новых технологий по выращиванию сельскохозяйственных культур. Увеличение уровня производства зерна является одним из важнейших аспектов как продовольственной безопасности России, так и неотъемлемой составляющей коммерческого успеха агропромышленного комплекса. Поиск оптимального решения для достижения этих целей продолжает оставаться актуальной задачей современности [1]. Среди прочего, такого эффекта можно достичь за счет сокращения потерь во время уборочных работ. Так все большую популярность в агропромышленном комплексе начали получать системы спутникового контроля (системы мониторинга техники). GPS (система глобального позиционирования) и ГЛОНАСС (глобальная навигационная спутниковая система) стали синонимом точного земледелия и современных сельскохозяйственных систем [2]. При таком развитии отрасли растениеводства увеличиваются урожаи сельскохозяйственной продукции. Чтобы избежать потери урожая требуется его быстрая и своевременная уборка, так как все культуры необходимо убирать в период их созревания.

Проблема заключается в том, что наступление полной технической спелости различных, но близких по классу, культур наступает с небольшим разрывом или вовсе без него. Поэтому требуется проведение быстрых и качественных уборочно-транспортных работ. Так как они являются последним этапом в производственном цикле возделывания культур, являясь при этом завершающим этапом предыдущих работ и требующим для своего осуществления большого количества материальных и энергетических ресурсов.

Так, 50-55% всех затрат на возделывание культуры отводится именно на издержки при уборке урожая и его транспортировке на пункты послеуборочной обработки. Отсюда следует, что чтобы добиться положительного результата, то есть уменьшения потерь готовой продукции и снижения затрат на ее производство, необходимо проводить более эффективные уборочно-транспортные работы. Это

обосновывает необходимость постоянного совершенствования технологий уборочных работ и технических средств для их реализации.

В 2014 г. была принята «Программа развития промышленности и повышения её конкурентоспособности» [3]. В 2017 году в неё были внесены определённые изменения, касающиеся различных отраслей, в том числе сельхозмашиностроения. Но эти изменения сделаны не в лучшую сторону.

Так в настоящее время для уборки используют двух- и трехзвенные системы.

Двухзвенная уборка урожая происходит с использованием следующих звеньев – комбайн, автотранспорт. При этой системе хозяйства используют два её направления:

первое – используется традиционная система, когда при наполнении бункера комбайна он останавливается для перегрузки в автотранспорт, что влечет за собой потерю времени на то, чтобы автотранспорт добрался до комбайна и на процесс перегрузки продукции;

второе – применяется безостановочная уборка, когда автотранспорт едет совместно с комбайном и процесс перегрузки происходит во время движения.

Как видим, при применении первого направления транспортные средства участвуют в сборе зерна и выполняют две основные операции - сборочную и транспортную. Если не принимать специальных мер, то комбайны останавливаются с заполненным бункером в неопределенных заранее местах. В этом случае транспортные средства при сборе зерна совершают сравнительно большие переезды по полю. Коэффициент сопротивления перекачиванию колес автомобиля по стерне примерно в 3 раза выше, чем по укатанной полевой дороге. При этом транспортные средства работают в тяжелых для них условиях, расходуют много топлива и интенсивно изнашиваются.

При использовании второго направления возникают дополнительные затраты на горючее, потому что автотранспорт двигается по полю с заполненным кузовом и это влечет за собой повышенный расход топлива. Так же при её использовании воздействие колес автотранспорта на почву влечет за собой её уплотнение.

Для решения данного вопроса и исключения переуплотнения почвы в странах Западной Европы, США и нашей стране нашли широкое применение перегрузочные технологии, с включением в состав комплекса машин, так называемых прицепов-перегрузателей (рисунок 1) [4, 5].



**Рис. 1. Функционирование бункера-перегрузчика на поле**

Система уборки стала состоять из трех звеньев – комбайн, бункер-перегрузчик, автотранспорт. Эта система очень широко применяется в аграрно-развитых странах. Суть такого вида уборки заключается в том, что после наполнения бункера комбайна

вызывается бункер-перегрузчик и производится выгрузка на ходу – это безостановочная уборка. При этом бункер-перегрузчик выполняет функцию зернового буфера на поле: он забирает намолоченное зерно у нескольких комбайнов, транспортирует его на край поля и выгружает в большегрузное транспортное средство или автопоезд, доставляющие зерно на зерновой ток.

Конечно, плюсы трехзвенной уборки очевидны. Это снижение инвестиций в зерноуборочную технику на 20-25% за счет снижения простоев имеющихся комбайнов и увеличения их средней скорости при уборке. Это сохранение плодородия почвы за счет снижения ее уплотнения при применении бункеров-перегрузчиков с шинами низкого давления. Помимо этого, применение такой системы уборки позволяет снизить логистическую и временную зависимость между комбайнами и автотранспортом, и увеличить производительность комбайнов до 40%, а автотранспорта (по количеству перевезенного груза) не менее 100%. Так же данная система уборки позволяет использовать для перевозки зерна к месту последующей обработки или хранения большегрузные транспортные средства и автопоезда, что может привести к снижению операционных затрат на уборку на 15-20%.

Но существуют и минусы данной системы. Бункер-перегрузчик может быть задействован в работе с группой комбайнов. Но не всегда возможно точно определить, бункер какого из комбайнов наиболее заполнен и к какому комбайну из группы лучше вначале подвести бункер-перегрузчик. А так как процесс перегрузки занимает некоторое время, то возможна ситуация когда у одного или нескольких комбайнов из группы произойдет наполнение бункера и ему придется остановиться.

Таким образом, для снижения простоев комбайнов и затрат энергии в сборочно-распределительных процессах в растениеводстве необходимо использовать перегрузочные технологии, позволяющие сбор материала выполнять бункерами-перегрузчиками, а транспортирование средствами большой грузоподъемности. Также необходимо повышать точность согласования работы бункера-перегрузчика при работе с группой комбайнов.

### **Библиографический список**

1. Пухов, Е.В. Совершенствование метода контроля веса зерна при уборочных работах / Е.В. Пухов, М.Г. Тимошинова // Вестник НГИЭИ. – № 12 – (79). – 2017. – С. 77-86.
2. Kvíz, Z. Machinery guidance systems analysis concerning passto-pass accuracy as a tool for efficient plant production in fields and for soil damage reduction / Z. Kvíz, M. Kroulik, J. Chyba // Plant Soil Environ. – Vol. 60. – No. 1. – 2014. – pp. 36-42.
3. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 328 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности".
4. Михайленко, П.А. Оценка эффективности применения бункера-перегрузчика зерна с использованием имитационного моделирования П.А. Михайленко, А.В. Орлянский, И.А. Орлянская // В сборнике: Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. – 2018. – С. 145-148.

5. Бункеры-перегрузатели для логистических «изысков» [Электронный ресурс] // Журнал «Зерно». Режим доступа: <http://www.zerno-ua.com/journals/2012/noyabr-2012-god/bunkery-peregruzhateli-dlya-logisticheskikh-izyskov>

УДК 656.1

## **ТРЕБОВАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРИ КОММЕРЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

**Виноградов Олег Владимирович**, доцент кафедры автомобильного транспорта, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** При коммерческой эксплуатации автомобильного транспорта требуется обеспечивать безопасность дорожного движения. Законодательные требования к юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, участвующим в данной работе, часто вызывают вопросы. Целью настоящей статьи является рассмотрение основных требований законодательства по обеспечению безопасности дорожного движения при осуществлении перевозок грузов и пассажиров автомобильным транспортом.

**Ключевые слова:** безопасность дорожного движения, Федеральный закон, перевозка, ответственный за безопасность.

В настоящее время в организациях, занимающихся перевозками грузов и пассажиров, возникает множество вопросов по обоснованности требований к обеспечению перевозок грузов и пассажиров, имеющих отношение к организации безопасности дорожного движения автотранспортных средств. Основная причина такого недопонимания кроется в достаточно стремительном изменении законодательства в области безопасности дорожного движения. В основе указанных требований лежит Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» [1]. В статье 20 указанного Закона мы видим, что Юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие на территории Российской Федерации деятельность, связанную с эксплуатацией транспортных средств, обязаны организовывать работу водителей в соответствии с требованиями, обеспечивающими безопасность дорожного движения, соблюдать установленный законодательством Российской Федерации режим труда и отдыха водителей, создавать условия для повышения квалификации водителей и других работников автомобильного и наземного городского электрического транспорта, обеспечивающих безопасность дорожного движения, анализировать и устранять причины дорожно-транспортных происшествий и нарушений правил дорожного движения с участием принадлежащих им транспортных средств, организовывать проведение обязательных медицинских осмотров и мероприятий по совершенствованию водителями транспортных средств навыков оказания первой помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях, обеспечивать соответствие технического

состояния транспортных средств требованиям безопасности дорожного движения и не допускать транспортные средства к эксплуатации при наличии у них неисправностей, угрожающих безопасности дорожного движения, обеспечивать исполнение обязанности по страхованию гражданской ответственности владельцев транспортных средств, оснащать транспортные средства техническими средствами контроля, обеспечивающими непрерывную, некорректируемую регистрацию информации о скорости и маршруте движения транспортных средств, о режиме труда и отдыха водителей транспортных средств.

Юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям запрещается допускать к управлению транспортными средствами водителей, не имеющих российских национальных водительских удостоверений, подтверждающих право на управление транспортными средствами соответствующих категорий и подкатегорий, в какой бы то ни было форме понуждать водителей транспортных средств к нарушению ими требований безопасности дорожного движения или поощрять за такое нарушение.

Юридические лица, осуществляющие перевозки автомобильным и наземным городским электрическим транспортом, с учетом особенностей перевозок и в пределах действующего законодательства Российской Федерации о безопасности дорожного движения могут устанавливать специальные правила и предъявлять к водителям транспортных средств дополнительные требования для обеспечения безопасности дорожного движения.

Юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие перевозки автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом, должны соблюдать правила обеспечения безопасности перевозок пассажиров и грузов автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом, утверждаемые федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере транспорта, назначить ответственного за обеспечение безопасности дорожного движения, прошедшего аттестацию на право заниматься соответствующей деятельностью в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере транспорта, обеспечивать соответствие работников профессиональным и квалификационным требованиям, предъявляемым при осуществлении перевозок, обеспечивать наличие парковки (парковочного места) для стоянки всех принадлежащих им транспортных средств, а также помещений и оборудования, позволяющих осуществлять техническое обслуживание и ремонт этих транспортных средств, или заключение договоров со специализированными организациями о стоянке этих транспортных средств, об их техническом обслуживании и о ремонте, организовывать и проводить предрейсовый контроль технического состояния транспортных средств в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере транспорта.

Необходимо обратить внимание, что часть требований не распространяется на организации, эксплуатирующие автомобильный транспорт для собственных нужд, что определено различием формулировок «перевозка» и «эксплуатация». Этим моментом

пользуются недобросовестные перевозчики, тем самым не выполняя многие мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации автотранспортных средств, что увеличивает вероятность дорожно-транспортных происшествий. Исходя из сложившейся ситуации, в конце 2017 года принят Федеральный закон "О внесении изменений в Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» в части установления дополнительных требований по обеспечению безопасности дорожного движения при перевозке пассажиров и грузов автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом" [2], вступающий в силу в январе 2019 года, вносящий существенные изменения в существующие требования статьи 20 Федерального закона «О безопасности дорожного движения» [1], что повлечет за собой корректировку многих подзаконных актов. Например, требования по обеспечению безопасности дорожного движения для предприятий – перевозчиков станут обязательными для предприятий, осуществляющих перевозки для собственных нужд.

Кроме того, в конце октября 2018 года принят Федеральный закон "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования лицензирования деятельности по перевозкам пассажиров и иных лиц автобусами" [3], который, кроме корректировки многих нормативных документов в сфере обеспечения безопасности дорожного движения, изменяет Федеральный закон [2] «Внести в статью 1 Федерального закона от 20 декабря 2017 года N 398-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "О безопасности дорожного движения" в части установления дополнительных требований по обеспечению безопасности дорожного движения при перевозке пассажиров и грузов автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2017, N 52, ст. 7921) следующие изменения:

1) в абзаце тринадцатом пункта 2 слова "находящихся в транспортном средстве (на нем), и (или) материальных объектов без заключения указанных договоров (перевозки для собственных нужд)" заменить словами "и (или) материальных объектов автобусами и грузовыми автомобилями без заключения указанных договоров (перевозки для собственных нужд автобусами и грузовыми автомобилями)".

Таким образом, с января 2019 года Юридические лица и индивидуальные предприниматели, эксплуатирующие грузовые автомобили и автобусы для собственных нужд обязаны выполнять все требования, предъявляемые ранее к «перевозчикам», а организации, эксплуатирующие легковые автомобили для собственных нужд, несомненно, обязаны обеспечивать безопасность дорожного движения, но требования к ним остаются упрощенными, например, в части наличия аттестованного сотрудника, ответственного за безопасность дорожного движения.

### **Библиографический список**

1. Федеральный закон:  
О безопасности дорожного движения от 10.12.1995 N 196-ФЗ (ред. от 03.07.2016):  
Федер. Закон [принят Гос. Думой 15.11.1995]
2. Федеральный закон:  
О внесении изменений в Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» в части установления дополнительных требований по обеспечению безопасности дорожного движения при перевозке пассажиров и грузов автомобильным



транспортом и городским наземным электрическим транспортом от 20.12.2017 N 398-ФЗ: Федер. Закон [принят Гос. Думой 13.12.2017]

3. Федеральный закон:

О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования лицензирования деятельности по перевозкам пассажиров и иных лиц автобусами от 30.10.2018 N 386-ФЗ: Федер. Закон [принят Гос. Думой 16.10.2018]

УДК 681.518.5

## ТЕЛЕМАТИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*Девянин Сергей Николаевич, профессор кафедры автомобильного транспорта, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Щукина Варвара Николаевна, аспирант кафедры автомобильного транспорта, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** На данный момент уровень развития технологий позволяет автоматизировать и упростить многие процессы в сельском хозяйстве. Внедрение телематики в сельское хозяйство имеет ряд преимуществ, доказывающих необходимость развития данного направления.

**Ключевые слова:** телематика, теледиагностика, удаленная диагностика.

Умное сельское хозяйство – концепция ведения сельскохозяйственной деятельности, основанная на внедрении новых технологий в процесс получения сельскохозяйственной продукции, с целью повышения урожайности и уменьшении затрат на издержки. То есть, на технику, животных и растений устанавливаются контролирующие устройства, с них собирается информация, которая анализируется и предоставляется в необходимом количестве потребителю. В автомобильном транспорте развитием направления удаленной диагностики занимается область телематики. Телематика – это удаленный сбор данных с подключенных устройств, обработка информации и последующее ее отображение в различных интерфейсах.

Схема реализации удаленного мониторинга транспортного средства состоит в следующем: на транспортное средство установлено приемно-передающее устройство, с помощью которого поддерживается связь с внешним миром (спутниками, станциями технического обслуживания и др.). С него данные передаются на сервер, где они анализируются и сохраняются. В случае экстренной ситуации (поломки, аварии угона и др.) данные передаются в полицию, скорую помощь, станцию технического обслуживания для немедленного реагирования на проблему. В свою очередь владелец всегда может контролировать состояние транспортного средства и управлять частью функций удаленно. Сейчас необходимо реализовать бесперебойную связь с транспортным средством, а также доработать системы диагностики технического состояния, чтобы минимизировать возможность появления экстренных ситуаций.

Выявлены следующие цели внедрения систем телематики, это:

- Постоянный мониторинг технического состояния техники;
- Снижение затрат (в том числе на ГСМ, запчасти и шины);
- Контроль качества вождения и продуктивности работников;
- Повышение продуктивности работы, за счет автоматизации документооборота транспортного отдела;

- Снижение ответственности собственника автопарка за ДТП.

Преимущества внедрения телематических систем в АПК:

- Оптимизация (минимизация) затрат сырья и расходных материалов (топлива, запасных частей);
- Снижение риска срыва агротехнических сроков;
- Корректировка расписания в режиме онлайн;
- Своевременное устранение неисправностей;
- Снижение негативного влияния на окружающую среду.

Недостатки внедрения телематических систем в АПК:

- Дороговизна. На внедрение этих технологий нужны средства, которых у большинства сельхозпредприятий и так не хватает. Даже с учетом хорошей окупаемости не каждое хозяйство может позволить себе технологии точного земледелия.

- Техническая сложность. По сути речь идет о современных сложных компьютерных технологиях. В сельской местности не так-то просто найти специалистов.

Отсутствие практического опыта. Почти все технологии точного земледелия являются новыми. К тому же они быстро меняются и совершенствуются. Столь быстрый технический прогресс означает, что нет достаточной практики их применения, следовательно, невозможно адекватно оценить эффективность их применения в тех или иных условиях [1-3].

Недостатки нельзя считать существенной причиной для отказа от использования телематики в принципе. Очевидно, что за этим будущее, и те предприятия, которые раньше освоят данные технологии, получат существенные преимущества в конкурентной борьбе за рынки сбыта своей продукции.

### **Библиографический список**

1. Девянин, С.Н. Системы управления двигателем / С.Н. Девянин, В.Н. Щукина // Международный технико-экономический журнал – №6. – 2015. – С. 11-14.

2. Шульга, Е.Ф. Мониторинг качества движения и технического состояния транспортных средств / С.Н. Девянин, В.Н. Щукина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина» – №4(80). – 2017. – С. 18 – 22.

3. Умное сельское хозяйство. [Электронный ресурс]. URL: <https://iot.ru/selskoe-khozyaystvo/selskoe-khozyaystvo-po-umnoму> (дата обращения: 23.10.2018).

## ТРАНСПОРТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УБОРКИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

**Андреев Олег Петрович**, профессор кафедры автомобильного транспорта, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Перспективные технологии уборки зернобобовых культур. Обобщенная технологическая схема многофазной уборки. Способы транспортировки скошенной массы. Использование стационарного обмолота. Решение всех взаимосвязанных задач осуществляется с позиций ресурсосбережения и повышения производительности агрегатов. Используются критерии оптимальности.

**Ключевые слова:** технологическая схема, транспортное средство, уборочный агрегат, уменьшение простоев, системный подход.

К зернобобовым культурам относят: горох, фасоль, чечевицу, кормовые бобы, чину, вику, нут, сою, арахис.

Для решения задачи уборки зернобобовых культур на зерно необходимо, прежде всего, выбрать обобщенную технологическую схему уборки, на базе которой могли бы быть получены все возможные в условиях Российской Федерации технологии многофазной уборки.

Для снижения потерь, из всех существующих технологий уборки зернобобовых культур на зерно перспективными для условий Российской Федерации являются те, которые предусматривают доставку скошенной массы в том или ином виде на стационарный пункт сепарации или обмолота.

Все имеющиеся технологии с позиций научного анализа практически состоят из однотипных технологических процессов и различаются только вариантами их выполнения.

К таким общим технологическим процессам относятся: скашивание или подбор из валка; транспортировка скошенной массы на стационарный пункт обмолота и сепарации; временное хранение скошенной массы в накопителе, с сушкой или без сушки; подача массы в дозирующее устройство; обработка скошенной массы (сепарация, домолот, очистка и т.д.).

Исходя из этого, все многофазные технологии уборки зернобобовых могут быть охвачены обобщенной технологической схемой, представленной на рисунке 1.

Предполагаем, что сменяемый прицеп присоединяется к уборочному агрегату, который, осуществляет скашивание или подбор хлебной массы. Обычно это тракторный прицеп большой вместимости, который после заполнения при остановленном агрегате отсоединяется и на его место присоединяется порожний прицеп.

Возможен при этом и такой вариант работы, когда уборочный агрегат сам подъезжает к месту смены прицепа.



**Рис. 1. Обобщенная технологическая схема многофазной уборки зернобобовых культур**

В качестве рядом идущего транспортного средства возможно использование, как тракторно-транспортных агрегатов, так и грузовых автомобилей с наращенными бортами.

Длительность хранения скошенной массы на стационарном пункте зависит от конкретных природно-производственных условий и соответствующего состояния скошенной массы.

Обработка зернобобовой массы в различных сочетаниях в зависимости от состояния массы и хозяйственных потребностей в общем случае складывается из операций: предварительной сушки и сепарации; одноступенчатого или многоступенчатого домолота; очистки зерна и подачи ее в стационарный бункер; закладки на хранение стеблей и половы с предварительной обработкой или без обработки на силос.

Примем, что все указанные процессы обработки зернобобовой массы на стационарном пункте после дозирующего устройства рассматриваются как единый поточный процесс без детализации.

Не рассматриваем также процессы, связанные с перевозкой зерна и стеблей со стационарного пункта к местам потребления, поскольку они могут выполняться с большим разрывом и слабо влияют на предшествующие процессы.

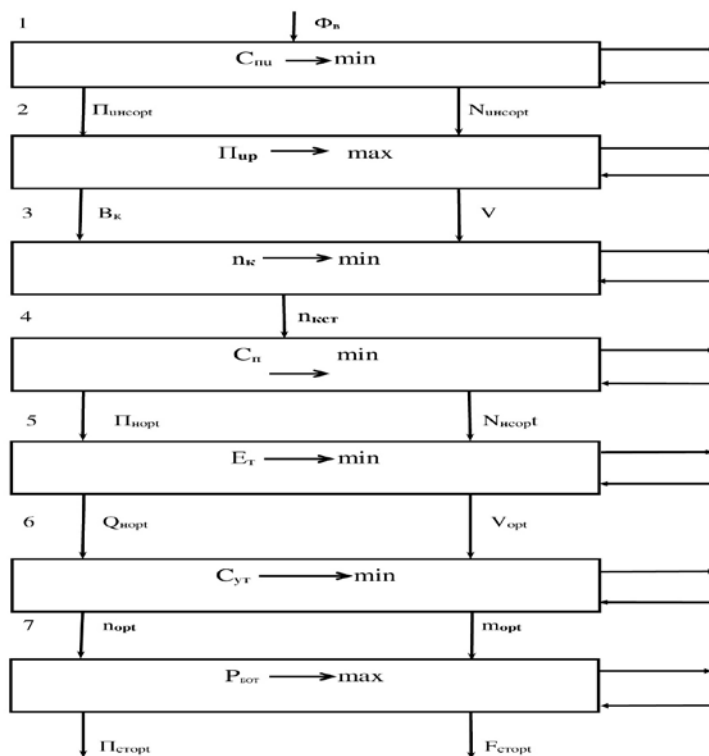
Основные принципы предлагаемого многоуровневого системного подхода к решению задач ресурсосбережения при многофазных технологиях. Задача в целом заключается в том, чтобы все взаимосвязанные технологические процессы, показанные на рисунке 2 выполнялись с наименьшим расходом соответствующих ресурсов.

Из этой обобщенной технологической схемы следует, что решение указанной проблемы ресурсосбережения складывается из нескольких взаимосвязанных задач,

которые не могут быть описаны одной математической моделью на базе какого-то единого критерия оптимальности. Объясняется это существенными различиями, как самих технологических процессов, так и используемых агрегатов [1].

Наиболее эффективным научным методом решения подобных многоплановых задач является многоуровневый системный подход. Особенности применения такого подхода к сельскохозяйственным механизированным процессам изложены в [2, 3, 4].

На базе общих принципов разработана соответствующая структурная схема иерархии решения взаимосвязанных задач ресурсосбережения при стационарном обмолоте зерновых, которая представлена на рисунке 2.



**Рис. 2. Структурная схема иерархии решения взаимосвязанных задач при многофазной технологии уборки зернобобовых культур**

Комплексное решение задач осуществляется на семи взаимосвязанных уровнях.

На первом уровне по минимуму приведенных затрат  $C_{mn} \rightarrow \min$  с учетом внешних факторов  $\Phi_n$  определяются оптимальная пропускная способность уборочного агрегата  $\Pi_{инсорт}$  и соответствующая потребная мощность двигателя  $N_{инсорт}$ .

На втором уровне определяются соответствующие значения ширины захвата жатки  $B_k$  и рабочей скорости  $V$  таким образом, чтобы максимально использовать пропускную способность  $\Pi_{инсорт}$  и мощность  $N_{инсорт}$ . Это примерно соответствует максимуму производительности агрегата при рабочем ходе  $\Pi_{up} \rightarrow \max$ .

Третий уровень оптимизации предусматривает определение потребного количества уборочных агрегатов  $n_{кст}$  при стационарном обмолоте.

Решение осуществляется таким образом, чтобы обеспечить минимальную потребность в агрегатах  $n_k \rightarrow \min$ .

Четвертый уровень ресурсосбережения предусматривает обоснование оптимального обобщенного параметра транспортного агрегата  $\Pi_{\text{нopt}} = Q_{\text{н}} V$ , как произведение грузоподъемности  $Q_{\text{н}}$  на рабочую скорость  $V$ , а также соответствующей мощности  $N_{\text{нopt}}$ .

Критерий оптимальности соответствует минимуму приведенных затрат на единицу транспортной работы  $C_{\text{н}} \rightarrow \min$ .

На пятом уровне определяются оптимальная грузоподъемность прицепа  $Q_{\text{нopt}}$  и рабочая скорость транспортного агрегата  $V_{\text{opt}}$  по минимуму удельных энергозатрат  $E_{\text{т}} \rightarrow \min$  при рабочем ходе.

Шестой уровень ресурсосбережения предусматривает обоснование оптимального состава уборочно-транспортных звеньев по числу комбайнов  $n_{\text{opt}}$  и транспортных средств  $m_{\text{opt}}$ . Критерий оптимальности обеспечивает минимум суммы потерь от взаимного ожидания комбайнов и транспортных средств  $C_{\text{вт}} \rightarrow \min$ .

Седьмой уровень ресурсосбережения предусматривает оптимизацию параметров и режимов работы пункта для стационарного обмолота.

В качестве основных параметров определяются оптимальные значения пропускной способности  $\Pi_{\text{стopt}}$  и потребной для размещения хлебной массы площади  $F_{\text{стopt}}$  стационарного пункта [5]. Поскольку одним из важнейших требований к стационарному пункту является безостановочная работа, то в качестве основного критерия целесообразно выбрать максимум вероятности безотказной работы пункта  $P_{\text{бот}} \rightarrow \max$ . Поскольку любая остановка стационарного пункта и последующий его вывод на нормальный режим работы связаны с большими затратами ресурсов, то критерий  $P_{\text{бот}} \rightarrow \max$  будет одновременно соответствовать режиму максимального ресурсосбережения. Стрелки между уровнями показывают направление передачи информации при взаимосвязанных оптимальных решениях. При этом происходит сложение всех эффектов ресурсосбережения. Боковые стрелки справа в направлении сверху вниз соответствуют решению частных задач на отдельных уровнях в обход других. Боковые стрелки справа снизу-вверх соответствуют схеме передачи информации при корректировке результатов оптимизации предшествующих уровней на последующих. Таким образом, предлагаемый системный подход обеспечивает комплексное решение всех взаимосвязанных задач ресурсосбережения при многофазном способе уборки зерновых.

### Библиографический список

1. Андреев, О.П. Снижение простоев подвижного состава автомобильного транспорта с использованием систем глобального позиционирования / О.П. Андреев, М.А. Тамбовцев // Международный научный журнал. – №3. – 2015 – С. 74-76.
2. Андреев, О.П. Эффективное использование техники - основа индустриально-поточной технологии / О.П. Андреев // – М: ООО «УМЦ «Триада», 2016. – 124 с.
3. Андреев, О.П. Оптимизация параметров машинно-тракторных агрегатов. О.П. Андреев, О.Н. Дидманидзе, Е.П. Парлюк, Монография. М.: ООО «УМЦ «Триада», 2017. – 77 с.

4. Дидманидзе, О.Н. Технический сервис в АПК / О.Н. Дидманидзе, В.М. Корнеев // – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2015. – 110 с.

5. Андреев, О.П. Научные основы моделирования производственных процессов в АПК / О.П. Андреев, Д.Г. Оглы Асадов, О.Н. Дидманидзе, Монография, М.: ООО «УМЦ «Триада», 2017. – 180 с.

УДК 653

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК

*Коротких Юлия Сергеевна, старший преподаватель кафедры автомобильного транспорта, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** В статье рассмотрены современные технологии управления и организации международных перевозок.

**Ключевые слова:** маршрут, международные перевозки, информационные технологии, транспортный процесс.

Усложнение маршрутов международных перевозок, увеличение числа участников доставки, а также повышение требований к качеству транспортного процесса определили необходимость использования современных технологий международных перевозок.

Основной целью внедрения современных информационных технологий служит оптимизация процесса доставки грузов, осуществление постоянного контролирующего процесса над транспортными процессами, а также оперативного решения при возникновении непредвиденных ситуаций [1, 2].

В настоящее время существуют различные информационные технологии, которые способны контролировать и оптимизировать транспортировку грузов с целью обеспечения безопасности и для обеспечения выгоды, как для отправителей, так и для получателей.

Современные информационные технологии базируются с помощью системы электронного обмена данными, которая способна решать такие задачи как подготовка транспортного процесса, контроль за транспортным процессом и слежением подвижного состава.

На примере мультимодальных перевозках такие технологии в настоящее время позволяют за один день до отправки грузов отправить необходимые документы на таможенный пост, чтобы получить необходимые согласования, после которого транспортное средство с данным грузом способно пересечь границу за минимальный промежуток времени на таможенном контроле [3].

Следующей современной информационной технологией является оптимизация погрузочно-разгрузочных работ при международных перевозках, которая позволяет сократить временные и финансовые затраты. В настоящее время такой технологией является как управление складом. Такая технология позволяет зафиксировать все имеющиеся наименования и позиции имеющиеся на складах, которая позволяет срок и

условия хранения груза, самостоятельно распределяют поступившую продукцию в наиболее подходящее для хранения место. Данная система формирует перечень товаров, которые необходимо отгружать со складов, с указанием времени операции и места хранения продукции. Такой метод позволяет оптимизировать процессы подачи транспортных средств под погрузочные операции, при условии нескольких зон погрузки, к наиболее удобному месту погрузки. Современные системы управления складом позволили в значительной мере повысить уровень логистических операций на складе [4, 5].

В США была разработана и внедрена система компьютерной передачи стандартных отраслевых текстов и общепринятых в международной практике деловых текстов – ЭДИ.

Межкомпьютерная передача стандартных международных электронных текстов для глобального международного применения в управлении, торговле и перевозках осуществляется с помощью системы ЭДИФАКТ.

Эти системы ЭДИ и ЭДИФАКТ, заменили употребление бумажной документации на электронную, которые значительно упрощают планирование перевозочного процесса и управления им и сокращают время на его выполнение. Такие методы управления в настоящее время являются весьма актуальными, в связи с высокой конкуренцией на рынке.

Эксперты ЕЭК ООН считают, что современные информационные системы обеспечивают экономию затрат, по сравнению с бумажной технологией, до 10% стоимости товаров международной торговли, а общий эффект от применения данных систем в международной торговле стран Западной Европы с США и Канадой оценивается до 60 млрд долл. США в год, а в мировой торговле в целом – более 300 млрд долл. США в год [1].

Для организации эффективного взаимодействия между грузовладельцами, перевозчиками и экспедиторами в настоящее время применяется транспортная платформа «Фрахт-Навигатор», с помощью которой, имея выход в сеть Интернет, можно решать такие задачи как фрахт-менеджмент, фрахтовая биржа, фрахт-аукцион и репортинг. Грузоотправители и экспедиторы, используя данную систему, продают транспортные задания, которые могут исполняться по всему миру.

Таким образом, проанализированные выше современные информационные технологии позволяют достигать цели в области оптимизации процесса доставки грузов, управления складом, сократить временные и финансовые затраты, которые ежегодно внедряются более широко в современной логистике международных перевозок.

### **Библиографический список**

1. Курганов, В.М. Международные перевозки: учебник для студ. учреждений высш. Проф. Образования / В.М. Курганов, Л.Б. Миротин // под ред. Л. Б. Миротина. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия». – 2013. – 304 с.
2. Коротких, Ю.С. Международные автомобильные перевозки России в период антироссийских санкций / Ю.С. Коротких // В сборнике: Перспективные направления развития автотранспортного комплекса сборник статей IX Всероссийской научно-производственной конференции. МНИЦ ПГСХА; Под общей редакцией В.В. Салмина. – 2015. – С. 24-26.



3. Николаева, А.И. Передовые логистические технологии в международных перевозках / А.И. Николаева, А.И. Сивак // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. науч. тр. / под ред. А.Н. Рахмангулова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. – 2011. – С. 36-39.

4. Журилин, А.Н. Инновационные технологии на транспорте / А.Н. Журилин, Ю.С. Коротких // – М.: Учебно-методический центр "Триада". – 2017. – 200 с.

5. Коротких, Ю.С. Развитие и современное состояние автомобилизации / Ю.С. Коротких, Н.Н. Пуляев // М.: ООО «Автограф». – 2018. – 108 с.

УДК 665:631.3

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЧИСТОТЫ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

**Улюкина Елена Анатольевна**, доцент кафедры инженерной химии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация.** В статье рассматривается влияние механических загрязнений и воды в топливе на работу дизелей. Предлагаются различные устройства, уменьшающие содержание механических загрязнений и воды в топливе: топливоприемник с поплавком для отбора топлива и гидродинамический фильтр для очистки топлива. Применение таких устройств позволит повысить чистоту дизельного топлива, применяемых при эксплуатации мобильной техники.

**Ключевые слова:** очистка топлива, гидродинамические фильтры.

Наличие в топливе абразивных загрязнений и эмульсионной воды оказывает негативное влияние на работу двигателя: резко ухудшается работоспособность топливной аппаратуры, увеличивается износ поверхностей прецизионных пар, что может привести к заклиниванию сопряженных деталей [1]. Воздействие абразивных частиц, износ сопловых отверстий форсунок приводит к неравномерной подаче топлива, ухудшению процесса его сгорания и увеличению расхода, нарушению режима работы дизеля на холостых оборотах и при малых нагрузках, затруднению пуска дизеля и снижению его мощности, перегреву двигателя.

Загрязнения в топливах и маслах вызывают абразивный износ гильз цилиндров и поршневых колец двигателей, а у изношенного двигателя содержание оксида углерода в отработавших газах увеличивается более чем в три раза по сравнению с новым. Наличие загрязнений в топливах и маслах способствуют образованию нагара на стенках камеры сгорания, поршнях и клапанах. Отложения нагара на выпускных клапанах препятствует их нормальной работе, что приводит к попаданию в систему выпуска газов негоревшей рабочей смеси и снижению мощности двигателя.

Для удаления загрязнений из нефтепродуктов используются различные методы, основанные на химических, физико-химических и физических процессах [2]. Твердые механические частицы загрязнений удаляют, как правило, физическими методами.

Наиболее простым методом очистки нефтепродуктов от механических примесей является гравитационная очистка. Под действием силы тяжести твердые частицы

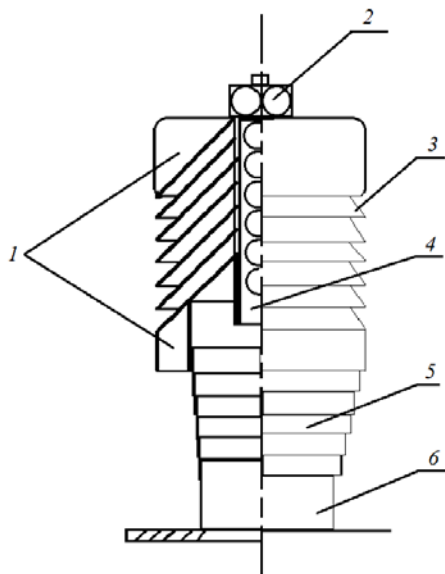
загрязнений и микрокапли воды оседают на дно емкости, поэтому отбор топлива целесообразно осуществлять с помощью топливоприемника, размещённого в верхних слоях топлива, содержащих наименьшее количество твёрдых частиц загрязнений и микрокапель воды.

Предложена конструкция топливоприемника, который оборудован поплавком, обеспечивающим нахождение этого устройства в верхних слоях топлива. Для повышения эффективности гравитационной очистки топлива в расходных ёмкостях плавающий топливоприемник снабжен динамическим отстойником в виде пакета конических тарелок. Такое приспособление осуществляет дополнительную очистку топлива от загрязнений, плотность которых превышает плотность топлива, и одновременно предотвращает попадание в топливоприемник загрязнений меньшей плотности, плавающих на поверхности топлива [3]. Это устройство может использоваться как в резервуарах, так и в топливных баках.

Схема плавающего топливоприемника с динамическим отстойником тарельчатого типа представлена на рисунке 1.

Динамические отстойники могут использоваться и в других устройствах, например в гидродинамических фильтрах для очистки нефтепродуктов [4], при этом они могут быть как самостоятельным средством очистки нефтепродукта, так и составной частью конструкции.

Универсальными устройствами для очистки топлив от твердых загрязнений являются фильтры, эффективность применения которых практически не зависит от свойств частиц и связана исключительно с соотношением этих частиц и размеров пор фильтрующей перегородки.



**Рис. 1. Схема плавающего топливоприемника:**

1 – поплавок; 2 – гайка; 3 – пакет конических тарелок; 4 – центральная трубка;  
5 – телескопическая труба; 6 – топливозаборный патрубок.

Основным недостатком фильтров, затрудняющих их эксплуатацию и обслуживание, является ограниченный ресурс работы связанный с постепенным закупориванием пор фильтрующего материала частицами загрязнений и возрастающим вследствие этого перепадом давления на фильтре до предельно допустимой величины.

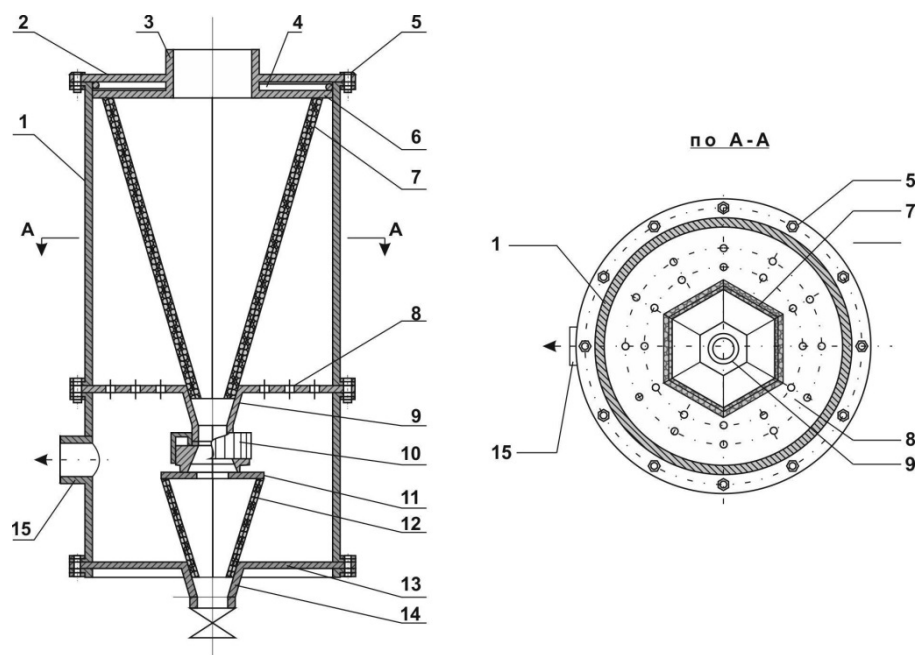
Очистка топлива производится главным образом фильтрами периодического действия, которые просты по устройству и могут эксплуатироваться в широком диапазоне рабочих давлений. Недостаток этих фильтров – необходимость их периодического отключения для замены или регенерации фильтрующих элементов.

Перспективным методом очистки топлива является применение фильтрующих перегородок с непрерывной регенерацией гидрофобной фильтрующей поверхности с использованием гидродинамического эффекта, что позволит отказаться от дополнительных приспособлений (продувочных, промывочных или механических устройств), применение которых неизбежно при проведении регенерации поэтапно на отдельных участках фильтрующей поверхности. При этом блокирование гидрофобной поверхности микрокаплями воды не будет происходить благодаря их удалению с этой поверхности под воздействием гидродинамических сил.

Конструкция гидродинамических фильтров позволяет осуществлять непрерывную регенерацию фильтрационных элементов непосредственно на фильтре без остановки процесса очистки, при этом одновременно осуществляются процесс фильтрования топлива через пористую перегородку и процесс гидродинамического воздействия инерционных сил потока жидкости на загрязнения, непрерывно удаляющиеся с поверхности этой перегородки.

Помимо загрязнения нефтепродуктов механическими загрязнениями и влагой, отрицательное воздействие на качество топлива оказывают продукты окисления и полимеризации нефтяных углеводородов, в частности фактические смолы. Для очистки топлива от механических загрязнений и фактических смол использовался комбинированный двухслойный пористый наноматериал, изготовленный на основе активированного угля и ацетиленовой сажи с использованием в качестве связующего фторопластовой суспензии и армированный металлической сеткой [5].

Разработано устройство для комплексной очистки топлива от механических примесей, эмульсионной воды и продуктов окисления углеводородов [5] (рисунок 2). Устройство представляет собой гидродинамический фильтр с фильтрационным элементом в виде правильной усечённой пирамиды, и дополнительный фильтрационный элемент, предназначенный для очистки той части топлива, которая создаёт гидродинамический эффект на внутренней поверхности основного фильтрационного элемента и сбрасывается с этой поверхности. Дополнительный фильтрационный элемент геометрически подобен основному, но выполнен в масштабе 1:10, так как количество сбрасываемого топлива не превышает 10% от общего его количества, поступающего для очистки. При необходимости уменьшить количество сливаемого топлива можно увеличить число дополнительных ступеней, сохраняя указанное отношение их геометрических размеров к размерам предыдущей ступени.



**Рис. 2. Устройство для комплексной очистки топлива:**

1 – корпус; 2 – крышка; 3 – входной патрубок; 4 – пружина; 5 – болт в сборе; 6 – основание фильтрующего элемента; 7 – пористая перегородка; 8 – перфорированное днище; 9 – патрубок сброса части топлива; 10 – накидная гайка; 11 – основание дополнительного фильтрующего элемента; 12 – пористая перегородка дополнительного фильтрующего элемента; 13 – днище; 14 – патрубок слива отстоя; 15 – выходной патрубок.

Для надежной работы сельскохозяйственной и мобильной техники важно обеспечить чистоту топлива, применяемого при ее эксплуатации. Использование динамического отстойника в конструкции топливоприемника позволяет предотвратить попадание частиц загрязнений из бака в топливную аппаратуру, а устройство для комплексной очистки топлива позволит существенно снизить количество загрязнений и эмульсионной воды в топливе.

### Библиографический список

1. Коваленко, В.П. Влияние загрязнения нефтепродуктов на состояние окружающей среды при эксплуатации мобильной техники / В.П. Коваленко, Е.А. Улюкина // Международный технико-экономический журнал. – № 5. – 2010. – С. 87-90.
2. Улюкина, Е.А. Обеспечение чистоты моторного топлива при эксплуатации сельскохозяйственной техники: монография / Е.А. Улюкина // М.: МЭСХ. – 2018. – 160 с.
3. Патент на полезную модель № 2011126311/05 В.П. Коваленко, А.Н. Воробьев, Е.А. Улюкина, С.А. Галко. Устройство для очистки поступающего в топливный бак воздуха от пыли и влаги. Заявл. 28.06.2011, опубл. 27.11.2011. – Бюл. № 33.
4. Улюкина, Е.А. Устройства для очистки топлив и масел при эксплуатации сельскохозяйственной техники / Улюкина Е.А. // Известия Международной академии аграрного образования. – № 35. – 2017. – С. 167-170.
5. Улюкина, Е.А. Обеспечение чистоты топлив и масел при эксплуатации сельскохозяйственной техники / Улюкина Е.А., Коваленко В.П., Липаева М.А. // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего

профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 3 (67). – 2015. – С. 44-50.

УДК 621. 629.3; 669.54

## ПРИНЦИП РАБОТЫ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Слепцов Олег Николаевич**, доцент кафедры автомобильного транспорта, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Оськин Иван Анатольевич**, техн. оператор банка «Тинькофф»

**Аннотация:** В настоящее время особое внимание уделяется работе топливной системы от которой зависит рабочий процесс автотракторного дизеля. Как правило одним из основных факторов работы топливной системы является процесс подачи топлива в цилиндр двигателя под давлением форсункой топливной системы высокого давления.

**Ключевые слова:** Форсунка, дизельный двигатель, процесс впрыска.

Топливо, поступающее под высоким давлением из ТНВД в топливную рампу, проходит далее по топливным магистралям в форсунки. Форсунки предназначены для впрыска топлива под высоким давлением в камеру сгорания в конце процесса сжатия. Конструкция форсунки почти не отличается от традиционных форсунок с несколькими распылительными отверстиями. Однако в ее корпусе находится пьезоэлектрический исполнительный механизм (а), закрепленный большой гайкой (b). Открытие форсунки обеспечивается за счет разности давлений в различных полостях ее корпуса (рисунок 1).

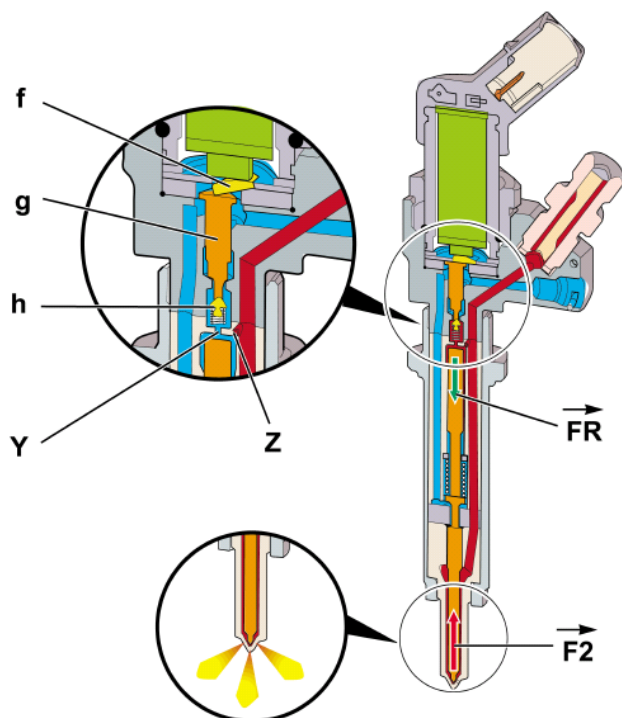
Пьезоэлектрический исполнительный механизм форсунки пакет, состоящий из нескольких сотен тонких слоев кварца. При пропускании импульса тока через кварцевый пьезоэлемент последний деформируется. Это явление принято называть «обратным пьезоэлектрическим эффектом».

Пьезоэлектрический исполнительный механизм позволяет открывать форсунку за очень короткое время. Данный тип управления обеспечивает высокую точность дозирования впрыскиваемого топлива, плавность процесса сгорания и оптимальную работу двигателя. Встроенные фильтры в штуцера форсунки обеспечивают дополнительную защиту прецизионных узлов форсунки от загрязнений.

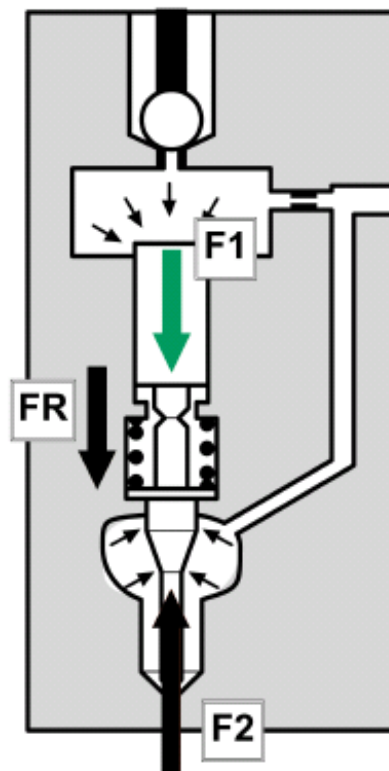
Исходя из проработанных источников литературы игла форсунки находится под действием трех сил:

- $F_1$  сила от управляющего поршня, на который действует давление топлива, находящегося в верхней (управляющей) полости;
- $F_2$  сила давления на иглу топлива, находящегося в нижней полости;
- $FR$  усилие возвратной пружины (постоянное).

Положение иглы форсунки зависит от соотношения трех указанных сил представленных на рисунок 2.



**Рис. 1. Управляющие элементы при впрыске топлива пьезоэлектрической форсунки**



**Рис. 2. Схема усилий в форсунке с электронным управлением**

При не работающем двигателе давление топлива в рампе и магистрали высокого давления равно атмосферному. Управляющий пьезоэлемент форсунки не активен, а канал возвратной магистрали закрыт клапаном (*h*).

Игла опущена и прижата к седлу возвратной пружиной (*o*).

В рассматриваемом случае при неработающем двигателе:

- *F1* сила давления топлива на управляющий поршень (атмосферное давление);
- *F2* сила давления топлива на иглу (атмосферное давление);
- *FR* постоянное (тарировочное) усилие возвратной пружины.

$$FR + F1 > F2 \text{ (Форсунка закрыта) (1)}$$

При работе двигателя в нужный момент компьютер подает на пьезоэлемент напряжение порядка 70 В. Пьезоэлемент расширяется примерно на 50 мкм, а рычаг (*f*) увеличивает ход поршня еще приблизительно вдвое.

Под действием рычага (*f*) управляющий поршень (*g*) перемещается вниз, открывая клапан (*f*). Теперь верхняя (управляющая) полость форсунки соединена с магистралью возврата топлива в бак. По этому давление в верхней полости падает, а следовательно, уменьшается и сила давления (*F1*). Нарушается равновесие между силой (*F1*) и не изменившейся силой (*F2*), действующей на иглу.

Игла (*j*) форсунки поднимается при давлении в рампе, приблизительно равном 160 бар.

Как только форсунка откроется, происходит впрыскивание топлива в камеру сгорания через отверстия распылителя форсунки.

В рассматриваемом случае:

$F_1$  сила давления на управляющий поршень топлива в возвратной магистрали;

$F_2$  сила давления топлива в рампе на иглу;

$FR$  постоянное (тарировочное) усилие возвратной пружины.

$$F_2 > F_1 + FR \text{ Форсунка открыта (2)}$$

Таким образом при таком управлении процессом впрыска можно осуществлять многоступенчатую подачу топлива, которая обеспечивает оптимальные технико-экономические и экологические характеристики двигателя в процессе эксплуатации.

УДК 621.58

## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СНЕГОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

**Чельшев Александр Вячеславович**, инженер кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Шевкун Николай Александрович**, доцент кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Рассмотрены существующие конструкции снегогенерирующих устройств, принцип их действия. Даны предложения по их использованию в сельском хозяйстве.

**Ключевые слова:** искусственный снег, снегогенератор, снежная пушка, снежное ружье.

Искусственный снег имеет довольно широкий спектр применения: оснежение спортивных трасс, пылеподавление при разработке открытых карьеров, в строительстве для предохранения грунта от промерзания, охлаждения бетона, в авиа- и автостроении для тестирования шин на заснеженной местности, в холодильной технике, при проведении различных модельных испытаний.

Образования искусственной снежной массы происходит за счет диспергирования и охлаждения водного аэрозоля. Дробление капель воды с последующим её охлаждением обеспечивается следующими способами: гидравлическим распылением воды и замерзанием капель в атмосфере при отрицательной температуре; пневмогидравлическим распылением воды и замораживание капель за счет адиабатического расширения сжатого воздуха при околонулевых температурах и относительной влажности атмосферного воздуха меньше 70%; пневмогидравлическим распылением воды в потоке сжатого воздуха низкого давления и замерзание капель аэрозоля при температуре атмосферного воздуха ниже нуля градусов [1, 2].

Для производства искусственного снега применяются снегогенерирующие устройства - снежные ружья и снежные пушки, которые бывают стационарные или мобильные.

Снегогенераторы бывают:

- 1) с внутренним смешиванием водо-воздушной среды, когда смешивание воды и воздуха происходит во внутренней камере форсунки снегогенератора;
- 2) с внешним смешиванием, когда смешивание воды и воздуха происходит после её распыления из форсунки на некотором расстоянии от генератора;
- 3) вентиляторные, в конструкции, которых применяются мощные вентиляторы, обеспечивающие дробление капель воды, выброс их в воздух и дополнительное охлаждение [3].

Снегогенераторы с внутренним и внешним смешиванием водо-воздушной среды это, как правило снежные ружья и бывают компрессорными и безкомпрессорными. Вентиляторные снегогенераторы это снежные пушки. При работе снежных ружей расходуется равное количество воды и воздуха, а снежных пушек объем воздуха значительно больше чем воды.

Наибольший интерес представляют снежные пушки, т.к. они являются мобильными установками обладают низким уровнем шума и позволяют регулировать качество снега в широком диапазоне. Перспективным направлением применения снегогенераторов является их использование в сельском хозяйстве для защиты посевов и посадок от воздействия низких температур.

Конструктивно снежные пушки (рисунок) состоят из рамы, вентилятора, системы подачи воды, форсуночного блока, источника сжатого воздуха, блока управления [4].



**Рис. Снежная пушка ESG 460 АО «Экосистема»**



Основным элементом снегогенератора является форсуночный блок, который состоит из нуклеаторных форсунок, посредством которых из воды и сжатого воздуха образуются ядра нуклеации, и водяных форсунок подающих воду. Вода из водяных форсунок распыляется в потоке воздуха создаваемого вентилятором соединяется с ядрами нуклеации образуя кристаллы снега.

Исходя из выше изложенного необходимо отметить, что в настоящее время существуют и используются различные конструкции снегогенераторов. Особый интерес представляют снежные пушки вследствие их мобильности, большей производительности и возможность покрывать большую площадь снегом, по сравнению со снежными ружьями. Дополнительно необходимо проработать вопросы адаптации конструкций снежных пушек для их использования в сельском хозяйстве с определением оптимальных режимов работы.

### **Библиографический список**

1. Шевкун, Н.А. Анализ требований к процессу формирования снежной массы для защиты посадок земляники и садовых питомников от заморозков / Н.А. Шевкун, А.А. Кабаев // Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 289. Ч. III. М.: Изд- во РГАУ-МСХА. – 2016. – С. 297-298.

2. Гаспарьян, Н.А. Пылеподавление на основе использования фазовых переходов влаги при ведении открытых горных работ: Автореф. дис. канд. техн. наук. 25.06.08 / Н.А. Гаспарьян // СПб.: – 2008. – 20 с.

3. Рукотворный снег. Как это делается [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://skiclub.by/index.php/competitions/238-rukotvornyj-sneg-kak-eto-delaetsya.pdf>.

4. Снежные пушки. Экосистема. Производство и сервис снегогенераторов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.eco-snow.ru/snezhnye-pushki.html>.

УДК 631.347

## **АНАЛИЗ МИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

**Дранный Александр Владимирович**, доцент кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева  
**Кожевникова Наталья Георгиевна**, доцент кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** рассмотрены основные тенденции развития технологий и технических средств, обеспечивающих оптимизацию микроклиматических показателей почвы, указаны приоритетные направления научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, нацеленных на увеличение растительной продуктивности разнотипных почв.

**Ключевые слова:** орошение, технологии водообеспечения почвы, капельный полив.

Для обеспечения высококорентабельной сельскохозяйственной продукцией с низкой себестоимостью на современном этапе развития земледелия должны использоваться технические средства и ресурсосберегающие технологии орошения сельскохозяйственных насаждений, способные обеспечить оптимальным количеством влаги и элементов питания, и в то же время направленные на сохранение благоприятной экологической обстановки в агроландшафтах. Технологии и технические средства орошения сельскохозяйственных насаждений, помимо доставки влаги и питательных веществ к растениям, должны быть ориентированы на возможность оптимизации микроклиматических показателей почвы и воздуха в зоне развития растений, способствующих обеспечению жизнедеятельности полезных микроорганизмов.

Существует определённый типовой набор технологических процессов и реализующих их средств механизации для применения при возделывании сельскохозяйственных насаждений. Все они напрямую подчинены конечному условию – увеличению растительной продуктивности разнотипных почв. Одним из решающих факторов её оптимизации следует признать механическую структуру почвы, которая наиболее сильно зависит от степени насыщенности влагой корнеобитаемого горизонта [1].

Установлено, что внутрпочвенная влага является главным связующим звеном в цепочке, определяющей эффективность плодородия: наличие и распределение органических и минеральных удобрений – сохранение (как минимум) и искусственное наращивание плодородия – достижение и поддержание его на экономически выгодном уровне.

Существующее технологическое противоречие (противостояние) периодического содержания почв под парами с фактически неизбежным зарастанием их сорняками и активной механической обработкой, а значит ростом разнообразных суммарных затрат, сопровождается уменьшением порозности почвы и её водопроницаемости, снижает способность к накоплению влаги, способствует локальным стокам (перемещениям) осадков и смыву при этом почвы [2].

Главное отрицательное следствие набора этих и подобных факторов – это минерализация органических веществ в почве, то есть перевод в неусвояемую форму [3].

Позитивным примером оптимизации системы полива сельскохозяйственных насаждений можно признать выращивание земляники с применением достаточно эффективных сочетаний от традиционных, широко распространённых (таких, как стационарные водораспределительные трубопроводные линии и передвижные разноформатные дождевальные агрегаты) до адресного капельного орошения в наиболее эффективном варианте комплексного метода (фертигация). К числу достоинств данной технологии относят сохранение возможности внесения основного удобрения и проведения прикорневых оперативных подкормок выращиваемых культур [4].

Обобщенная и систематизированная многоаспектная информация по компоновочным схемам, конструкциям и техническим характеристикам всех типов дождевальных машин отечественного производства, а также шланго-барабанных дождевальных установок, модульных сборно-разборных ирригационных комплектов, технических средств микродождевания, импульсно-локального орошения, внутрипочвенного и капельного орошения, технологиям и технике поверхностного полива, по

трубопроводной арматуре и насосным станциям, агроклиматическому районированию технологий и технике полива, проектным и эксплуатационным режимам орошения сельскохозяйственных культур, дает самое полное представление об их широких технологических возможностях использования при орошении [5].

Сопоставляя уровни отечественных и зарубежных перспективных научно-исследовательских работ по повышению эффективности использования водных ресурсов и качества управления технологиями орошения и по изменению их под практическую потребность, как приоритетные можно выделить:

- ✓ водосберегающее, малоэнергоёмкое орошение;
- ✓ низконапорные дождевальные системы и аппараты;
- ✓ развитие систем внутрипочвенного и локального орошения;
- ✓ мобильные автоматизированные системы поверхностного полива;
- ✓ многофункциональное использование дождевальных машин.

Для реализации этих концепций в мировой практике отдается предпочтение:

- ✓ применению новых композиционных материалов, что, как следствие, снижает материал- и энергоёмкость поливов;
- ✓ дистанционным системам контроля, управления и защиты дождевальных машин;
- ✓ разработке дополнительных функций, в частности точного дозированного внесения химических мелиорантов;
- ✓ разработке многофункциональных машин – для защиты растений, подачи удобрений с поливной водой (фертигация);
- ✓ обеспечению унификации и возможности орошения полей любой конфигурации с максимизацией коэффициента земельного использования;
- ✓ привлечению альтернативных источников энергии для работы дождевальных машин;
- ✓ использованию в системах привода механизмов новых принципов регулирования параметров электродвигателей;
- ✓ использованию масляного гидропривода с работой по замкнутому контуру, мотор-колеса, гипоидных передач.

Как итоговое заключение по рассматриваемой теме можно констатировать, что повышение технико-технологического уровня решений по проблеме орошения насаждений, как уже было отмечено выше, и при анализе внутрипочвенной водообеспеченности, с одной стороны требует подбора высокопроизводительной техники и технологий орошения, учитывающих требования рационального использования воды и энергии, а с другой – постоянной их адаптации к условиям применения, формированию экологической безопасности, сохранению и повышению плодородия орошаемых почв.

### **Библиографический список**

1. Пат. 2291635 Российская Федерация, МПК6 В G 01 F 11/00. Дозатор-смеситель / Н.В. Фролов, А.А. Котиков; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Пензенская ГСХА. – № 20121007001/28; заявл. 14.03.2014; опублик. 22.09.2014, Бюл. № 23. – 10 с.: ил.

2. Акимов, Н.В. Повышение эффективности приготовления корма с обоснованием параметров матрицы пресс-экструдера: дисс. канд. тех. наук: 05.20.01 / Н.В. Акимов // Уфа. – 2015. – 178.

3. Зайцев, В.В. Обработка результатов экспериментальных исследований / В.В. Зайцев, О.А. Костина // Вестник БГАУ. – № 3. – 2012. – С.82-85.

4. Куликов, И.М. Интенсивная технология производства земляники (методические рекомендации) / И.М.Куликов, В.Ф.Воробьев, А.С. Косякин и др. // М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2014. – 84 с.

5. Ольгаренко, Г.В. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: справ. / Г.В. Ольгаренко, В.И. Городничев, А.А. Алдошкин и др. // М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2015. – 264 с.

УДК 631.348.45

## **АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ ПНЕВМОАКУСТИЧЕСКИХ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ЖИДКОСТИ В СРАВНЕНИИ С ТРАДИЦИОННЫМИ РАСПЫЛИТЕЛЯМИ**

**Скачков Егор Владимирович**, инженер кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Цымбал Александр Андреевич**, профессор кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** *Оценены возможности применения различных способов распыления жидкостей для наиболее эффективного применения в распылителях сельхоз назначения. Рассмотрены особенности дробления жидкостей в пневмоакустическом распылителе. Приведены зависимости для оценки устойчивости и разрушения капель жидкости.*

**Ключевые слова:** *пневмоакустический распылитель, резонатор, устойчивость и разрушение жидкости, дисперсность, числа Вебера и Лапласа.*

Сферы применения, технологические процессы, конструкционное исполнение устройств для перевода жидкостей в капельно-газообразное состояние, например, аэрозолей, весьма разнообразны. Особое место занимают разработки для использования в сельском хозяйстве, начиная от изготовления сельхозтехники и распыливания топлива в двигателях внутреннего сгорания, и заканчивая обработкой уже готовой сельскохозяйственной продукции и приданием ей товарного вида. В современных условиях с высокими требованиями экологической безопасности наиболее заметно их значение в частности в системах защиты растений [1].

Поиск и разработки инновационных технологий оптимального сочетания (зачастую противоречивых) характеристик формирования распыла рабочих жидкостей и управления, как его изначальными параметрами, так и непосредственно в процессе перемещения от распылителя до объекта обработки, в основном определяются свойствами, так называемых, традиционных, базовых способов распыления – механическое, гидравлическое, пневматическое, акустическое, ультразвуковое, электростатическое, электрогидравлическое, пульсационное и, в той или иной степени обобщающее их, - комбинированное, именно к которому и относится пневмоакустический метод

Принимая за основу типовую схему дробления жидкости, по которой под действием внешних сил и турбулентных пульсаций жидкость распадается на частицы различной величины и формы, как то: малые частицы под действием поверхностного натяжения принимают форму шара и образуют капли, а крупные – продолжают распадаться дальше, образуя при дальнейшем перемещении факел, параметры которого оценивают с помощью дисперсных характеристик, характеристик формы факела, характеристик распределения по сечению.

Оценка в совокупности приоритетных возможностей определяет ареал применения способов:

- ✓ гидравлическое распыливание самое экономичное по потреблению энергии (2-4 кВт на диспергирование 1 т жидкости);

- ✓ механические распылители предпочтительны для высоковязких и загрязненных жидкостей, а регулирование производительности происходит без существенного изменения дисперсности;

- ✓ у пневматического способа стабильный воздушный поток обеспечивает высокую надежность в эксплуатации, небольшую зависимость качества распыливания от расхода жидкости, и также возможность распыливания высоковязких жидкостей;

- ✓ при акустическом распылении, в отличие от пневматического, потоку воздуха уже при начальном контакте сообщаются колебания ультразвуковой частоты, что при прочих равных условиях обеспечивает более тонкое и однородное дробление.

В основу пневмоакустического распыления положен принцип подведения энергии к жидкости посредством динамического взаимодействия ее с высокоскоростным потоком газа (распыливающего агента), непосредственно в регулируемой зоне резонатора, где газовый поток приобретает колебания ультразвуковой частоты. Благодаря большой разнице относительных скоростей потоков газа и жидкости в резонаторе распылителя в сравнении с величинами до распылителя жидкость сначала расслаивается на отдельные нити, которые затем распадаются на капли и дополнительно жидкость, помимо разрывного воздействия газовых потоков, подпадает под акустические колебания [2].

Таким образом, для повышения качества и эффективности распыливания, улучшения проникающей способности аэрозоля, был применен этот комбинированный способ. Здесь распад жидкости достигается за счет нескольких механизмов

- ✓ внешних инерционных сил;
- ✓ турбулентных пульсаций;
- ✓ кавитации;
- ✓ капиллярных сил.

Превалирующий механизм распыливания жидкости зависит от конструктивных особенностей пневмоакустического распылителя, свойств жидкости и параметров жидкостного потока. Однако, вне зависимости от того, какой именно механизм распыливания является главенствующим, разрушение струи и последующее дробление капель есть следствие развития колебательных процессов, возникновение которых обусловлено внешними и внутренними факторами. К внешним относят аэродинамические силы, которые стремятся разорвать струю жидкости и деформировать капли распыла, а к внутренним – возмущения, обусловленные

качеством изготовления распылителя, его вибрациями во время эксплуатации и конструктивными особенностями

Отличительной особенностью пневмоакустического распылителя жидкости является наличие перед соплом резонатора, как источника ультразвуковых волн, работающего по принципу излучателя Гартмана: воздушная струя, выходящая из газового канала распылителя под давлением при взаимодействии со встречной поверхностью резонатора создает волны уплотнения и разрежения. При этом частота излучаемых звуковых продольных волн зависит от расстояния между соплом распылителя и поверхностью резонатора. Под воздействием этих акустических волн система выходит из стабильного состояния, при котором силы поверхностного натяжения молекул жидкости скомпенсированы аэродинамическими силами, и в результате происходит распад струи [3].

В случае пневмоакустического распылителя жидкости воздействие на капли акустическими волнами достаточно большое, чтобы начался процесс осцилляции к дальнейшему параметрическому резонансу, при котором амплитуда колебаний поверхности капли резко возрастает. Вследствие этого разность динамических напряжений в разных точках поверхности капли в итоге превышает силы капиллярного давления, и целостность капли нарушается. Параметрический резонанс возникает при условии, что частота звуковых волн равна (или близка) удвоенной собственной частоте колебаний капли (основной или главный резонанс), или при равенстве частоты излучения звука собственной частоте (первый резонанс) колебаний капли. При этом в ней образуются выступающие сегменты. С течением времени радиус выступающих сегментов увеличивается, в результате чего уже образуются промежуточные области пониженного давления, которые способствуют последующему разрушению капли. Данный процесс происходит при превышении звуковым давлением пороговой величины, зависящей от размеров капли и длины поверхностных волн [4].

На определенных этапах распада капли большое значение имеют кавитационные явления, заключающиеся в резком образовании и (или гибели) множества пузырьков из-за неравномерного распределения внутреннего давления капель, возникающего под действием резонансных колебаний.

Описываемые процессы разрушения капель связаны с важным параметром, определяющим устойчивость и разрушение – числом Вебера:

$$We = \rho d(u-V)^2 / \sigma, \quad (1)$$

где:  $u$  – относительная скорость,

$d$  – диаметр капли в недеформированном состоянии,

$\rho$  – плотность газа,

$\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения.

Установлено, что при малых скоростях газового потока происходит не дробление, а увеличение размера капли.

Ранее было установлено, что значение критерия Вебера  $We$  для различных сред, соответствуют нижнему пределу устойчивости капли и равно 5,35, а верхнему пределу устойчивости – 7. При нижнем предельном значении критерия Вебера капля делится на две части, при верхнем капля дробится на несколько мелких капель. Также, опытным

путем установлено, что для мелких капель (диаметром до 3000 мкм) значение критической величины критерия Вебера возрастает, отклоняясь от пределов 5,35 и 7.

Во многих случаях условия разрушения могут зависеть также от вязкости жидкости, то есть от числа Лапласа:

$$L_p = d r_{ж} s/h^2 \quad (2)$$

где:  $d$  – диаметр капли в недеформированном состоянии,

$r_{ж}$  – плотность жидкости,

$s$  – коэффициент поверхностного натяжения,

$h$  – коэффициент динамической вязкости.

В случае распыления вязких жидкостей, значение числа Лапласа влияет на характер распада капель.

Несмотря на глубокую проработку учеными мира различных механизмов дробления капель при распылении жидкости, на данный момент нельзя точно судить о преобладающем процессе, первоначально влияющем на распад капель при работе пневмоакустического распылителя жидкости. Данная проблема связана со сложностью отслеживания поведения капель на различных этапах дробления при распылении.

### Библиографический список

1. Батыров, В.И. Пневмоакустический распылитель для ультрамалообъемного опрыскивателя плодовых деревьев / В.И. Батыров, В.С. Койчев, Х.Л. Губжиков // Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки "Агроуниверсал - 2016". Савропольский ГАУ. – 2016. – С.19-23.

2. Пат. 2570678 Российская Федерация, МПК В05В 17/04 (2006.01) Пневмоакустический распылитель жидкости / Ю.А. Борисов, Н.С. Исаев, А.В. Гладилин; заявитель и патентообладатель: База данных «РИД» Минпромторг РФ Дата охранного документа 10.12.2015, Опубликовано: 10.12.2015, Бюл. № 34.

3. Хмелев, В.Н. Исследование режимов ультразвукового воздействия для распыления различных по свойствам жидкостей / В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов, Р.С. Доровских В.А. Нестеров, А.В. Шалунова // Вестник Тамбовского ГТУ. – 2017. – С.111-119.

4. Коровина, Н.В. Распыление жидкости при импульсном воздействии сжатым воздухом / Н.В. Коровина, О.Б. Кудяшова, Б.И. Ворожцов, Э.Р. Шрагер // Известия Томского политехнического университета. – Т.322. – № 2. – 2013. – С.167-171.

## АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ТЕПЛИЧНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ НАСАЖДЕНИЙ

**Комаров Сергей Александрович**, специалист, ТЭЦ-21, филиал ОАО «Мосэнерго»  
**Гамаюнов Валентин Павлович**, инженер, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Проведен анализ сведений по системам регулирования температурного режима, выбрана наиболее приемлемая из известных, применяемых в тепличных комплексах. По результатам анализа были определены оптимальные конструктивно-режимные параметры роторного рекуператора.

**Ключевые слова:** микроклимат, терморегулятор, роторный рекуператор.

С каждым годом в тепличных предприятиях все большее внимание уделяется высококачественному поддержанию микроклимата. Поддержание и автоматическая регулировка температуры в помещениях такого сложного комплекса – сложная техническая задача. Верно подобранная методика поддержания микроклимата – одна из важнейших составляющих, позволяющих увеличить урожайность. А эффективное использование энергоресурсов – дополнительная возможность существенно уменьшить себестоимость производимой продукции. Современная автоматизированная система управления микроклиматом должна поддерживать не только лишь заданный режим, но и максимально эффективно использовать возможности исполнительных систем.

В настоящее время ведется активная модернизация теплиц, связанная с увеличением числа исполнительных систем: деление контуров, модернизация форточной вентиляции, установка систем зашторивания, установка вентиляторов. И чем больше исполнительных систем имеет теплица, тем важнее для нее выбор критерия, определяющего стратегию поддержания микроклимата. К примеру, одним из наиболее популярных критериев управления является экономия теплоресурсов [1]. В данном случае целесообразнее активно использовать нижние контура обогрева, т.к. они меньше всего отдают тепла внешней среде. Другой подход к выбору критерия подразумевает поддержание температуры у точки роста выше, чем у корней растения и, тем самым подразумевает активное использование верхних контуров обогрева. Еще один критерий управления базируется на том, что нижний контур должен поддерживать в корневой зоне постоянную температуру, так называемый оптимум, и только при исчерпанных ресурсах других исполнительных систем отклоняться от него.

Навык внедрения автоматизированных систем управления демонстрирует, что на этапе проектирования системы довольно непросто выбрать единый критерий управления. Поэтому в системе управления должна существовать возможность оперативно задать критерий во время эксплуатации, причем методы его задания должны в наглядной форме отображать агрономические, финансовые и технические требования, предъявляемые к системе. Таким образом, современная система

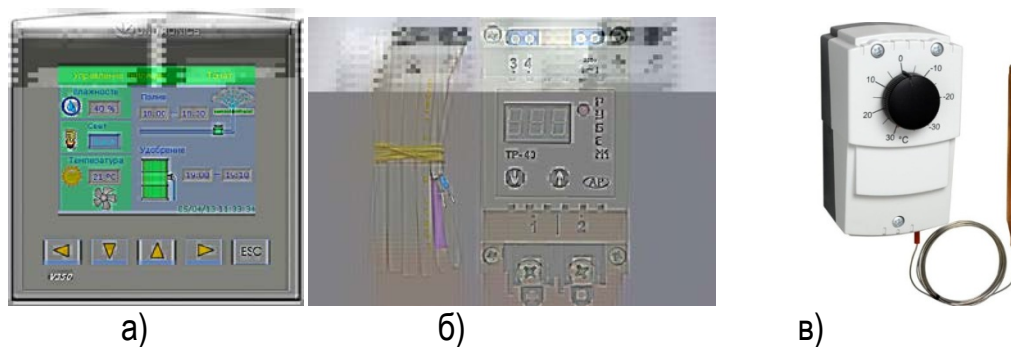


управления должна позволять задать не только один из вышеперечисленных критериев управления или их комбинацию, но и любой другой возникающий в процессе производства, предоставляя агроному-технологу широкие возможности в выборе метода поддержания температурно-влажностного режима в теплице [2].

В последние годы для управления температурным режимом в блоке теплицы широкое распространение получает установка терморегуляторов. Принцип действия их конструкции довольно прост: на исполнительное устройство поступает сигнал с датчиков, который в зависимости от вида установки может вызвать следующие действия:

- включить или же исключить принудительную вентиляцию;
- изменять состояние затеняющих штор (при технологической необходимости);
- открыть или закрыть шторы естественной вентиляции для проветривания;
- включить или выключить систему обогрева почвы и воды для полива.

Существует множество видов терморегуляторов. Рассмотрим основные из них, которые наиболее предпочтительны с нашей точки зрения для предлагаемого блочного модуля [3].



**Рис. 1. Виды терморегуляторов (а – сенсорный; б – электронный; в – механический)**

1. Сенсорные регуляторы температуры (рисунок 1а). Предусмотрены преимущественно для больших тепличных комплексов. Имеется вероятность применения большого количества программ, управляющих работой отопительной системы. Имеют большую численность разнообразных функций, как правило, снабжаются экраном с подсветкой.

Из недостатков следует отметить высокую стоимость устройства, сложность настройки и управления.

2. Электронные терморегулятор (рисунок 1б). В устройствах этого типа количество функций заметно меньше, чем у регуляторов предшествующего класса, но и стоимость более приемлемая. Обычно снабжены переключателем, дающим возможность установить определенный режим работы и жидкокристаллическим дисплеем, на котором отображается необходимая информация.

К числу недостатков можно отнести то, что он реагирует на опосредованные значения регулируемого параметра, которые могут не соответствовать и отражать реальное состояние объекта регулирования.

3. Механические терморегуляторы (рисунок 1в). Это обычные по устройству, но зачастую не менее эффективные приборы, чем их электронные аналоги.

Температурный режим задается один раз, а затем по необходимости делается ручная корректировка характеристик.

Недостатком таких регуляторов считается отсроченность проведения действий, собственно, что приводит к сбою технологического решения, так как оператор не способен практически сразу выполнить нужные манипуляции с контролируемым параметром.

С учетом комплексной оценки всех рассмотренных регуляторов наиболее приемлемым решением можно считать совокупное использование их в зависимости от уровней технологических требований конкретных объектов выращивания.

Указанное выше оборудование может быть применено в различном сочетании для нормализации и управления работой именно теплопередающего аппарата – роторного рекуператора (рисунок 2), который, по предварительной оценке, может быть наиболее приемлемым аппаратом для управления температурным режимом блока [4].

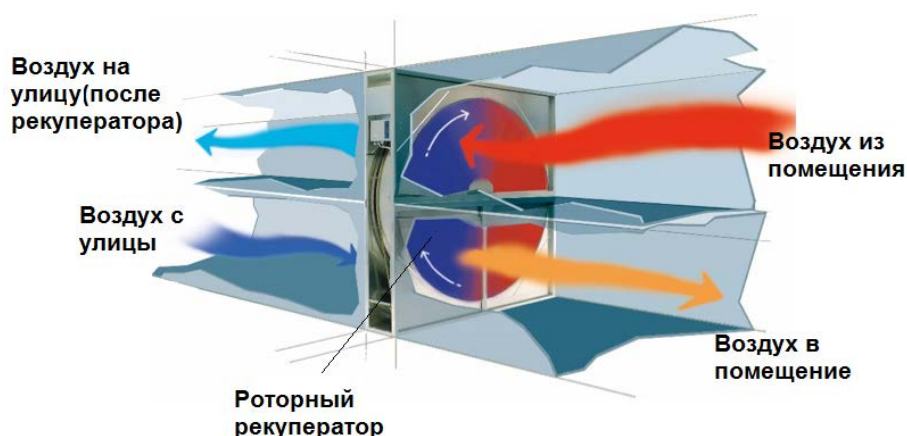
Он реализует наиболее эффективным способом теплообмен между двумя категориями теплоносителей, имеющих различные температуры. Как следует из самого названия, рекуператор обладает роторным теплообменником, вращающимся с заданной скоростью. В установке присутствуют два канала: вытяжной и приточный. Теплообменник нагревается в зоне вытяжного канала, а охлаждается в зоне приточного. Таким образом, тепло из вытяжного канала передается в приточный.

Преимущества роторного рекуператора:

- небольшие габариты устройства;
- возможность регулировки скорости вращения теплообменника;
- возможность регулировки направления подачи воздушного потока;
- высокий КПД.

Расположение каналов, оси вращения и ротора может быть вертикальным, горизонтальным и с переменным углом установки.

Наиболее выигрышным вариантом для целей создания оптимальных условий, применительно к преимущественным посадкам растущих в это время насаждений может быть применено ориентированное воздействие воздушного потока на эти насаждения.



**Рис. 2. Схема работы роторного рекуператора**

### Библиографический список

1. Шелехов И.Ю., Седельникова А.Ю. Оценка эффективности использования различных методов обогрева теплиц // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – № 1 (4). – 2013. – С.138-139. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-ispolzovaniya-razlichnyh-metodov-obogreva-teplits>.
2. Установка и управление системой вентиляции в теплицах пятого поколения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://kazatu.kz/assets/i/science/sf12\\_tehno\\_102.pdf](http://kazatu.kz/assets/i/science/sf12_tehno_102.pdf).
3. Регуляторы температуры и влажности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.owen.ru/>.
4. Роторные рекуператоры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://klimatbox.ru/catalog/ventilyaciya/arktos-rekuperatory/rr/>.

УДК 631.37

### ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ БОЛЕЕ РАСШИРЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Ещин Александр Вадимович**, доцент кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Цымбал Александр Андреевич**, профессор кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Исаков Пётр Михайлович**, инженер образовательного комплекса, ГПОУ ОКГ «Столица»

**Аннотация:** Статья посвящена изучению и анализу особенностей процесса обработки почвы при использовании электрогидравлического удара на изменение количества содержащихся в ней легкоусвояемых минеральных веществ, оказывающих влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур.

**Ключевые слова:** электрогидравлический эффект, «бактериальный взрыв», уровень усвоения, минеральные удобрения, сельскохозяйственные культуры, рост, развитие, растворимость, обработка почвы.

Принято считать, что уровень производственно выгодного плодородия почвы может поддерживаться в приемлемом и допустимом для конкретных регионов диапазоне за счет трех основных факторов:

- сохранение естественной, присущей региональному типу почв плодородности;
- стабильное восполнение потерь внесением органических удобрений;
- активное применение минеральных удобрений с дозировкой, управляемой под виды почв и выращиваемых растений. Отсюда разнообразие методов повышения эффективности плодородия почв, направленного на рост урожайности.

В почве же могут содержаться не все вещества, необходимые растению, в то же время возможен и избыток некоторых из них, но в тех формах, которые не могут быть усвоены растениями. Анализ различных альтернативных технологий обработки почвы показывает, что в наибольшей степени, на переход содержащихся в почве минеральных веществ в усвояемую растениями форму влияет воздействие на почву различных физических факторов.

В середине прошлого века было установлено, что возможна целевая оперативная корректировка баланса усвояемых растениями питательных веществ за счет перевода минерализованных составляющих органических удобрений и остатков не востребуемых минеральных удобрений в усвояемые формы.

Нужно отметить, что, изучая эту приоритетную российскую инновацию на возможность применения электрогидравлического эффекта (ЭГЭ) по разнообразным научно-техническим и производственным направлениям учёными, изобретателями, разработчиками и производителями техники было предложено, апробировано и оценено множество электрогидравлических устройств для различных технологических процессов в сельском хозяйстве [1].

Позитивное отношение к ЭГЭ в тот период можно выразить тезисом, который обобщает активную позицию известного ученого и во многом автора реализованных проектов с ЭГЭ Юткина В.А: «Из двух-трех горстей земли, взятой с любого поля, можно путем очень небольших энергетических затрат и с помощью очень простых средств получить удобрения, достаточные для питания растений на площади в 1 м<sup>2</sup> в течение целого года».

Возникающее в результате высоковольтного электрического разряда между погруженными в жидкость (равно как и в почву) электродами высокое давление (до 300 Мпа) получают за счет энергии импульсной ударной волны, распространяющейся вокруг канала разряда в рабочей среде. Это давление используют не только для механического воздействия на материалы при их оригинальных обработках и в разных сферах сельского хозяйства (для примера в процессах очистки и мойки шерсти, обеззараживания жидких сред и т.д.), но и сопровождается целым комплексом физико-химических изменений объектов воздействия за счёт: резонансных явлений, инфра- и ультразвуковых колебаний большой интенсивности, что приводит к разрыву химических связи в молекулах [2].

Присутствующие в почве элементы почти все химически связаны (и не- или мало растворимы) и недоступны для усвоения сельскохозяйственными культурами, а общепринятым решением этой проблемы считается, как уже было отмечено выше, компенсационное внесение минеральных и органических удобрений, но, конечно, намного целесообразнее сделать растворимыми и легко усваиваемыми вещества уже содержащиеся в почве.

В опытах электрогидравлического дробления горных пород и других природных материалов был обнаружен сопутствующий эффект, заключающийся в том, что многие содержащиеся в них в нерастворимом виде химические вещества и соединения становятся растворимыми, а также отмечается интересная особенность, – чем беднее горная порода этими элементами и соединениями, тем интенсивнее и с меньшими затратами энергии происходит их выделение в раствор [3].

Было установлено, что ЭГЭ обеспечивает многочисленное расщепление сложных молекул, способствует образованию более простых веществ, их перегруппировке, частичному соединению в другие молекулы. Тогда как разложение и упрощение сложных нерастворимых молекул в почве происходит в течение десятилетий и даже столетий, то электрогидравлический эффект способен все изменить за секунду.

К тому же после обработки почвы с применением ЭГЭ сельскохозяйственные культуры становятся существенно больше в размерах и значительно плотнее разрастаются по плодородной почве. Кроме того, использование электрогидравлического эффекта приводит к еще одному замечательному эффекту – «бактериальному взрыву». После электрогидравлического удара в обработанной почве бактерии-азотфиксаторы продолжают синтезировать это вещество. Изменяя параметры электрогидравлического эффекта и подсеявая в почву нужные микроорганизмы, можно осуществлять весьма точную регулировку «бактериального взрыва» и добиться увеличения содержания азота в почве в десятки раз.

Будет уместно отметить, что уже к восьмидесятым годам XX века развитие теоретического представления природы электрогидравлического эффекта, позволило определить ряд методов и приемов, обеспечивающих высокий КПД работающих на этом принципе машин и механизмов, и предложить более двухсот способов и устройств применения ЭГЭ, многие из которых были внедрены на практике [4].

Таким образом можно сделать выводы, что:

- ✓ применение электрогидравлического эффекта можно считать эффективным приемом не только для регулирования количества питательных веществ в почве, но и способствующим повышению уровня их усвоения во время роста и развития растений;
- ✓ следует инициировать возобновление активных НИР с применением ЭГЭ как по техническим, так и технологическим аспектам.

### **Библиографический список**

1. Эффект Юткина или забытый революционный способ преобразования энергии// Сообщества //Это интересно знать// [Электронный ресурс] URL: <https://www.drive2.ru/c/2379931/> (дата обращения: 20.10.2016).

2. Пат. 2570678 Российская Федерация, МПК В05В 17/04 (2006.01) Пневмоакустический распылитель жидкости / Ю.А. Борисов, Н.С. Исаев, А.В. Гладилин; заявитель и патентообладатель: База данных «РИД» Минпромторг РФ Дата охранного документа 10.12.2015, Опубликовано: 10.12.2015, Бюл. № 34.

3. Егорушкин, И.О. О применении электрогидродинамического эффекта в сельском хозяйстве / И.О. Егорушкин, Я.А. Кунгс, А.И. Орленко, Н.В. Цугленок, А.В. Юрьёв // Вестник Красноярского ГАУ. – № 1. – 2013. – С.143-146

4. Ещин, А.В. Способ внесения удобрений с применением электрогидравлического эффекта / А.В. Ещин, Н.Г. Кожевникова // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 2. – 2010. – С.75-77.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ CVD-МЕТОДА МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

**Ерохин Михаил Никитьевич**, профессор кафедры сопротивления материалов и деталей машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Чупятов Николай Николаевич**, доцент кафедры сопротивления материалов и деталей машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация.** Отмечена необходимость модифицирования рабочих поверхностей деталей сельскохозяйственных машин. Приведены преимущества химического газофазного осаждения (CVD-метода) по сравнению с другими методами упрочнения. Газофазная металлизация позволяет получать на рабочих поверхностях деталей покрытия с необходимыми физико-механическими свойствами. Представлена схема реализации CVD-метода и схема установки для нанесения покрытий.

**Ключевые слова:** CVD-метод, покрытия, упрочнение деталей, сельскохозяйственные машины.

Повышение надежности, энергоэффективности и экологической безопасности сельскохозяйственной техники при одновременном снижении трудоемкости ее изготовления невозможно без использования новых материалов, развития технологий модифицирования рабочих поверхностей деталей, обеспечивающих их формирование с необходимыми физико-механическими свойствами [1-6]. В настоящее время разработано множество способов поверхностного упрочнения деталей, однако их применение в практике сдерживается потребностью больших капитальных затрат на переоснащение промышленных предприятий.

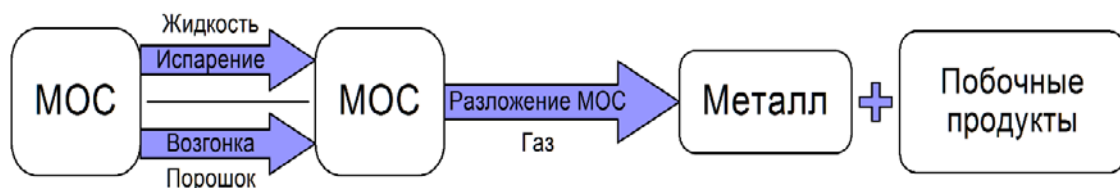
Одним из перспективных направлений в области упрочнения деталей является внедрение в производственный цикл метода «химического газофазного осаждения» металлов (Chemical Vapor Deposition-CVD). Этот метод позволяет получать нано, микро и макро покрытия на подложках изготовленных из сталей, лёгких сплавов, полимерных материалов, стекла, керамики и др. [3, 5].

По сравнению с гальваническим осаждением, диффузионной металлизацией, газопламенным и плазменным напылением, лазерной, газопорошковой наплавкой и другими методами CVD-процесс имеет ряд преимуществ.

Это прежде всего: простота технологического оборудования; низкая энергоёмкость процессов; высокая скорость формирования покрытий (8-10 мкм/мин и выше); отсутствие пор в покрытиях (высокая плотность); шероховатость покрытий в пределах  $Ra = 0,2-0,4$  мкм; возможность получения покрытий на внутренних поверхностях деталей и деталях сложной формы; возможность получения покрытий с высокими значениями микротвёрдости (до 21 ГПа и более, за счёт формирования на поверхности деталей карбидосодержащих покрытий); низкая температура ведения металлизации (от 70 до 650 °С); технологическая возможность организации процесса в

замкнутом цикле; возможность полной автоматизации; возможность получения покрытий на неметаллических подложках, например на углеродных волокнах, полимерных материалах и технической керамике [5].

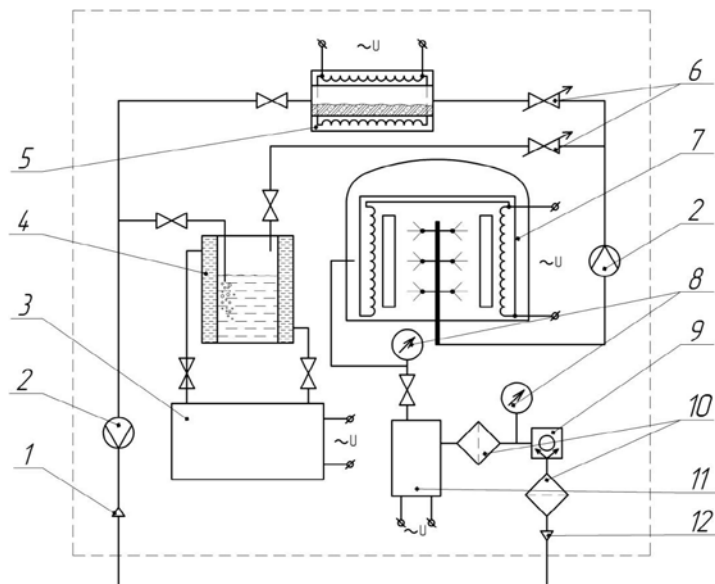
На рисунке представлена схема реализации метода химического газофазного осаждения. Металлоорганическое соединение (МОС), находящееся в герметичной ёмкости, переводится в газообразное состояние путём испарения или возгонки и дозированно подаётся в реакционную камеру, где разлагается на подложке разогретой до температуры разложения МОС. При разложении выделяется металл и побочные продукты реакций.



**Рис. 1. Схема реализации CVD-метода**

При решении различных практических задач возможно использование разнообразных технологических методов CVD металлизации. Все они сводятся к трем простым принципиальным схемам – парофазное разложение с использованием несущего газа, парофазное разложение в вакууме и универсальная схема, включающая две предыдущие.

Пример схемы аппаратного оформления процесса металлизации представлен на рисунке 2.



**Рис. 2. Схема промышленной установки для нанесения покрытий CVD-методом МОС на детали:**

- 1 – подвод инертного газа; 2 – расходомер; 3 – термостат; 4 – смеситель; 5 – сублиматор; 6 – клапан регулировочный; 7 – реакционная камера; 8 – вакуумметр; 9 – вакуум-насос; 10 – фильтрующий элемент; 11 – печь доразложения; 12 – выпуск очищенного газа в атмосферу

Современный уровень развития химии позволяет таким путем синтезировать металлоорганические соединения (МОС) практически всех металлов периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Большинство металлов может быть получено из газовой фазы термическим разложением соответствующего исходного вещества. Для металлов I-IV групп доступных истинных карбониллов не существует, поэтому здесь целесообразно применять другие летучие МОС. В случае же применения процесса к металлам V-VIII групп предпочтение следует отдать карбонилам металлов, которые в отличие от галогенидов не выделяют в процессе разложения агрессивных газов – хлора, фтора и их соединений с водородом [3, 5].

Наиболее интересными реагентами, с точки зрения упрочняющих технологий, являются МОС содержащие в своём составе группы СО и СН. Наличие углерода в них позволяет, катализируя в CVD-процессе протекание тех или иных химических реакций, получать в покрытии необходимое количество карбидных включений и тем самым обеспечивать высокое значение микротвёрдости. Наиболее перспективные МОС с технологическими параметрами их разложения и теоретически возможными значениями микротвёрдости карбидов основного материала покрытия приведены в таблице.

Одним из преимуществ CVD-метода термического разложения МОС является механизм образования покрытий. При этом металлизированная поверхность подложки находится в окружении газовой смеси, включающей в себя пары металлоорганического соединения, молекулы которого постоянно перемещаются во всех направлениях в объеме реакционной камеры, что позволяет им приближаться и вступать в контакт со всеми частями и участками подложки, имеющими температуру, необходимую для разложения данного соединения. Это свойство позволяет выполнять металлизацию деталей сложной формы, а так же наносить покрытия на внутренние поверхности.

Нагрев подложек в CVD-реакторе может осуществляться пропусканием электрического тока через подложку, ИК-лучами через стекло, токами высокой частоты, жидкими теплоносителями и др.

В качестве технологического оборудования для CVD-метода можно использовать серийно выпускаемое промышленностью электровакуумное оборудование, узлы привода, контрольно-измерительные приборы и т.д., что значительно упрощает задачу технологического обеспечения и снижает стоимость разработки и изготовления новых средств производства.

Таблица

**МОС и технологические параметры их разложения [5]**

Группа ПСХЭ	Основной материал покрытия	Исходное летучее соединение	Температура нагрева, °С		Теоретическая микротвёрдость карбида для основного материала покрытия, МПа
			исходного соединения	подложки	
VI	Cr	Cr(CO) <sub>6</sub>	30-50	300-700	до 18 ГПа
	Mo	Mo(CO) <sub>6</sub>	30-60	450-700	до 14,99 ГПа
	W	W(CO) <sub>6</sub>	40-70	450-700	до 17,16 ГПа



VIII	Fe	Fe(CO) <sub>5</sub>	20-30	100-300	до 5,8 ГПа (карбонильное)
	Co	Co <sub>2</sub> (CO) <sub>8</sub>	20-25	180-220	до 8 ГПа (карбонильный)
	Ni	Ni(CO) <sub>4</sub>	20-30	100-300	до 9 ГПа (карбонильный)

Выводы: 1. Газофазная металлизация позволяет получать на рабочих поверхностях деталей покрытия с заранее заданными физическими, химическими и механическими свойствами.

2. Дешевизна и простота реализации метода обеспечивают доступность его внедрения в производство при решении проблем восстановления и модифицирования рабочих поверхностей широкой номенклатуры деталей сельскохозяйственной, дорожно-строительной, лесозаготовительной техники и автомобильного транспорта.

3. Максимальные технический и экономический эффекты возможны при использовании в качестве реагента соединений на основе хрома, железа, никеля, молибдена и кобальта.

#### Библиографический список

1. Черноиванов, В.И. Восстановление деталей машин / В.И. Черноиванов, И.Г. Голубев // М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2010. – 374 с.

2. Коломейченко, А.В. Технологии повышения долговечности деталей машин восстановлением и упрочнением рабочих поверхностей комбинированными методами: автореф. дис. ... докт. техн. наук / А.В. Коломейченко // М., 2011. – 32 с.

3. Ерохин, М.Н. Применение химического парофазного осаждения для повышения износостойкости прецизионных деталей гидравлических систем машин и оборудования в животноводстве / М.Н. Ерохин, Н.Н. Чупятов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – № 4 (12). – 2013. – С. 61-64.

4. Бородавко, В.И. Обработка и упрочнение поверхностей при изготовлении и восстановлении деталей / В.И. Бородавко [и др.]; под общ. ред. М.Л. Хейфеца и С.А. Клименко // Минск: Беларус. Наука. – 2013. – 463 с.

5. Ерохин, М.Н. Способы модифицирования поверхностей трения деталей машин: монография / М.Н. Ерохин, С.П. Казанцев, Н.Н. Чупятов // М.: ФГБОУ ВПО МГАУ. – 2014. – 140 с.

6. Ельцов, В.В. Восстановление и упрочнение деталей машин: электронное учеб. пособие / В.В. Ельцов // Тольятти: Изд-во ТГУ. – 2015. – 1 оптический диск.

## АДСОРБЦИЯ ФТОР-ПАВ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА СМАЗКУ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГРАНИЧНОГО И ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ТРЕНИЯ

**Гайдар Сергей Михайлович**, профессор кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Василевский Александр Викторович**, преподаватель кафедры эксплуатации вооружения и военной техники, Рязанское гвардейское высшего воздушно-десантного командного училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова

**Лагузин Алексей Борисович**, заместитель руководителя по научной работе – начальник научно-исследовательского комплекса, Государственный научный центр Российской Федерации ФГУП «НАМИ»

**Аннотация:** Показаны перспективы нанотехнологий для повышения надежности сельскохозяйственной техники. Приведены технологии нанесения мономолекулярной защитной пленки на поверхности трибосопряжений и результаты эксперимента их эффективности в режиме граничного и гидродинамического трения.

**Ключевые слова:** поверхностно-активные вещества, мономолекулярная защитная пленка, трение, износ.

Цель данной работы – исследование влияния защитной мономолекулярной пленки Фтор-ПАВ на процессы трения и изнашивания поверхностей трибосопряжений, в условиях граничного и гидродинамического трения.

В качестве исследуемых материалов использовались образцы железа и меди.

Исследование структуры металла до и после нанесения МЗП проводилось с помощью просвечивающей электронной микроскопии на электронном микроскопе ЭМВ-100ЛМ. Определяли твердость и микротвердость образцов.

Для оценки энергетических характеристик поверхностей измерялся краевой угол смачивания сидячей капли (таблица 1). С помощью часовой маслodosировки на горизонтальную поверхность, наносили капли масла МН-60. В качестве материалов подложки использовали латунь и сталь Ст. 3 [1].

Таблица 1

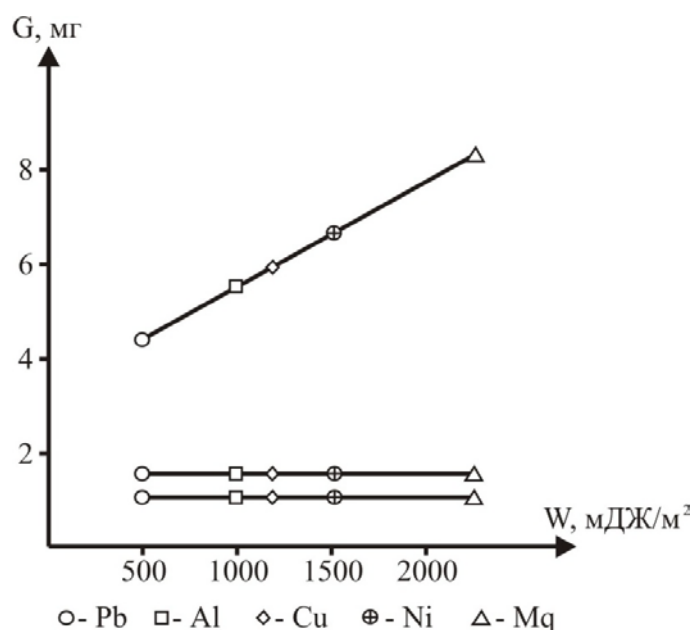
### Краевой угол смачивания и энергетические характеристики на границе раздела жидкости и металла

Условия испытания	Граница раздела	Краевой угол смачивания $\theta$ град.	Энергия смачивания $W_c$ мДж/ м <sup>2</sup>	Работа адгезии $W_a$ , мДж/ м <sup>2</sup>
Контр. обр.	Латунь-масло	41	31,42	73,32
МЗП	Латунь-масло	61	20,11	62,01
Контр. обр.	Сталь Ст. 3 – масло	41	31,42	73,32
МЗП	Сталь Ст. 3 – масло	61	20,11	62,01

Маслоемкость поверхности.

Изменение условий смачивания поверхности смазочным материалом после нанесения МЗП влияет на маслоемкость поверхности, что в свою очередь может оказать существенное влияние на силу трения и величину износа сопряженных поверхностей до и после нанесения МЗП.

Для сравнительной оценки маслоемкости проведено определение количества масла, остающегося на вертикальной поверхности пластины после ее извлечения из масляной ванны (рисунок 1).



**Рис. 1. Маслоемкость металлических поверхностей:**

1 – без МЗП; 2 – сплошная МЗП; 3 – прерывистая МЗП

Исследовали пластины трех типов: контрольная (без МЗП) (кривая 1), и с МЗП (кривые 2 и 3). При этом проводилось как обычное сплошное покрытие (кривая 2) так и прерывистое, при котором на поверхности пластины оставались непокрытыми МЗП 15 участков диаметром 3 мм (кривая 3) [2].

Известно, что в трибосопряжениях стремятся обеспечить гидродинамический режим трения, т.е. ввести в них смазочный материал [3], при котором осуществляется полное разделение трущихся поверхностей в результате давления, возникающего в смазке при относительном движении поверхностей.

Сила трения  $F_{TP}$  при взаимном перемещении двух поверхностей твердых тел складывается из адгезионного  $F_a$  и когезионного  $F_k$  сопротивлений

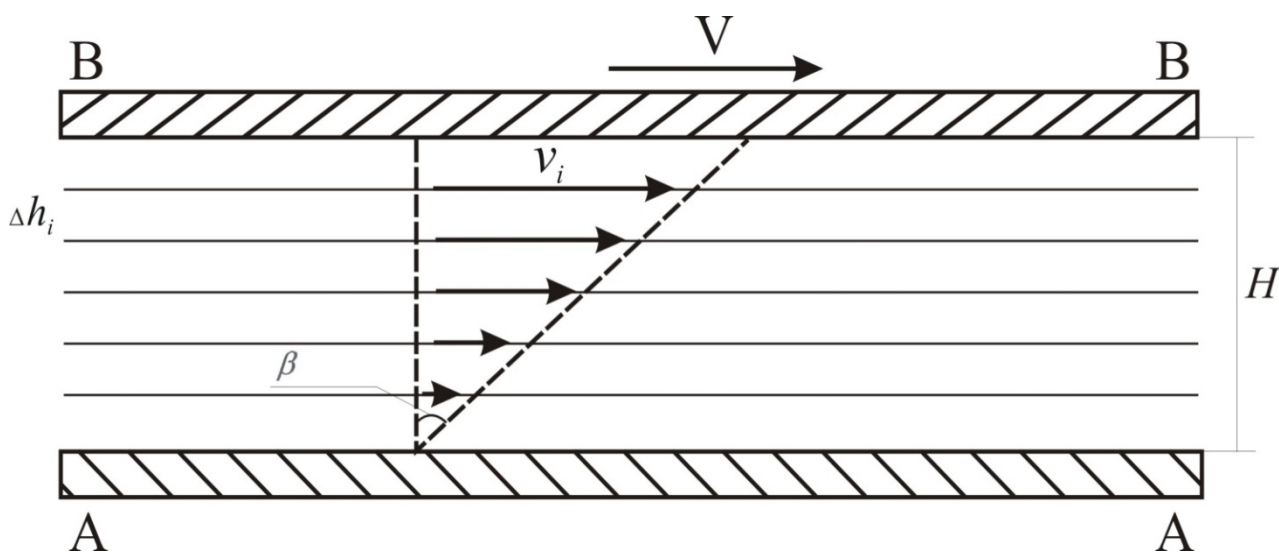
$$F_{TP} = F_a + F_k \quad (1)$$

В зависимости от вида и условий трения, а также от структуры тел и связей в них отдельные слагаемые формулы (1) могут возрастать или уменьшаться и даже исчезать совсем. Так, при внутреннем трении адгезионная составляющая близка к нулю, а при внешнем трении идеально гладких поверхностей когезионный компонент был бы равен

нулю. Кроме указанных крайних случаев, когда одно из слагаемых равно нулю, существует множество промежуточных ситуаций, при которых оба слагаемых имеют достаточно большие величины [4].

При гидродинамическом режиме молекулы смазочного материала, соприкасающиеся с поверхностями контакта, прочно адсорбируются на них, промежуточные же слои движутся в зазоре между трущимися поверхностями (рисунок 2), подчиняясь законам гидродинамики. Вязкость смазочного материала  $\eta$  является важнейшим физико-химическим свойством, оказывающим влияние на силу трения

$$F_{TP} = \eta S \frac{dv}{dh} \quad (2)$$



**Рис. 2. Механизм внутреннего трения при взаимном скольжении двух твердых тел:** *BB* – подвижное твердое тело; *AA* – неподвижное твердое тело; *V* – относительная скорость движения твердых тел;  $\Delta h_i$  – толщина элементарного слоя смазочного материала, между которым при наличии градиента скорости возникает внутреннее трение;  $v_i$  – скорость *i*-го слоя; *H* – толщина слоя смазочного материала

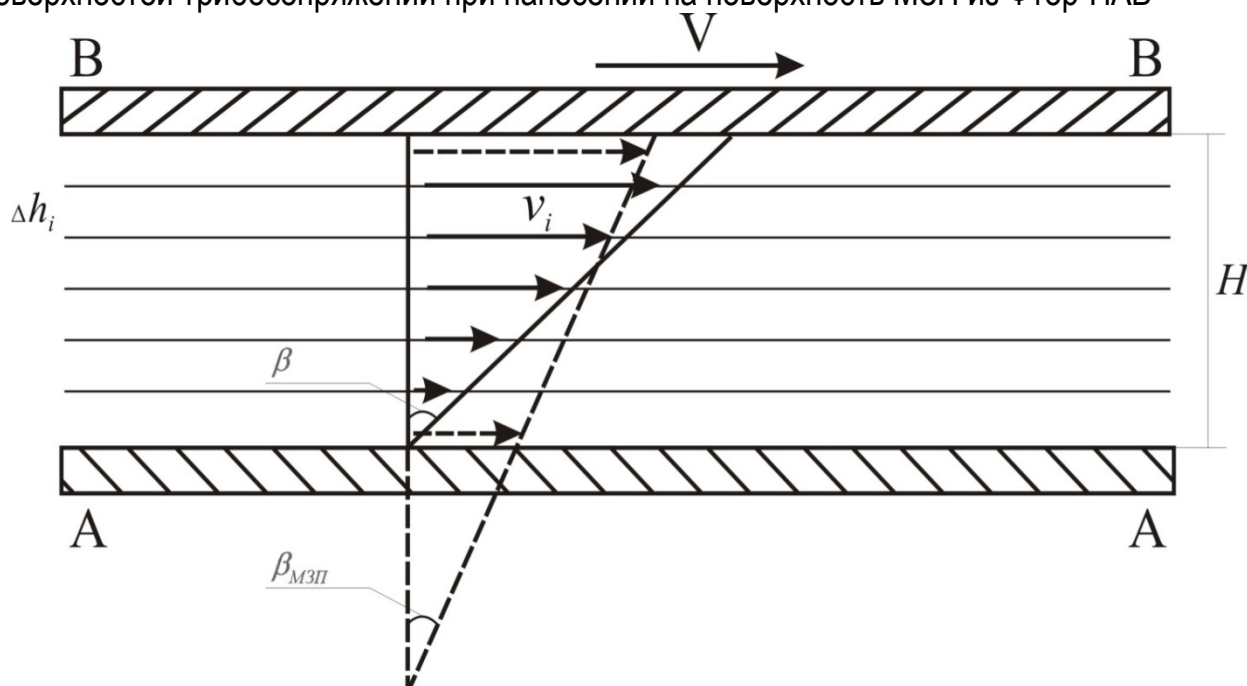
Из формулы (2) видно, что сила трения является функцией вязкости смазки  $\eta$ , площади поверхности трибосопряжения *S* и градиента скорости  $\frac{dv}{dh}$ :

$$F_{TP} = f \left( \eta S \frac{dv}{dh} \right)$$

Уменьшить силу трения в гидродинамическом режиме можно, в результате подбора смазки с меньшей вязкостью, а также за счет снижения градиента скорости. На практике используют в качестве основы для производства моторных масел минеральные масла с минимальной вязкостью или синтезируют синтетические масла с заданной вязкостью. В первом и втором случае существует предел понижения вязкости [5]. Нанесение МЗП из Фтор- ПАВ на поверхность трибосопряжений позволяет получить участки поверхности с лиофобными свойствами. В результате чего происходит «проскальзывание» граничных слоев смазки на поверхностях трибосопряжений и значение скорости на неподвижной поверхности будет отличным от нуля, а на

подвижной будет иметь несколько меньшее значение, чем скорость перемещения подвижной поверхности трибосопряжения. Градиент скорости в обоих случаях будет определяться значением тангенса угла  $\beta$  ( $\beta_{МЗП}$ ) (рисунок 3).

На рисунке 3 графически представлен механизм гидродинамического трения поверхности трибосопряжений при нанесении на поверхность МЗП из Фтор-ПАВ



**Рис. 3. Механизм гидродинамического трения в трибосопряжении при наличии на поверхности МЗП из Фтор- ПАВ**

Известно, что гидродинамический режим работы смазочного материала при соответствующей вязкости, допустимых относительных скоростях перемещения трущихся поверхностей, не очень высоких нагрузках и температурах позволяет получить толстую смазочную пленку, которая должна полностью защитить поверхность трибосопряжения от износа. Практика показывает, что износ, тем не менее, имеется. Во-первых, очень трудно полностью очистить смазочный материал от абразивных частиц, во-вторых, не всегда, особенно в момент трогания, трибосопряжение «попадает» в гидродинамический режим, а при больших нагрузках смазочный материал выдавливается из трибосопряжения.

### **Заключение**

1. Величина поверхностной энергии определяется концентрацией молекул Фтор- ПАВ в растворе.
2. Возможность формирования несплошной МЗП на поверхности трибосопряжений позволяет удерживать смазку на границе МЗП-металл.
3. Экспериментальное изучение возможности использования фторсодержащих ПАВ в трибосопряжениях в качестве антифрикционных и противоизносных наноматериалов подтвердило их высокую триботехническую эффективность.
4. Применение данной нанотехнологии позволяет защитить поверхности контакта с помощью пленки фторированных ПАВ толщиной 3-6 нм так и при граничном трении, так и при гидродинамическом. Указанная защитная пленка выполняет функцию «компенсатора» в трибосопряжениях при различных режимах смазывания.

5. Нанесение фторсодержащих ПАВ на поверхности трибосопряжений можно осуществлять в процессе сборки агрегатов и машин или в процессе эксплуатации через рабочую среду, представляющую собой ультрадисперсную систему масло-фторорганические ПАВ.

### Библиографический список

1. Гайдар, С.М. Применение нанотехнологий для повышения надежности машин и механизмов / С.М. Гайдар // Грузовик. – №10. – 2010. – С. 38-41.

2. Гайдар, С.М. Характеристика и показатели наноматериалов для снижения износа деталей сельхозмашин / С.М. Гайдар // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – № 12. – 2009. – С. 20-22.

3. Пыдрин, А.В. Исследование защитных свойств рабоче-консервационных составов на основе отработанных масел / А.В. Пыдрин, А.А. Волков // Труды ГОСНИТИ. – т. 124. – № 2. – 2016. – С.103-105.

4. Волков, А.А. Эпиламирование, как способ повышения надежности сельскохозяйственной техники / А.А. Волков, Е.Е. Пузенко // В сборнике: Технические науки – от теории к практике XVIII Международная научно-практическая конференция. Сер. "Научный журнал "Globus"" – 2017. – С. 46-51.

5. Волков, А.А. Улучшение эксплуатационных и экономических характеристик двигателей внутреннего сгорания / А.А. Волков, Е.Е. Пузенко, Д.В. Проплеткин // В сборнике: Технические науки – от теории к практике XX международная научно-практическая конференция. Сер. "Научный журнал "Globus"" – 2017. – С. 18-25.

УДК 658.58

### МЕТОДИКА АНАЛИЗА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

*Казанцев Сергей Павлович, профессор кафедры сопротивления материалов и деталей машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Серов Никита Вячеславович, старший преподаватель кафедры сопротивления материалов и деталей машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** В статье приведена методика оценки технического состояния оборудования и проверки эффективности, организационных, ремонтных воздействий и модернизации оборудования в организациях, которые не занимаются коммерческой деятельностью.

**Ключевые слова:** ремонт, оборудование, модернизация, ремонтное воздействие, экономическая эффективность, исправность.

В настоящее время в стране около 1160 высших учебных заведений, в том числе 660 вузов и 500 филиалов [1].

При этом в системе высшего сельскохозяйственного образования в настоящий момент 54 высших учебных заведения, занимающихся подготовкой студентов.

Высшие учебные заведения располагают учебными и научными лабораториями. Среди лабораторного оборудования встречаются: биологические и металлографические микроскопы; химическое и медицинское оборудование; термическое оборудование; испытательные машины; стенды и т.д.

Перечисленное оборудование активно используется в учебном процессе. В связи с этим важным является его исправность. Техническое состояние учебного оборудования характеризуется его физическим и моральным износом, уровнем применения новой техники, а это в первую очередь зависит от возраста оборудования.

Оборудование, находящееся в работоспособном состоянии, может быть модернизировано. Техничко-экономические показатели модернизированного оборудования доводятся до уровня новых образцов, увеличивается срок его эксплуатации [2, 3].

При анализе технического состояния оборудования, необходимо рассматривать какие меры принимаются на предприятии для замены устаревшего, непригодного для модернизации оборудования. Таким показателем является коэффициент обновления. Чем выше этот коэффициент, тем в большей степени обновлено оборудование [4].

Формула для расчёта коэффициента обновления может быть представлена в следующем виде

$$K_0 = \frac{O_{\text{ВВ}}}{O_{\text{К}}} \times 100\%,$$

где  $O_{\text{ВВ}}$  – стоимость оборудования, введённого в эксплуатацию за рассматриваемый период, руб.;  $O_{\text{К}}$  – стоимость оборудования кафедры на конец рассматриваемого периода, руб.

#### **Срок обновления производственных активов**

$$T_{\text{об}} = \frac{O_{\text{Н}}}{O_{\text{ВВ}}} \times 100\%,$$

где  $O_{\text{Н}}$  – стоимость оборудования кафедры на начало рассматриваемого периода, руб.

Положительным признаком можно считать снижение значения данного коэффициента с течением времени

$$\frac{dT_{\text{об}}}{dt} < 0.$$

Коэффициент выбытия основных производственных фондов показывает, какое количество оборудования предприятие списало вследствие его износа за рассматриваемое время

$$K_{\text{выб}} = \frac{O_{\text{выб}}}{O_{\text{Н}}} \times 100\%,$$

где  $O_{\text{выб}}$  – стоимость оборудования, списанного в течение рассматриваемого периода, руб.;

Коэффициент прироста основных средств предприятия, показывает, как обновляется оборудование

$$K_{\text{прир}} = \frac{O_{\text{ВВ}} - O_{\text{выб}}}{O_{\text{К}}} \times 100\%.$$

Коэффициент замены имущественных производственных активов, показывает, какое количество выбывшего оборудования было заменено вновь введёнными в эксплуатацию

$$K_3 = \frac{O_{\text{выб}}}{O_{\text{ВВ}}} \times 100\%.$$

Моральным старением машин называют уменьшение их стоимости в связи с научно-техническим прогрессом. Оно может происходить в результате:

- снижения стоимости машин той же конструкции;
- появления более современных конструкций машин.

Моральное старение оценивают критерием морального износа, %

$$I_M = [(C_a - C_n)/C_a] \times 100\%,$$

где  $C_n$  – рыночная стоимость данной единицы оборудования, руб.;  $C_a$  – стоимость современного аналога, руб.

Для дальнейшего анализа морального износа оборудования, используем данные полученные на примере одной из кафедр РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, представленных на рисунке 2. Для этого рассчитаем частоту и частоту попадания оборудования в группы морального износа.

Частота – это число одинаковых или близких (полученных по наблюдениям) событий или абсолютных значений случайных величин, соединённых в одну группу (интервал) или разряд.

Частотью называют частоту, выраженную в долях единицы или процентах от общего числа испытаний или объектов изучаемой совокупности. Она находится как

$$W_i = \frac{m_i}{N} \times 100\%,$$

где  $m_i$  – количество единиц оборудования в данной группе;  $N$  – общее количество единиц оборудования.

Поскольку оборудование может быть неравнозначным по своей стоимости и необходимости, наряду с анализом частоты и частоты попадания оборудования в предложенные группы, необходимо оценить значимость оборудования. Таким критерием может быть его остаточная стоимость.

Относительную стоимость оборудования в группе найдём как

$$C_{\text{отк}k} = \frac{\sum_{j=1}^m C_{\text{ост}j}}{\sum_{i=1}^n C_{\text{ост}i}} \times 100\%,$$

где  $k$  – номер группы;  $m$  – количество единиц оборудования в группе;  $n$  – общее количество оборудования;  $\sum_{j=1}^m C_{\text{ост}j}$  – суммарная остаточная балансовая стоимость оборудования в группе;  $\sum_{i=1}^n C_{\text{ост}i}$  – суммарная остаточная балансовая стоимость всего рассматриваемого оборудования.

Экономическим критерием оценки состояния оборудования может являться потеря стоимости оборудования, рассчитать которую можно по остаточной балансовой стоимости единицы оборудования («балансовый износ»):

$$I_6 = \frac{C_n - C_{\text{ост}}}{C_n} \times 100\%,$$

где  $C_{\text{ост}}$  – остаточная балансовая стоимость оборудования, руб.  $C_n$  – первоначальная (или рыночная) стоимость данной единицы оборудования, руб.



На практике имеют дело с ограниченным числом полученных значений случайной величины. Множество случайных событий, объединённых по какому-либо признаку, называют статистической совокупностью.

Среднее арифметическое – это частное от деления суммы измеренных значений на число слагаемых этой суммы, т.е. на число испытаний (опытов)

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{N} = \sum_{i=1}^n x_i / N,$$

где  $\bar{X}$  – среднеарифметическое;  $x_1, \dots, x_n$  – отдельные измерения значений наблюдаемой величины.

Но полученное среднее арифметическое не будет отражать полностью всю ситуацию.

Поэтому стоит использовать средневзвешенную величину, которую вычисляют по формуле

$$\bar{X}_в = \frac{m_1 x_1}{m_1} + \frac{m_2 x_2}{m_2} + \dots + \frac{m_n x_n}{m_n} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

Для оценки эффективности организационных и ремонтных воздействий и модернизации оборудования можно воспользоваться методикой определения работоспособности оборудования и оценки бесперебойности его работы по двум параметрам [4]:

- время простоя оборудования в ремонте;
- количество отказов ( $k$ ).

Усреднённое время простоя парка оборудования из  $m$  единиц за время  $T_k$  можно представить как

$$T_{пр} = (\sum_{i=1}^m T_{прi}) / m,$$

где  $\sum_{i=1}^m T_{прi}$  – суммарный приведённый простой по технологической составляющей при ремонте парка из  $m$  оборудования;  $\sum_{i=1}^m T_{инi}$  – то же по информационной составляющей;  $\sum_{i=1}^m T_{кди}$  – то же по профессиональной составляющей.

Формула для расчёта экономии на ремонтном времени и предоставление за счёт этого оперативного времени работы  $\mathcal{E}_{то}$  парку оборудования из  $m$  единиц оборудования имеет вид

$$\mathcal{E}_{то} = (T_{прД} - T_{прП})m,$$

где  $T_{прД}$  – усреднённое время простоя парка оборудования из  $m$  единиц за время  $T_k$  до и  $T_{прП}$  – то же после организационных и (или) ремонтных воздействий.

Экономия от увеличения ресурса оборудования при его модернизации вычисляется по формуле

$$\mathcal{E}_{ро} = [K_{mm} - K_{m(t)}] / T_o,$$

где  $K_{m(t)}$  – величина износа в момент  $t$ ;  $K_{mm}$  – ресурс модернизированного оборудования;  $T_o$  – оперативное времени работы оборудования.

Экономия оперативного времени работы оборудования вычисляется как

$$\mathcal{E}_{то} = (H_{прД} - H_{прП})T_o.$$

Средний простой  $H_{пр}$  парка из  $m$  станков за отчётный период равняется

$$H_{\text{пр}} = (\sum_{i=1}^m H_{\text{пр}i})/m,$$

где  $H_{\text{пр}i}$  – относительный простой  $i$ -го станка за отчётный период, который определяется по формуле:

$$H_{\text{пр}i} = (T_{\text{пр}i} + T_{\text{ин}i} + T_{\text{кд}i})/t_{\text{рн}i},$$

где  $t_{\text{рн}i}$  – время реальной наработки.

Экономия оперативного времени работы оборудования за счёт сокращения информационных потерь времени вычисляется как

$$\Delta_{\text{то}} = \sum_{i=1}^k [(T_{\text{з}i\text{Д}} - T_{\text{з}i\text{П}}) + (T_{\text{о}i\text{Д}} - T_{\text{о}i\text{П}})],$$

где  $k$  – количество заявок на ремонт за период времени;  $T_{\text{о}i\text{Д}}$  – время открытия заявки на ремонт до внедрения организационных нововведений;  $T_{\text{о}i\text{П}}$  – время открытия заявки на ремонт после внедрения организационных нововведений;  $T_{\text{з}i\text{Д}}$  – время закрытия заявки до внедрения организационных нововведений;  $T_{\text{з}i\text{П}}$  – время закрытия заявки после внедрения организационных нововведений (например, электронный документооборот).

### Библиографический список

1. Костюченко, А.П. Статистический анализ основных показателей системы высшего профессионального образования в России / А.П. Костюченко // Международный научный журнал Молодой учёный. – 2017. – Часть. II. С. 172-176.
2. Калашникова, Н.В. Модернизация посевных машин / Н.В. Калашникова, П.П. Канунников, Ю.А. Кузнецов, А.М. Полохин, И.Н. Кравченко, Ю.В. Катаев // Сельский механизатор. – №10 – 2017. – С. 2-3.
3. Ивановский, В.С. Внедрение автоматизированных информационных систем на сервисных предприятиях по ремонту и модернизации строительных машин и оборудования / В.С. Ивановский, И.Н. Кравченко // Научно-технический сборник. – 2010. – С. 91-99.
4. Привалов, П.В. Оценка эффективности функционирования станций (постов) технического обслуживания строительных и дорожных машин / П.В. Привалов // Известия высших учебных заведений. Строительство / Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин) – Новосибирск. – 2012 – С. 53-59.

УДК 620. 22-419

## НАНОТЕХНОЛОГИИ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Колокатов Александр Михайлович**, профессор кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** По результатам анализа литературных данных определены основные направления применения нанотехнологий и наноматериалов в автомобильной промышленности.

**Ключевые слова:** автомобиль, нанотехнологии, наноматериалы, нанокомпозиты, наноструктуры.

Автомобилестроение стало одной из первых отраслей, где быстро поняли выгоду нанотехнологий. В современном автомобиле сложно изобрести что-то принципиально новое, так как его основные элементы остаются всё теми же – кузов, двигатель, подвеска, тормозная система, электрооборудование и другие узлы, которые лишь совершенствуются. Нанотехнологии обещают целый ряд выгод от широкомасштабного внедрения в массовое производство автомобилей. Буквально каждый узел или компонент в конструкции автомобиля может быть в значительной степени усовершенствован при помощи нанотехнологий и наноматериалов [1-3].

Современное автомобилестроение является одной из самых новаторских отраслей промышленности. За последнее время, автомобиль с успехом превратился из механизма, поглощающего нефтяные ресурсы, в компьютер, который эффективно управляет электрическим приводом. Уже известны успешные коммерческие образцы водородного автомобиля. Следует отметить, что даже ограниченный запас хода электромобилей и не сформированная инфраструктура заправок, например, водородным топливом, вряд ли затормозит прогресс развития «умного авто».

Внедрение нанотехнологий в автомобильную промышленность позволит сделать автомобили:

1. Доступными (нанотехнологические методы производства позволяют создавать товары и услуги с низкой себестоимостью);
2. Комфортными (более совершенная работа механических частей, улучшенная шумо- и вибро- изоляция на основе наноструктурированных материалов, эргономичный салон);
3. Эффективными (повышение средней скорости движения автомобилей, повышение КПД использования энергии, необходимой для перевозки людей и грузов);
4. Интеллектуальными (широкое внедрение информационных систем во все узлы и компоненты автомобилей, принятие автомобилем все больших функций водителя на себя);
5. Безопасными для человека и окружающей среды (новые, экологически чистые силовые установки, в том числе на топливных элементах, качественно новый уровень пассивной и активной безопасности для обитателей салона и пешеходов, широкое использование в конструкции авто биodeградируемых материалов, а с созданием дисассемблеров – возможность 100 % утилизации устаревших автомобилей).

Рабочая группа по форсайту РНЦ «Курчатовский институт» считает, что к 2019 году будет происходить формирование рынка потребителей нано-материалов и псевдонаноматериалов (рыночных высокотехнологичных продуктов, заявленных как нанотехнологические, но таковыми не являющихся). Появится большое число потребительских продуктов, в которых тем или иным образом используются нанотехнологии, конструкционные композитные материалы на базе высокопрочных волокон (углеродных нанотрубок) для промышленного применения, например, в авиастроении, автомобильной и военной технике; увеличится применение нанопорошков и нанопокровов, в том числе в машиностроении, применение нанотехнологий для производства абразивных материалов, буровых и

металлообрабатывающих инструментов. В настоящее время появилась возможность получения наноструктурированных материалов с дисперсионно-упрочненной структурой на основе порошков алюминия и его сплавов (например, Al-Mg и др.) При их изготовлении использован метод «реакционного механического легирования» в атриторах с добавлением в различных вариантах в них углерода в виде графита, количества которого должно быть достаточно не только для образования механосинтезированных упрочняющих частиц (дисперсоидов) карбидов алюминия нано-дисперсного уровня, но и для нахождения остаточного углерода в конечном (горячезэкструдированном) материале в виде равномерно распределенных в нем частиц графита, играющего роль сухой смазки.

Для известных автомобилестроительных фирм разработаны и продолжают разрабатываться полимерные нанокомпозиты, которые предназначены для ненагруженных элементов и деталей кузова и подкапотного пространства автомобиля и двигателя, внешней облицовки (молдинги, бамперы, обвесы, спойлеры и др.), внутренних элементов (панели приборов, перегородки, усиливающие элементы кресел, коврики, шумо-, пыле-, грязезащитные элементы и др.), трубок и быстро-разъёмных систем топливоподдачи, трубок, дефлекторов и направляющих кожухов системы охлаждения двигателя и кондиционирования салона, трубок подвода и отвода масла, щеток стеклоочистителя, шин и др.

Разработаны силикатные нанокомпозиты на основе нейлона-6 (фирмы Toyota и Mitsubishi и фирмы UBE (США), нанокомпозиты на основе термопластичных олефинов (корпорация Volvo, General Motors), каучуковые нанокомпозиты, биоволокнистые нанокомпозиты; биопенопласты; углерод-полимерные нанокомпозиты с использованием нанотрубок; нанокрасители, отталкивающие грязь с поверхности облицовки, самоочищающие и противо-обледенительные составы, а также многофункциональные наноглепластики с плотностью  $400 \text{ кг/м}^3$ , позволяющие изменять первоначальный цвет окраски по желанию потребителя.

Автомобильная промышленность проявляет большой интерес к нано-технологии, обеспечивающей новые возможности значительного уменьшения веса, внешнего вида и повышения эксплуатационных качеств автомобиля. Со временем все без исключения детали автомобиля будут нести на себе отпечаток нанотехнологического вмешательства.

Наноструктурные материалы могут найти самые разнообразные применения в автомобильной промышленности, прежде всего, в производстве лаков, легких конструкций, новых приводных устройств, амортизаторов и т.п.

Сегодня нанотехнологии внедряют многие крупнейшие производители, но к 2020 году их будут использовать все автомобилестроители и большинство их поставщиков. 70 ведущих мировых автомобилестроителей, включая Renault, General Motors, BMW, Toyota, Audi, Ford, Volkswagen, Mercedes-Benz, Opel, Ferrari, MAN, FIAT, Volvo, Hyundai, Honda, Nissan, Chrysler, Jaguar, Porsche, Peugeot, Saab, Rover, Citroen, Huachangcar, Mazda, Alfa Romeo, Asia Motors, Mitsubishi, Vauxhall, Subaru и др. провели совместные исследования возможностей применения нанотехнологий в автомобилях с 2002 до 2015 года.

Нанотехнологии в усовершенствовании автомобиля применяются:

- при генерации и хранении энергии, при создании солнечных батарей, а также водородного и углеводородного топлива, создание топливных катализаторов, при создании сверхъёмких аккумуляторов;

- при создании наноструктурированных материалов (нанокомпозиты), которые в свою очередь помогут создать легкие каркасные материалы, сверх-мягкие рессоры, антифрикционные и противоизносные покрытия, материалы со сверхмалым коэффициентом теплового расширения, стекла с управляемыми оптическими свойствами, долговечные шины с оптимальными свойствами, краски и покрытия с уникальными свойствами (самоочищающиеся, самовосста-навливающиеся, нецарапающиеся, со специальными оптическими свойствами);

- при создании программируемых материалов, которые в свою очередь помогут создать разные функциональные материалы, применить наноэлектро-нику, сверхточные сенсоры и анализаторы, системы GPS-навигации на основе МЭМС-датчиков, сверхточные микроакселерометры;

- при мониторинге перемещения и давления, заклинивания и повреждений, определения износа;

- при создании биометрических систем, которые в свою очередь помогут создавать интеллектуальное управление двигателем, создавать новые дисплеи, внешнее и внутреннее освещение;

- при создании: электроники, работающей в широком диапазоне температур, противоугонных систем, датчиков контроля безопасности и окружения, акселерометров подушек безопасности;

- при обработке и передачи информации, обработке изображений, дистанционным управлением, интеграции CMOS-микросистемной электроники в системы управления;

- в производстве автомобилей при измерении и контроле, в инструментах, станках и машинах, при автоматизации и телеуправлении, снижение стоимости сырья и энергопотребления, при анализе дефектов и структуры материалов.

Применение нанотехнологий улучшает экологию за счёт фильтрации и очистки выхлопных газов, а также создания экологичного производства.

Перспективы нанотехнологий в автомобильной промышленности сейчас во многом связываются с использованием наноструктурных (нанофазных) металлических материалов, обладающих огромной прочностью и другими высокими механическими характеристиками, а также с производством новейших типов металлокерамики. Разрабатывается большое число лаков на основе наносистем, обладающих не только высокой прочностью, но и даже способностью к «самозалечиванию» поверхности. Кроме этого, изучаются возможности армирования керамических материалов наночастицами, а также развития новых методик создания стеклокерамики. При этом во многих случаях исследователи уже планируют осуществлять автономную или местную «регенерацию» вещества на основе наполненного наночастицами искусственного материала, а также придавать описанный выше эффект самоочищения «лотоса» всем используемым лакам и стеклам.

На сегодняшний день перспектив использования нанотехнологий в автомобилестроении на всё больше. Наноматериалы уже начали широко использоваться в

автомобильной промышленности, хотя, некоторые из них всё ещё находятся в стадии конструкторских разработок.

Конкуренция в автомобильной промышленности очень высокая, поэтому использование наноматериалов и разработок в области нанотехнологий происходит, как для повышения эксплуатационных характеристик узлов и деталей механизмов, так и из эстетических и функциональных соображений. Не секрет, что высококачественные материалы делают интерьер автомобиля вторым домом. Воплощение в жизнь смелых идей уже невозможно без применения нанотехнологий. Концепт-кары ведущих мировых автодизайнеров поражают футуристичностью форм и технических решений.

Ниже нами приведены основные направления применения нано-технологий и наноматериалов в автомобилестроении [1]. Это:

- 1 – наноматериалы для конструкций автомобиля;
- 2 – нанокompозиты в автомобилестроении;
- 3 – нанотехнологии в качестве защитных нанопокровтий (лакокрасочных и антикоррозионных);
- 4 – нанотехнологии, направленные на снижение износа деталей и повышения ресурса ДВС и других агрегатов и узлов;
- 5 – нанотехнологии в топливной системе автомобилей;
- 6 – нанотехнологии при усовершенствовании аккумуляторов;
- 7 – нанотехнологии в амортизаторах автомобиля;
- 8 – наночастицы для улучшения качества автомобильных шин;
- 9 – нанопрецизионная обработка;
- 10 – использование наноструктурированных аэрогелей;
- 11 – солнечные панели в конструкции автомобиля;
- 12 – нанотехнологии в электронных схемах автомобиля;
- 13 – молекулярные нанотехнологии в автомобиле.

Нанотехнологии послезавтрашнего дня могут сделать автомобиль совсем иным даже внешне. Созданы полимерные композиты на нанотрубках, изделия из которых меняют форму под действием электрического тока. Их хотят использовать в авиастроении – самолет сможет изменять форму крыла, приспособившись к условиям полета.

Фирма BMW показала свой новый концепт – автомобиль с изменяемой формой, тоже насыщенный наноматериалами. Идея авто с нежесткой геометрией носится в воздухе. Можно не сомневаться, что нанотехнологи постараются довести её до ума.

Автомобиль на водородных элементах – одна из генеральных линий развития автотранспорта. Нанотехнологии призваны сыграть решающую роль на трех главных этапах работы с водородом. Во-первых, мощные солнечные установки на наноматериалах очень пригодились бы для получения водорода из воды. Во-вторых, хранить водород было бы гораздо безопаснее не в баллонах под огромным давлением, а в нанопористых материалах – сейчас они конструируются. Наконец, сами энергетические элементы также не обойдутся без наноструктур.

Одним из фантастических, и тем не менее, реальным следствием использования наноматериалов в автопромышленности является «саморегенерация», то есть все дефекты, получаемые в процессе эксплуатации автомобилем, будут самоустраняться.

### Библиографический список

1. Колокатов, А.М. Нанотехнологии: история развития и достижения / А.М. Колокатов // Монография. – Иркутск, ООО «Мегапринт». – 2017. – 495 с.
2. Колокатов, А.М. Ремонтно-восстановительные составы для повышения ресурса машин / А.М. Колокатов // Монография. – М., РГАУ-МСХА. – 2016. – 215 с.
3. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе: науч. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2011. – 312 с.

УДК 621.9.015

### НОВОЕ В СТАНДАРТИЗАЦИИ ОЦЕНКИ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

*Приходько Игорь Леонидович, профессор кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** Проведен анализ текущего состояния российского и международного опыта нормирования шероховатости поверхностей деталей машин.

**Ключевые слова:** поверхность, шероховатость, структура поверхности, профиль шероховатости, ареал.

С каждым годом возрастают требования к изделиям машиностроения, а их качество во многом определяется допусками микрогеометрии сопрягаемых и свободных поверхностей деталей машин.

В зависимости от служебного назначения наиболее часто необходимо обеспечить требования по износостойкости; контактной прочности; светоотражательной способности; теплопередачи; удержанию смазки; адгезии; обтекаемости жидкостями и газами; герметичности соединений; магнитным свойствам и др.

Во многих научных работах рассмотрена и обоснована связь между шероховатостью поверхности и ее функциональными свойствами [1, 2]. Исследования в данной области проводятся в США, странах Евросоюза, в Японии, России и других странах.

В мире все большее распространение получают стандарты Международной организации по стандартизации (ISO) и разработанные на базе их региональные (EN) и национальные стандарты.

В настоящее время нормирование шероховатости поверхности осуществляется по двум направлениям:

1. Профильный (2D) метод оценки структуры поверхности (международный стандарт ISO 4287:1997 «Geometrical Product Specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Terms, definitions and surface texture parameters»). Аутентичный национальный стандарт Российской Федерации введен с 1 января 2016 года (ГОСТ Р ИСО 4287-2014 «Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности. Профильный метод. Термины, определения и параметры структуры поверхности»).

2. Трехмерный (3D) метод измерения и анализа текстуры поверхности (международные стандарты: ISO 25178-1:2016 «Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Areal – Part 1: Indication of surface texture»; ISO 25178-2:2012 «Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Areal – Part 2: Terms, definitions and surface texture parameters» и другие, всего в настоящее время включает 17 частей). Первый аутентичный национальный стандарт Российской Федерации введен с 1 января 2016 года (ГОСТ Р ИСО 25178-2-2014 «Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности. Ареал. Часть 2. Термины, определения и параметры структуры поверхности»).

В последние десятилетия в мире активно ведутся исследования по разработке национальных стандартов, эталонов и средств измерения шероховатости поверхности на основе ее трехмерного анализа. Это связано с тем, что профильные измерения поверхности и осуществляемая на их основе оценка поверхности носит ограниченный характер.

С развитием техники и технологии появляется необходимость более полной и разносторонней оценки и описания микрогеометрии поверхности. Шесть показателей качества нормируемые ГОСТ 2789-73 уже не могут описать всю микрогеометрию поверхности и, следовательно, её функциональные свойства. Этот стандарт не пересматривался 40 лет, в него только вносятся изменения.

Последние изменения в ГОСТ 2789-73 и ГОСТ 25142-82 введены в действие с 1 октября 2017. Они предусматривают изменения названия и методов определений двух параметров шероховатости (таблица 1).

Изменениями переопределены некоторые термины, в том числе и  $Rz$ . Раньше параметр  $Rz$  определялся как сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов и пяти наибольших впадин (в международных стандартах параметр  $Rz$  не применяется с 1996 года). По новому определению в соответствии с ГОСТ 25142-82 – параметр  $Rz$  – это сумма высоты наибольшего выступа профиля  $Rp$  и глубины наибольшей впадины профиля  $Rv$  в пределах базовой длины  $l$ . Параметр  $Rmax$  имеет тоже самое определение, но в пределах длины оценки  $L$ .

Изменение определений параметров  $Rz$  и  $Rmax$  не позволит определять эти параметры на действующих профилометрах и приведет к необходимости в калибровке приборов при их поверке. Следует также учитывать количественное изменение параметров этих параметров шероховатости, т.к. в отечественной конструкторской и технологической документации для нормирования качества обработки поверхностей деталей машин широко применяется параметр  $Rz$ .

Таблица 1

**Параметры шероховатости по ГОСТ 2789-73**

Обозначение	Наименование параметров шероховатости	
	до 30 сентября 2017 года	с 1 октября 2017 года
$Ra$	среднеарифметическое отклонение профиля	
$Rz$	высота неровностей профиля по десяти точкам	наибольшая высота профиля
$Rmax$	наибольшая высота профиля	полная высота профиля
$Sm$	средний шаг неровностей	
$S$	средний шаг местных выступов профиля	
$tp$	относительная опорная длина профиля	



Рассмотрим, как изменятся величины параметров  $Rz$  и  $Rmax$  при новой методике их определения на примере обработки профилограммы шероховатости поверхности гильзы цилиндра автомобильного двигателя после алмазного хонингования. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Параметры шероховатости гильзы цилиндра**

Обозначение	Значения параметров шероховатости, мкм, на базовой длине $l = 0,25$ мм (длина оценки $L = l$ )	
	до 30 сентября 2017 года	с 1 октября 2017 года
$Ra$	0,20	0,20
$Rz$	0,85	1,10
$Rmax$	1,10	1,10

В связи с произошедшими изменениями можно рекомендовать в конструкторской и технологической документации использовать для обозначения шероховатости поверхности предпочтительный параметр  $Ra$ . Для определения параметра  $Rz$  необходимо увеличивать старое значение примерно на 30%. Если длина оценки  $L$  равна базовой длине  $l$ , то  $Rz = Rmax$ .

Можно сделать вывод, что в отечественной системе стандартизации существует необходимость в том, чтобы пересмотреть ранее принятые профильные параметры оценки, регламентировать новые показатели, описывающие микрогеометрию. В качестве основы можно взять зарубежный опыт.

Второй проблемой российской системы стандартов на шероховатость является отсутствие полного комплекса стандартов, регламентирующих трехмерную оценку топографии поверхности (с 2016 года действует только одна часть ГОСТ Р ИСО 25178-2-2014).

Изучение зарубежного опыта нормирования топографии (3D) поверхности, а также разработка на его базе методик измерения и создание (или модернизация имеющегося) современного оборудования для топографического (трехмерного) анализа параметров шероховатости и волнистости поверхности является актуальной задачей [3].

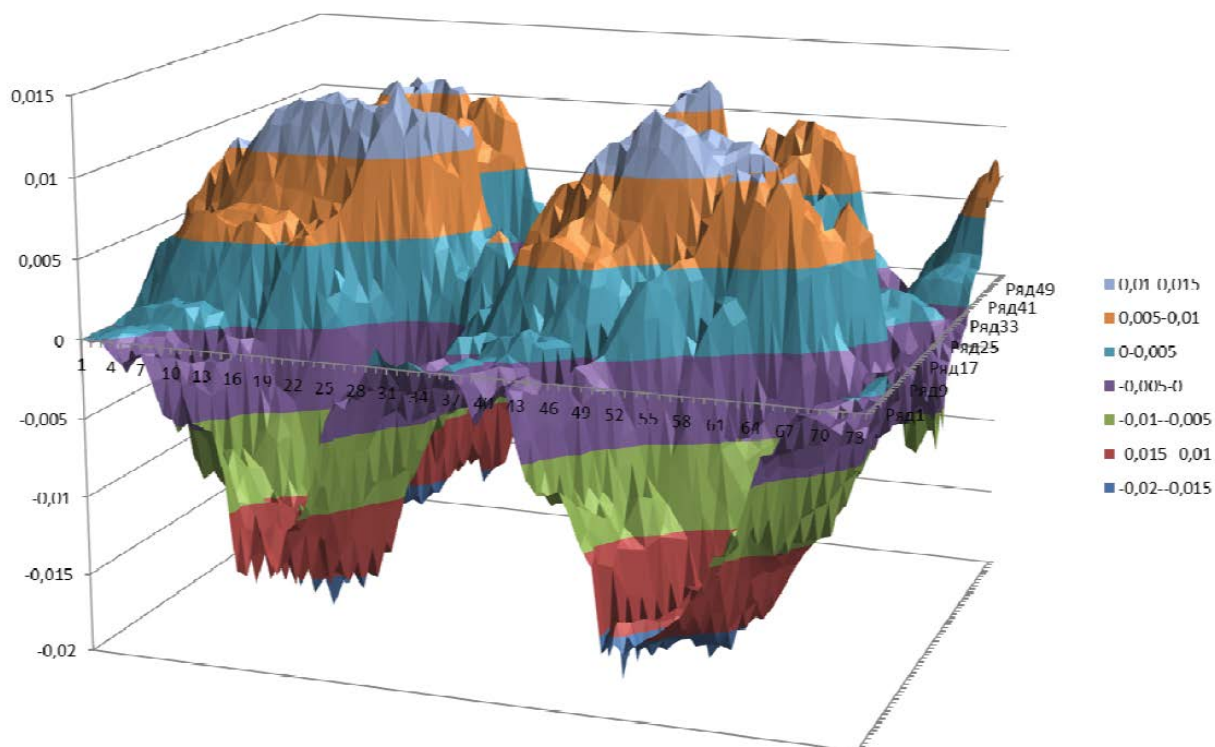
В Тихоокеанском государственном университете на кафедре «Технологическая информатика и информационные системы» для измерения шероховатости поверхности применяется профилометр модели Surfcom 1800D (рисунок 1 а) [4]. Прибор оснащён предметным столиком (рис. 1 б), предназначенным для расположения исследуемого образца и его перемещения в горизонтальной плоскости. После прохода иглы и обработки данных, программа выдает 2-D профилограмму поверхности.

Для построения 3-D модели шероховатости требуется ряд последовательных измерений профиля поверхности и представление этих данных в виде объёмной модели. На рисунке 2 показана поверхность, сформированная по данным измерения с ручной установкой шага между трассами. Измерялась реальная поверхность, полученная обработкой методом фрезерования. Количество трасс равно 55, что описывает измеренный участок шириной 0,27 мм и длиной один миллиметр. Чем больше профилограмм, на единицу длины, представлено, тем точнее будут результаты 3-D-метрии [4].



**Рис. 1. Профилограф Surfcom 1800D:**  
*а* – общий вид; *б* – предметный столик

На отечественных машиностроительных предприятиях сейчас готовы работать на конкурентных рынках, но у них устаревшее оборудование, нехватка специалистов, а главное, не хватает информации. Большинство того технологического оборудования, что осталось в стране в машиностроении с советских времен или износилось, или не отвечает современным требованиям (технически и морально устарело) и требует модернизации. Аналогичная ситуация складывается и с нормированием волнистости и шероховатости поверхностей деталей машин.



**Рис. 2. 3-D модель шероховатости поверхности**

Для скорейшего освоения российскими специалистами международного опыта нормирования шероховатости поверхностей и формирования у них современного представления Для скорейшего освоения российскими специалистами международного опыта нормирования шероховатости поверхностей и формирования у них современного представления о качестве поверхностей деталей машин необходимо:

– разработать на национальном уровне стандарты аутентичные международным стандартам на профильную оценку поверхности (ISO 4287, ISO 4288, ISO 1302, ISO 11562, ISO 12085, ISO 13565 и др.);

– разработать на национальном уровне систему стандартов аутентичную международной системе стандартов ISO 25178 на топографическую (3D) оценку шероховатости поверхности;

– ввести в курс обучения студентов-магистрантов инженерных направлений подготовки дисциплину «Метрология поверхности», направленную на формирование у них комплексных знаний о взаимосвязях между методами обработки поверхностей деталей машин, нормированием показателей шероховатости и эксплуатационными свойствами изделий машиностроения.

### **Библиографический список**

1. Давыдов, В.М. Анализ международной практики профильной и трехмерной оценки шероховатости поверхности / В.М. Давыдов, В.В. Заев, П.Н. Паночевный и др. // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ». – Том 4. – № 4. – 2013. – С. 1061-1074. [Электронный ресурс].–Режим доступа: [http://ejournal.khstu.ru/media/2013/TGU\\_4\\_199.pdf](http://ejournal.khstu.ru/media/2013/TGU_4_199.pdf).

2. Скрипченко, В.С. Шероховатость обработанной поверхности / В.С. Скрипченко // Вестник Воронежского государственного университета, – Воронеж: Издательство Воронежского государственного технического университета. – Том 7. – № 12-2. – 2011. – С. 99-100.

3. Лич, Р. Инженерные основы измерений нанометрической точности: Учебное издание / Р. Лич // – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект». 2012. – 400 с.

4. Бойко, М.В. Устройство для 3-D метрии шероховатости поверхности / М.В. Бойко, В.А. Языков // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ».– Том 6. – № 2. – 2015. – С. 89-93. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2015/TGU\\_6\\_78.pdf](http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2015/TGU_6_78.pdf).

## ТЕХНОЛОГИЯ ВИБРОДУГОВОГО УПРОЧНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРРОДОБАВОК ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ РЕСПУБЛИКИ КУБА

**Волков Алексей Александрович**, ассистент кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Щицын Владислав Юрьевич**, доцент кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Кастелл Эрнандес Сантьяго Эстебан**, аспирант, Национальный институт аграрных наук; 32700, дорога Тапасте км 3 ½, Сан-Хосе-де-лас-Лahas, Маябек, Куба

**Аннотация:** Рассмотрен процесс восстановления деталей методом вибродугового упрочнения применительно к условиям Республики Куба. Изучены способы и методы упрочнения рабочих органов сельскохозяйственных машин и предложен более экономически выгодный вариант обработки на основе использования металлокерамических порошков.

**Ключевые слова:** износ, трение, металлокерамические порошки, вибродуговое упрочнение, твердость, композит.

Куба является сельскохозяйственной страной, она уделяет особое внимание развитию этой отрасли. Повышение продуктивности почвы, правильное использование удобрений, рост урожайности, рациональное внедрение новых технологий и ускоренный темп механизации представляют собой области, где были достигнуты существенные успехи. Несмотря на развитие этой области, у сельскохозяйственной техники есть сильный ограничивающий фактор, ставящий под угрозу её долговечность и техническое обслуживание – это износ новых рабочих деталей из-за низкого качества [1]. Еще одна причина для упрочнения рабочих органов – хрупкость закаленных деталей после термоупрочняющих методов, так как закаленная сталь не очень устойчива к знакопеременным нагрузкам и ударам в условиях каменистых почв Кубы [2].

Поэтому для получения высокой износостойкости и продления сроков работы оборудования необходимо упрочнить поверхностный слой деталей машин, остальные же слои оставить пластичными.

Для упрочнения деталей используют сплавы, образующиеся путем смешивания сухих порошков металлов, иногда в сочетании с другими элементами, такими как керамика или полимеры.

Нанесение износостойких твердосплавных покрытий с помощью вибродугового упрочнения является одним из самых эффективных способов снижения абразивного изнашивания рабочих поверхностей деталей сельскохозяйственных машин, таких как лемеха плугов, диски борон, лапы культиваторов и т.д.

В основе таких материалов предлагается использовать недорогие и доступные композиционные металлокерамические составы (МКС), включающие в себя оксид алюминия ( $Al_2O_3$ ), оксид кремния ( $SiO_2$ ), а также боронитридные соединения, алюминий (Al) или бемид ( $Al(OH)_3$ ), матричный компонент – стальной порошок [1, 3].

Процессы поверхностного упрочнения стали используются для замедления износа с помощью процедуры изменения химического состава или микроструктуры поверхности, но почти все они являются дорогостоящими.

В соответствии с принципом использования экономически выгодных элементов применялся порошок ПГ-10Н-01, матричный компонент – металлокерамический порошок (таблица 1). Цена покупки его на рынке меньше чем 70 \$ за килограмм. Он является разновидностью порошков для сварки, которые используются с целью нанесения на поверхность деталей и оборудования специального покрытия. Часто этот тип никелевых порошков применяется для восстановления или упрочнения инструментов, используемых в суровых климатических условиях [4].

Таблица 1

**Химический состав матричного компонента ПГ-10Н-01**

Матричный компонент	(массовое содержание, %)					
	Cr	B	Si	Fe	C	Ni
ПГ-10Н-01	14...20	2,8...4,2	4,0...4,5	3...7	0,6...1,0	63,3...75,6

Порядок выполнения работ в соответствии с протоколом исследования:

*1. Определение вариантов и групп для обработки.*

Имеется шесть долот культиватора, которые разделены на две группы. На первом варианте необходимо провести вибродуговое упрочнение с использованием ферродобавок, второй – без обработки (таблица 2).

Таблица 2

**Варианты обработки**

Вариант	Количество проходов	Интенсивность, А
I	2	80
II	Без обработки	

*2. Маркировка долот культиватора.*

Необходимо сделать метки на внутренней стороне для идентификации долот в дальнейшем.

*3. Очистка области обработки долот.*

Выполняется тщательная очистка поверхности металла в зоне обработки.

*4. Нанесение пасты.*

Смесь матричного компонента с жидким стеклом и нанесение слоем толщиной от 0,5 до 2,0 мм в области обработки.

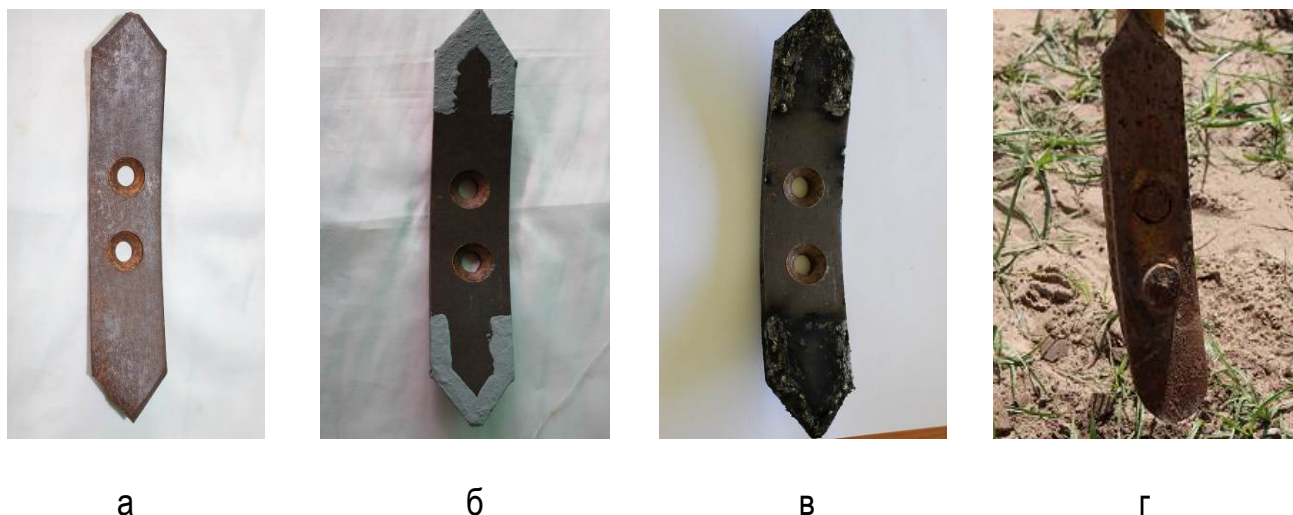
*5. Сушка.*

Процесс сушки происходит в печи в течение 20-30 мин при температуре 50...70°C.

*6. Упрочнение с помощью вибродуговой станции.*

Для осуществления работ используется сварочное оборудование ДИ-406 и вибратор ВДГУ-2 с графитовым электродом на средних частотах с интенсивностью 80 А [5].

При замыкании графитового электрода вибратором со стальным изделием возникает электрическая дуга и плавление нанесённой металлокерамической пасты и частично подложки. Упрочнение детали происходит за счёт наплавляемого металлокерамического композита и диффузионного насыщения углеродом и легирующими компонентами пасты. Качество обработанного слоя характеризуется слабой шероховатостью, без перегрева и перегибов. Последовательность технологических процессов представлена на рисунке 1 [1, 3].



**Рис. 1. Последовательность технологических процессов:**  
а – очистка; б – нанесение пасты; в – наплавка; г – монтаж

*7. Операция сборки долот и формирование агрегата для подготовки почвы.*

На рисунке 2 представлен трактор New Holland ТТ-4030 с культиватором ИМПАГ-6 бразильского производства с суточной производительностью 10 га за смену.



**Рис. 2. Трактор New Holland ТТ-4030 с культиватором ИМПАГ-6**

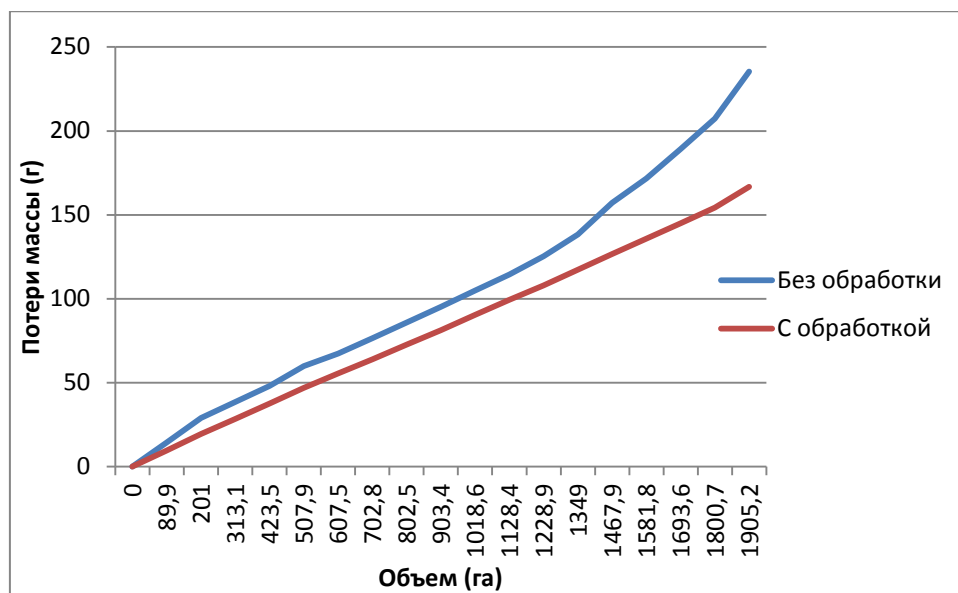
*8. Фермерская деятельность и периодический контроль.*

Работа проводилась с ноября 2016 г. до марта 2017 г., охватив более 90% сухого периода подготовки почвы в условиях Кубы.

**Результаты и обсуждение.** Для оценки степени износа долот использовался параметр потери массы (г), исходя из первоначального среднего веса долот 824 г, и цикла измерения 10 дней. Исследования проводились в условиях Зернового

агропромышленного комплекса Лос Паласиос провинции Пинар-дель-Рио при подготовке почвы и обработке междурядий [1].

Последующий сбор и анализ эксперимента были выполнены студентом и специалистом Национального института сельскохозяйственных наук Кубы, полученные результаты позволяют сформировать динамическую кривую износа долот (рисунок 3) и демонстрируют эффективность применения процессов вибродугового упрочнения.



**Рис. 3. Кривые динамики износа**

Результаты эксперимента показали, что обработка рабочих органов почвообрабатывающей техники методом вибродугового упрочнения позволит уменьшить износ на 25% при обработке 100 га и на 35% – при обработке 200 га.

#### Выводы

В условиях Кубы рекомендуется применять метод упрочнения рабочих органов почвообрабатывающей техники с использованием металлокерамических порошков.

#### Библиографический список

1. Гайдар, С.М. Оптимизация технологического процесса синтеза тугоплавких соединений / С.М. Гайдар, М.Ю. Карелина, В.М. Приходько, А.А. Волков // Технология металлов. – № 5. – 2017. – С. 25-27.
2. Устройство для инициирования реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза: Патент на полезную модель RUS 163550 20.01.2016 / С.М. Гайдар, В.Д. Жигарев, А.А. Волков, А.В. Пыдрин, К.В. Воднев, В.А. Богданов.
3. Карелина, М.Ю. Лабораторное устройство для химического инициирования процесса СВС / М.Ю. Карелина, С.М. Гайдар, К.К. Тайсаев, В.Д. Жигарев, А.А. Волков // Грузовик. – № 10. – 2016. – С. 25-27.
4. Стендовая кумулятивно-химическая установка: Патент на изобретение RUS 158033 26.06.2015 / Е.В. Быкова, К.В. Быков, С.М. Гайдар, В.Д. Жигарев, М.Ю. Карелина, А.Л. Дмитриевский.
5. Гайдар, С.М. Планирование и анализ эксперимента: Монография / С.М. Гайдар // М.: Росинформагротех. – 2015. – 548 с.

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСЕРВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ИНГИБИТОРОВ

*Посунько Иван Александрович, аспирант кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Щукин Алексей Геннадиевич, аспирант кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** *Представлены экспериментальные результаты синтеза и исследования эффективности консервационных материалов. Дана характеристика реагентов, представлен режим синтеза, приведены физико-химические свойства полученного продукта.*

**Ключевые слова:** *консервационные материалы, эфир борной кислоты и диэтанолamina, бензотриазол, контактные ингибиторы, синтез.*

Эфиры борной кислоты и диэтанолamina относятся к группе контактных ингибиторов и предназначены для защиты от атмосферной коррозии изделий из металлов при межоперационном или длительном хранении и транспортировке, а также для придания антикоррозионных свойств вододисперсным лакокрасочным материалам (ЛКМ), смазочно-охлаждающим жидкостям (СОЖ) и техническим моющим средствам (ТМС) [1].

В качестве водорастворимых ингибиторов нашли применение неорганические и органические соединения и их смеси.

К неорганическим ингибиторам-пассиваторам можно отнести нитрит натрия, хроматы и дихроматы натрия и калия. При неверно выбранной концентрации в присутствии ионов  $Cl^-$  или при несоответствующей кислотности среды они могут ускорить коррозию металла, в частности - вызвать очень опасную точечную коррозию.

Органические водорастворимые ингибиторы – ингибиторы смешанного действия, т.е. они, воздействуют на скорость как катодной, так и анодной реакций. Чаще всего они имеют в своем составе атомы азота, серы, кислорода и водорода.

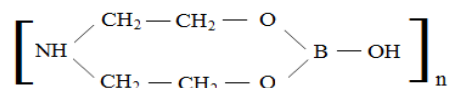
Установлено, что защитное действие зависит от электронодонорных свойств молекулы ингибитора, которые оценивали работой выхода электрона и значениями контактной разности потенциалов на основании молекулярных диаграмм. Особый интерес представляют первые попытки учета влияния адсорбции на величину заряда N-атома аминов. При этом было установлено, что электронная структура амина, возмущенного атомом железа, отлична от таковой в случае свободного амина.

Эфиры борной кислоты и диэтанолamina можно применять только в качестве ингибиторов коррозии черных металлов, результаты этих исследований обобщены в обзоре [2]. Для защиты изделий из цветных металлов эти химические соединения не применимы, так как образуют с ними водорастворимые комплексные соединения.

Синтез эфира происходит при совместном нагревании стехиометрических пропорций диэтанолamina и борной кислоты до температуры  $150^{\circ}C$ , вследствие чего

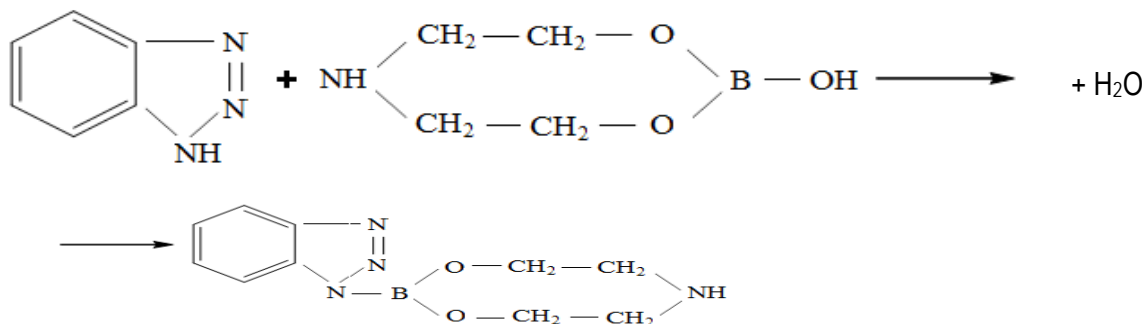


происходит процесс конденсации между борной кислотой и гидроксильными группами молекул диэтанолamina. Теоретически рассчитанные стехиометрические пропорции исходных ингредиентов не являются критическими и даже лучше использовать избыток диэтанолamina по отношению к борной кислоте для компенсации небольшой потери диэтанолamina, уносимого из-за испарения воды в процессе конденсации. Полученный эфир имеет общую структурную формулу:



где  $n = 1-8$  (зависит от количества борной кислоты в реакционной массе)

Для получения полифункционального ингибитора коррозии (ПИК), защищающего от коррозии черные и цветные металлы синтез проводят в два этапа. Второй этап заключается в ведении в реакционную смесь 1, 2, 3 -бензотриазола (БТА) в момент прекращения реакции конденсации при получении эфира. Реакция между БТА и эфиром происходит за счет замещения водорода:



Электрохимические исследования проводили в трехэлектродной электрохимической ячейке из стекла «Пирекс» с разделенным шлифом анодным и катодным пространствами. Использовали электрохимический измерительный комплекс фирмы Solartron (Великобритания), состоящий из анализатора импеданса SI 1255 и потенциостата SI 1287. Рабочий электрод – углеродистая сталь Ст3 ( $S_{эл.} = 0,14 \text{ см}^2$ ), армированная в оправку из эпоксидной смолы ЭД-5 с отвердителем полиэтиленполиамином, перед экспериментом шлифовался и полировался без применения паст, затем обезжиривался последовательно ацетоном и спиртом. Вспомогательный электрод - гладкая платина. В качестве электрода сравнения используют насыщенный хлоридсеребряный. После погружения электроды выдерживали в растворе для установления квазистационарного потенциала (10-15 мин). Потенциалы пересчитывали по нормальной водородной шкале [3].

Пересчет данных в весовые единицы проводили посредством экстраполяции линейных Tafel'евых катодных и анодных участков на потенциал коррозии с последующей оценкой тока коррозии:

$$K = \gamma i_{кор},$$

где  $K$  – скорость коррозии ( $\text{г/м}^2\text{ч}$ );  $\gamma$  – электрохимический эквивалент железа с учетом его перехода в раствор (окисление) в виде  $\text{Fe}^{2+}$  ( $\text{г/А-ч}$ );  $i_{кор}$  – ток коррозии ( $\text{А/м}^2$ ).

Этанолamines могут координироваться через кислород или через азот, образуя легко растворимые соединения. Для проведения эксперимента были подготовлены медные пластинки размером 50x50 мм, которые после взвешивания поместили в

растворы эфира и ПИК разных концентраций. После месячной выдержки была определена масса пластин и определена скорость растворения меди (таблица 1).

Таблица 1

**Скорость растворения меди в растворе, г/м<sup>2</sup>·сут**

Концентрация, %	Эфир *	ПИК
5	25	-
10	32,7	-
15	45,4	-
20	55,1	-
25	66,5	-

\*Водный раствор эфира приобрел темно-зеленый цвет

Анализ поляризационных кривых (таблица 2) , показал, что с ростом концентрации эфира в технической воде снижается скорость коррозии стального электрода. Наиболее сильно облагораживается потенциал коррозии при концентрации эфира 5 г/л в водном растворе, наиболее сильно снижаются токи коррозии при концентрации эфира 10 г/л. Эфир является ингибитором анодного типа.

Таблица 2

**Результаты электрохимических измерений на стали Ст3, полученные в ингибированных эфиром водных растворах**

Добавка, г/л	-E <sub>кор</sub> , В	i <sub>кор</sub> , А/м <sup>2</sup>	b <sub>к</sub> , мВ	b <sub>а</sub> , мВ	K <sub>э/х</sub> ·10 <sup>-4</sup> , кг/м <sup>2</sup> ч	Z, %
отсутствует	0,46	0,251	180	60	2,61	-
1	0,37	0,177	120	60	1,84	30
5	0,09	0,141	180	200	1,46	44
10	0,21	0,006	70	100	0,07	97
50	0,18	0,004	70	100	0,04	98

\*с – стимулирование процесса

Анализ поляризационных кривых, полученных в водных растворах в присутствии ПИК показал, что, последний, как и эфир проявляет себя ингибитором анодного действия (таблица 3).

Таблица 3

**Результаты электрохимических измерений на стали Ст3, полученные в ингибированных ПИК водных растворах**

Добавка, г/л	-E <sub>кор</sub> , В	i <sub>кор</sub> , А/м <sup>2</sup>	b <sub>к</sub> , мВ	b <sub>а</sub> , мВ	K <sub>э/х</sub> ·10 <sup>-4</sup> , кг/м <sup>2</sup> ч	Z, %
отсутствует	0,46	0,251	180	60	2,61	-
0,1	0,48	0,158	180	80	1,64	37
0,2	0,45	0,186	200	80	1,93	26
0,5	0,41	0,158	114	60	1,64	38
1	0,46	0,35	200	60	3,64	с
5	0,17	0,03	160	150	0,52	80
10	0,24	0,016	100	160	0,17	93
50	0,19	0,014	120	160	0,15	94
100	0,21	0,018	150	160	0,18	93
200	0,23	0,014	120	200	0,15	94

\*с – Стимулирование процесса

С точки зрения защиты металлических изделий от коррозии, как указывалось выше, важное значение имеет эффект последствия, поэтому необходимо определить оптимальное время контакта металлической поверхности с ингибированным водным раствором. Результаты исследования, представленные в таблице 4, 5 показали высокий эффект последствия при кратковременном контакте металлической поверхности с ингибированным водным раствором [4].

Таблица 4

**Влияние продолжительности предварительной выдержки стальной пластины в водном растворе, ингибированном 5 г/л эфира**

Ингибитор	Выдержка, мин	$E_{кор}$ , В	$i_{кор}$ , А/м <sup>2</sup>	$K_{э/х}$ · 10 <sup>4</sup> , кг/м <sup>2</sup> ч	Z, %
Отсутствует	-	0,46	0,398	4,13	-
Эфир	Испытания в растворе	0,09	0,178	1,85	55
	5	0,46	0,200	2,08	50
	60	0,55	0,223	2,32	44
	120	0,48	0,230	2,39	40
	1440	0,47	0,281	2,92	29

Таблица 5

**Влияние продолжительности предварительной выдержки стальной пластины в водном растворе, ингибированном 5 г/л ПИК**

Ингибитор	Выдержка, мин.	$-E_{кор}$ , В	$i_{кор}$ , А/м <sup>2</sup>	$K_{э/х}$ · 10 <sup>4</sup> , кг/м <sup>2</sup> ч	Z, %
отсутствует	-	0,46	0,319	3,32	-
ПИК	испытания в растворе	0,17	0,060	0,62	84,6
	5	0,44	0,090	0,93	76,9
	60	0,44	0,090	0,93	76,9
	120	0,44	0,090	0,93	76,9
	1440	0,44	0,112	0,93	71,2

При продолжительности контакта 5 мин защитная эффективность (Z) составила 50%, что всего на 5% меньше, чем при снятии поляризационных кривых непосредственно в ингибированном водном растворе. При увеличении времени контакта металлической поверхности с ингибированным водным раствором до 24 ч защитная эффективность снижалась. Следовательно, при проведении работ по консервации изделий, достаточно пятиминутного контакта металлических образцов с ингибированным водным раствором, или – кратковременного ополаскивания металлических поверхностей [5].

Выводы:

1. Основным результатом выполненной исследовательской работы явился полифункциональный ингибитор коррозии, который в составах консервационных материалов защищает черные и цветные металлы.

2. Ингибиторы эфир и ПИК имеют защитную эффективность более 90% при концентрации в водном растворе 10 г/л.

3. Исследуемый ингибитор имеет высокий эффект последствия при кратковременном контакте (до 5 мин) металлических изделий с ингибированным раствором.

### Библиографический список

1. Гайдар, С.М. Адсорбция фтор-пав и ее влияние на смазку трибосопряжений в условиях граничного и гидродинамического трения / С.М. Гайдар, А.А. Волков, М.Ю. Карелина // Труды ГОСНИТИ. – Т. 118. – 2015. – С. 113-124.
2. Волков, А.А. Совершенствование трибологических свойств смазок на основе трансмиссионного масла / А.А. Волков, М.Ю. Карелина, Э.А. Зиятдинов // В сборнике: Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. Министерство сельского хозяйства РФ; Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. – 2015. – С. 115-119.
3. Петровская, Е.А. Совершенствование смазок на основе трансмиссионного масла с целью повышения их трибологических свойств / Е.А. Петровская, А.А. Волков, И.А. Посуныко // В сборнике: Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвященной 100-летию академика Д.К. Беляева. – 2017. – С. 150-153.
4. Волков, А.А. Эпиламирование, как способ повышения надежности сельскохозяйственной техники / А.А. Волков, Е.Е. Пузенко // В сборнике: Технические науки – от теории к практике XVIII Международная научно-практическая конференция. Сер. "Научный журнал "Globus"" – 2017. – С. 46-51.
5. Пыдрин А.В. Исследование защитных свойств рабоче-консервационных составов на основе отработанных масел / А.В. Пыдрин, А.А. Волков // Труды ГОСНИТИ. – Т. 124. – № 2. – 2016. – С. 103-105.

УДК 621.793

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОГО ДИАМЕТРА ПРИ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ОТВЕРСТИЙ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ПОКРЫТИЙ ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

**Бурак Павел Иванович**, профессор кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Серов Антон Вячеславович**, доцент кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Представлены результаты исследования угла напыления порошковых материалов ХГДН. Получены углы напыления характерные для некоторых марок порошков производства Димет. Предложены аналитические зависимости для расчёта максимального диаметра отверстия герметизацию, которого можно осуществить холодным газодинамическим напылением. И результаты испытаний покрытий из данных порошков на износостойкость.

**Ключевые слова:** Холодное газодинамическое напыление, износостойкость, покрытия, порошки.

Способ холодного газодинамического напыления (ХГДН) сегодня широко используется в промышленности при восстановлении формы и размеров металлических деталей; герметизации сварных швов, пор, трещин; обработки электрических контактов; защиты от коррозии; нанесения подслоя под пайку; упрочнении резьбовых соединений и других областях ремонтного производства [1-3].

Его большим конкурентным преимуществом в сравнении с другими методами напыления металлических порошков является применение в качестве рабочего (транспортирующего и нагревающего) газа воздуха под давлением 0,5-1,0 МПа, при его расходе 0,5 м<sup>3</sup>/мин, а мощности потребляемой для нагрева подогрева 3...5 кВт. Отмечается [1], например что установка «Димет-402» имеет массу всего 14 кг, давление воздуха до 1,0 МПа при его расходе 0,3 м<sup>3</sup>/мин, что позволяет использовать данное оборудование в полевых условиях в составе мобильных ремонтных бригад.

Имеется большой опыт использования данного метода для ремонта течей радиаторов. В частности авторами [1] был произведён ремонт радиатора охлаждения воздуха автомобиля *Audi*.

При устранении такого рода неисправностей, важным является знать какой именно диаметр отверстия возможно загерметизировать данным методом без использования дополнительных деталей (заплаток). Было выяснено, что каждый напыляемый порошок имеет определённый угол при основании у края материала (рис. 1) основы  $\beta$ , зная который можно рассчитать максимальный диаметр отверстия для заделки его ХГДН. На основании проведённых экспериментов, при напылении порошком марок: А-20-11, С-01-11, N3-00-02 и С-01-01 на установке «Димет-405» при давлении воздуха 0,6 МПа, при различных температурных режимах, но при одинаковом расходе порошка (1,0 г/с). В качестве основы использовался стержень электрода Э46-МР-3 АРС-3-УД ГОСТ9466-75, ГОСТ 9467-75, диаметром электрода 3 мм. После напыления были получены конусы, высота полученных конусов измерялась лупой Бринелля (рисунок 1 б). В соответствии с представленной на рисунке расчётной схемой для каждого из рассматриваемых порошков был получен характерный угол напыления  $\beta$ , как:

$$\beta = \cos^{-1} \frac{\delta}{l},$$

где  $\delta$  – диаметр основания (толщина детали), мм;  $l$  – длина гипотенузы полученного при напылении конуса.

При этом для расчёта максимального (критического) размера отверстия которое можно запылить данным порошком без использования дополнительных деталей можно воспользоваться следующим выражением:

$$D_{кр} = 2h = 2 \times \frac{\delta}{2} \times \tan \beta = \delta \times \tan \beta,$$

где  $h$  – высота полученного при напылении конуса.

Углы напыления и величина  $D_{кр}$  при оптимальных температурных режимах напыления для рассматриваемых порошков представлены в таблице 1.

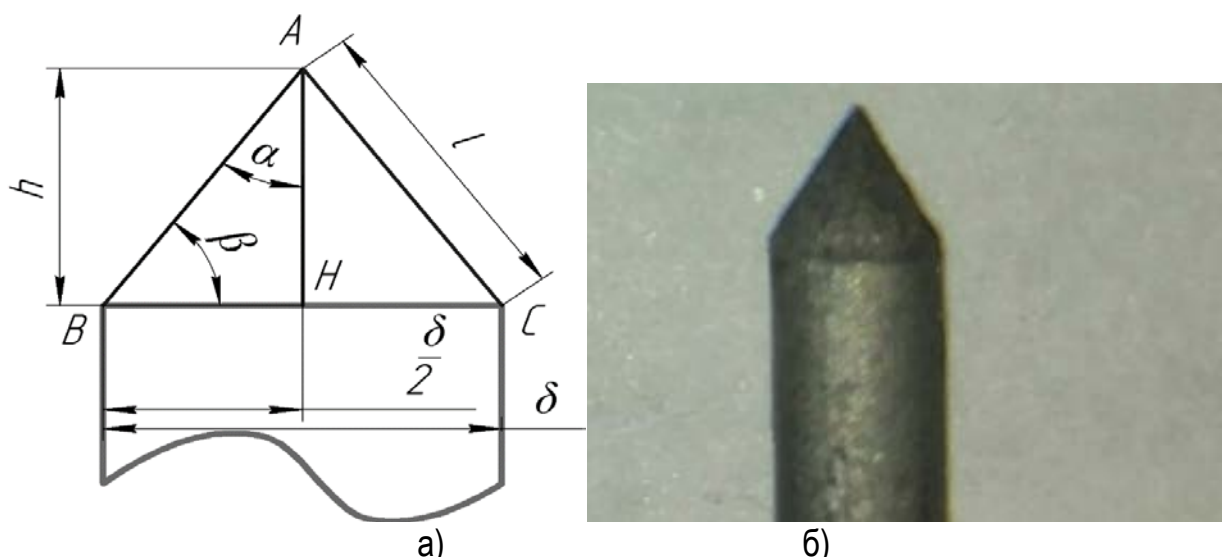


Рис. 1. Расчётная схема для определения угла напыления  $\beta$  (а) и пример получаемых при напылении пирамидок (б)

Таблица 1

Угол напыления  $\beta$  для исследуемых порошков

Марка порошка	Температура воздуха, °С	$\beta$ , °	$D_{кр}$ , мм
A-20-11	300	32,20	0,635
C-01-11	300	57,72	1,585
N3-00-02	600	54,46	1,45
C-01-01	500	65,97	2,245

Также необходимо отметить, что при напылении порошка марки C-01-11, происходило увеличение напыляемого конуса вширь, относительно исходного диаметра образца с 3 мм до 3,3 мм при 4 температурном режиме напыления.

Новым применением ХГДН в технологиях ремонта и упрочнения деталей машин, является использование его для подготовки материалов и создания на них промежуточных слоёв при электроконтактной приварки металлических лент, что позволило значительно повысить качество получаемых покрытий. Из результатов исследований П.И. Бурак выяснил, что применение биметаллических лент снижает химическую неоднородность в зоне соединения; снижает остаточные напряжения и устраняет влияние различия в значениях коэффициента линейного теплового расширения свариваемых материалов; предотвращает их пластическую деформацию; существенно снижает основные параметры режима электроконтактной приварки при одновременном обеспечении высокой прочности соединений.

На данный момент ХГДН активно применяется не только при ремонте деталей машин [1, 2], но при создании функциональных покрытий [3]. При этом под функциональными покрытиями авторами понимается – слой, созданный на поверхности детали являющийся её неотъемлемой частью, отличающийся от неё по химическому составу и имеющий меньшую толщину, чем основной материал, со строго определёнными, заданными свойствами, чередованием или градиентом свойств, необходимыми для работы детали или обеспечивающими более высокие технико-экономические показатели эксплуатации изделия, чем без наличия такового.

При получении функциональных покрытий фактической задачей становится программирование их свойств, что возможно лишь при полном понимании процессов и закономерностей, протекающих при их получении тем или иным методом. Для этого необходимо опираться на весь имеющийся теоретический и практический опыт исследователей в данной области.

Многие учёные занимались изучением процесса холодного газодинамического напыления и получения покрытий данным методом, а также свойств получаемых покрытий.

Износостойкость покрытий полученных ХГДН учёные [4] исследовали при абразивном изнашивании (таблица 2) на установке ИМ-01 (подложка – сталь 08Пс; среднее контактное давление в зоне трения 0,33 МПа, расход абразивного материала – 7,0 г/мин, длительность испытаний – 30 мин, путь трения – 540 м) и по схеме роликокогодка на машине трения ИИ 5018 (материал когодки – СЧ 21 ГОСТ 1412-85, смазка – масло М-8В2, частота вращения вала установки 500 мин<sup>-1</sup>, сила нагружения – 1000 Н).

Таблица 2

**Результаты испытаний покрытий полученных ХГДН  
на абразивное изнашивание**

Материал	$\epsilon^*$	$\epsilon_v^{**}$
С-01-11	2,36	2,69
Н3-00-02	2,51	2,86
А-80-13	1,92	0,66
А1 5	1,60	0,55
Сталь 45	1	1

$\epsilon^*$  - относительная износостойкость по массе

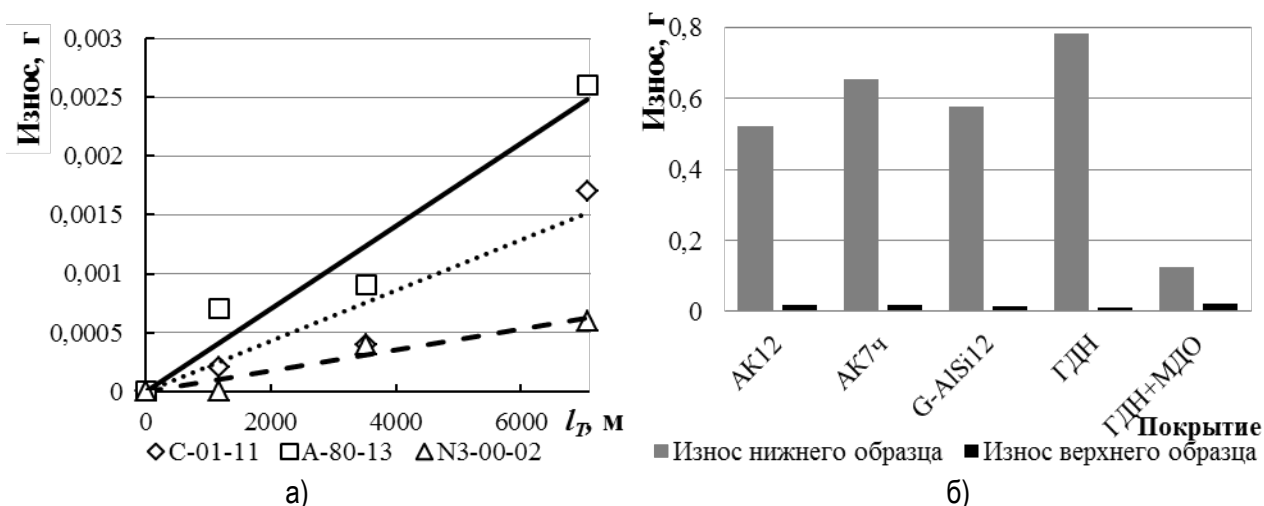
$\epsilon_v^{**}$  - относительная износостойкость по объёму

Из результатов полученных учёными [4] видно, что износ покрытий из С-01-11 и Н3-00-02 более чем в 2 раза ниже, чем образцов из стали 45.

Результаты износостойкости на машине трения ИИ-5018 (рис. 2 а) установленные учёными [4] показывают, что наибольшую износостойкость имеют покрытия, полученные газодинамическим напылением порошка марки Н3-00-02, при этом коэффициент трения составил 0,26.

В свою очередь Ю.А. Кузнецов исследовал износостойкость покрытий из оксида алюминия (корунда), полученных сверхзвуковым газодинамическим напылением с упрочнением МДО. Получение покрытий ХГДН осуществлялось на установке «ДИМЕТ 403» с применением порошков на основе алюминия АБ-41 (ТУ 1721-031-40707672), А-80-13 (ТУ 1791-011-40707672) и А-20-11 (ТУ 1721-031-40707672), а упрочнение полученных покрытий производили на установке микродугового оксидирования.

Скорость изнашивания покрытий сформированных ХГДН (А-80-13) с последующим МДО, по данным его данным, в несколько раз ниже скорости изнашивания сплавов, принятых за эталон сравнения (рисунок 2 б), а пористость МДО-покрытий, полученных на напыленных поверхностях, составляет 18...22% и зависит от режимов оксидирования и состава электролита.



**Рис. 2. Накопленный износ (а) и износ пар трения (Кузнецов Ю.А.) (б)**

Имеющиеся экспериментальные данные позволяют не только назначать оптимальные параметры процесса ХГДН при ремонте деталей машин и получении функциональных покрытий, но и прогнозировать ряд свойств получаемых покрытий, в частности их износостойкость. Перспективным направлением является микродуговое окисление покрытий из порошков алюминия, для получения износостойких покрытий на режущих элементах жаток уборочных машин, зубчатых передач, и других деталях работающих в условиях высокого изнашивания и агрессивных средах.

### Библиографический список

1. Бурак, П.И. Газодинамическое напыление при оперативном ремонте сельскохозяйственных машин / П.И. Бурак, А.В. Серов // Упрочняющие технологии и покрытия. – №11 (107). – 2013. – С. 45-48.
2. Бурак, П.И. Обзор исследований в области холодного газодинамического напыления / П.И. Бурак, А.В. Серов, Н.В. Серов // Труды ГОСНИТИ. – М: ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии. – 2014. – Т. 114. – С. 169-174.
3. Серов А.В. Функциональные покрытия в сельскохозяйственном машиностроении / А.В. Серов, П.И. Бурак, Р.А. Латыпов, Н.В. Серов // Международный научный журнал. М.: ООО «Спектр». – 2014. – Вып. 6. – С. 71-77.
4. Бурак, П.И. Износостойкость покрытий, полученных газодинамическим напылением / П.И. Бурак [и др.] // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2011. – Вып. 7. – С. 26-30.



## АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ 3-D ПЕЧАТИ ПОЛИМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ

*Голубев Иван Григорьевич, заведующий отделом научно-информационного обеспечения инновационного развития АПК, ФГБНУ Росинформагротех*

*Быков Владимир Васильевич, профессор кафедры ЛТ-4, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Голубев Михаил Иванович, доцент кафедры ЛТ-4, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Спицын Иван Алексеевич, профессор кафедры основ конструирования механизмов и машин, ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ*

**Аннотация:** Дан анализ оборудования для 3D-печати полимерных деталей. Приведены характеристики принтеров, используемого материала и номенклатура изготавливаемых деталей, в том числе сельскохозяйственной и лесохозяйственной техники.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, принтеры, 3D-печать, полимерные детали.

Одно из наиболее динамично развивающихся направлений "цифрового" производства является применение аддитивных технологий (АТ). Аддитивное производство представляет собой класс перспективных технологий производства деталей по трехмерной компьютерной модели путем последовательного нанесения материала. Детали изготавливаются непосредственно по компьютерному файлу, содержащему 3D-модель, виртуально нарезанную на тонкие слои, который передается в АТ-систему, для послойного формирования конечного изделия. В последние годы в России активно ведутся исследования и получены первые результаты практического использования АТ. Появились первые отечественные модели высокопроизводительных аддитивных машин, где наряду с импортными комплектующими используется российское программное обеспечение. Мировой опыт показывает на большие возможности применения АТ в сельскохозяйственном и лесном машиностроении, в том числе для изготовления из деталей из полимерных материалов [1-3].

Нами проведен анализ открытых информационных источников по использованию аддитивных технологий. Большое внимание уделено изучению и анализу принтеров для 3D-печати, представленных на различных выставках, в том числе международной специализированной выставке «Станкостроение – 2017» ( МВЦ Крокус Экспо, 10-13 октября 2017г.), «Аддитивные технологии и 3D-печать в промышленности (ЦВК «Экспоцентр» 23-26 января 2018), международной специализированной выставке «Оборудование и технологии обработки конструкционных материалов» «Технофорум-2019» (ЦВК «Экспоцентр» 22-25 октября 2018), и других мероприятий.

Анализ показал, что в больших объемах используют 3D-печать деталей из полимерных материалов [4, 5]. Для этого используют принтеры SLA, FDM и PoLyJet и

другие. Технологию SLA (Stereolithography Apparatus) реализуют промышленные стереолитографические 3D принтеры на фотополимерной смоле. В них использован ультрафиолетовый лазер со светодиодной накачкой. Технологию SLS (Selective Laser Sintering-Селективное лазерное спекание) реализуют промышленные 3D принтеры для печати деталей порошком нейлона (полиамида) и полипропилена (таблица 1).

Таблица 1

**Технические параметры некоторых промышленных 3D принтеров SLS-N для печати деталей порошком нейлона (полиамида) и полипропилена**

№ п.п.	Модель	SLS-320N	SLS-420N
1	Мощность лазера, Вт	30	55
3	Толщина слоя печати, мм	0,08-0,2	0,08-0,2
3	Потребляемая мощность, кВт	2	3
4	Габаритные размеры, мм	X1950 Y1150 Z2350	X1950 Y1250 Z2200

Характеристика некоторых 3D принтеров FDM STRATASYS дана в таблице 2, а материалов для них в таблице 3.

Таблица 2

**Характеристика некоторых 3D принтеры FDM**

№ п.п.	Наименование показателя	STRATASYS F-170	STRATASYS 270
1	Камера построения, мм	254+254+254	305+254+305
2	Используемые материалы	ABS-M30 ASA PLA	ABS-M30 ASA PLA
3	Масса, кг	227	227
4	Точность моделей, мм	+/- 200	+/- 200

Таблица 3

**Характеристика материалов для 3D принтеров FDM**

№ п.п.	Материал	Свойства	Номенклатура деталей
1	ULTEM™ 1010 resin (полиэфиримид)	Биосовместимый, устойчив к воздействию тепла и химических веществ	Детали пищевого оборудования
2	ULTEM 9085 resin (полиэфиримид)	Термопластик, устойчивость к воздействию тепла и химических веществ, высокая прочность на разрыв и изгиб	Детали и компоненты транспортных средств
3	PPSF (полифенилсульфон)	Высокая устойчивость к воздействию тепла и химических веществ	Детали, работающие в агрессивных средах и повышенных температурах
4	PC (поликарбонат)	Термопластик с улучшенными механическими свойствами и термостойкостью	Крепежные элементы
5	ASA (акрилонитрил-стирол)	Устойчив к УФ-излучению, улучшенные эстетические характеристики	Детали автомобильной промышленности

Характеристика некоторых 3D принтеров PoLyJet даны в таблице 4. а материалов для них в таблице 5.

Таблица 4

**Характеристика 3D принтеров PoLyJet**

№ п.п.	Наименование показателя	OBJET 24	OBJET 1000 PLUS
1	Максимальный размер создаваемой модели , мм	234 x 192 x 148,6	1000 x 800 x 500
2	Габариты, мм	825 x 620 x 590	1960 x 2868 x 2102
4	Масса, кг	93	2200
5	Точность, мм	0,1	до 0,6

Таблица 5

**Характеристика материалов для 3D принтеров PoLyJet**

№ п.п.	Материал	Свойства	Номенклатура деталей
1	Digital ABS	Высокая прочность и термостойкость	Тонкостенные детали, корпуса, кожухи
2	Специализированный пропилены Durus White RGD 430, TangoGray FLX950	Высокая твердость	Отсеки аккумуляторов
3	Эластомеры TangoBlack FLX973, TangoGray FLX950	Высокая эластичность	Прокладки, уплотнения, шланги

Российская компания «Анизопринт» начала продажу 3D-принтеров Composer. Специальная печатная головка с двумя соплами позволяет не только печатать обычным пластиком, но и армировать его во время печати непрерывными углеродными волокнами, что делает материал в 25 раз прочнее и жестче по сравнению с чистым пластиком. Composer позволяет армировать различные пластики. Подготовка моделей и запуск печати может осуществляться с локального компьютера [1].

Для 3D-печати полимерных деталей разработаны и используются различные принтеры зарубежных производителей SLA, FDM и PoLyJet и другие. Для 3D-печати полимерных деталей российская компания «Анизопринт» разработала 3D-принтер Composer. Применение аддитивного оборудования позволит значительно повысить эффективность технологических процессов производства и ремонта сельскохозяйственной и лесохозяйственной техники.

**Библиографический список**

1. Федоренко, В.Ф. Перспективы применения аддитивных технологий при производстве и техническом сервисе сельскохозяйственной техники / В.Ф. Федоренко, И.Г. Голубев // ФГБНУ «Росинформагротех». – 2018. – 140 с.
2. Голубев, И.Г. Перспективы применения аддитивных технологий при восстановлении деталей транспортных и технологических машин / И.Г. Голубев, М.И. Голубев, В.В. Быков // В сборнике «Наземные транспортно-технологические комплексы и

средства». Материалы Международной научно-технической конференции. Тюмень. – 2018. – С. 87-91.

3. Голубев, И.Г. Перспективы применения аддитивных технологий при ремонте сельскохозяйственной техники / И.Г. Голубев, И.А. Спицын, В.В. Быков, М.И. Голубев //Труды ГОСНИТИ. – Т. 130. – 2018. – С. 214-219.

4. 3D-принтеры PoLyJet. Проспект компании REC на выставке «Аддитивные технологии и 3D-печать в промышленности. Москва, ЦВК «Экспоцентр» 23-26 января 2018. – 8 с.

5. 3D-принтеры FDM. Проспект компании REC на выставке «Аддитивные технологии и 3D-печать в промышленности. Москва, ЦВК «Экспоцентр» 23-26 января 2018. – 8 с.

УДК 621.89.017

### **ВОССТАНОВЛЕНИЕ СВОЙСТВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРИСАДОК**

**Пыдрин Александр Викторович**, ассистент кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Волков Алексей Александрович**, ассистент кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотации.** В статье рассмотрено влияние полифункциональных присадок на вязкостно-температурные свойства моторных масел. Экспериментально доказана возможность восстановления свойств моторных масел в процессе эксплуатации при неправильном функционировании силовой установки.

**Ключевые слова:** моторное масло, двигатель, вязкость, поверхностно-активные вещества.

К числу важных эксплуатационных свойств моторных масел относятся их вязкостно- температурные свойства. Вязкость моторного масла является важнейшим показателем, характеризующим процесс смазывания, распределение масла по поверхности трения, а также в значительной степени влияющим на потери энергии на трение в двигателе [1]. Следует уточнить, что под вязкостью в данной работе понимается кинематическая вязкость жидкости.

Вязкость зависит от многих параметров, таких как химический состав, температура, давление, и многие другие. Известно, что в процессе эксплуатации вязкость масла может значительно изменяться. При исправной работе двигателя при наработке масла вязкость увеличивается за счет накопления в масле различного вида отложений, таких как смолы, лаковые отложения, нагар. В основе процесса образования отложений лежат реакции окисления и дальнейшего превращения продуктов окисления [2, 3].

Целью представленного исследования было определение влияния многофункциональных присадок Телаз-ЛС и АКОР-1 на реологические свойства исследуемого моторного масла.

Определение вязкости масел проводилось в соответствии с ГОСТ 33-2000 (ISO 3104-94). Сущность метода заключается в измерении калиброванным стеклянным вискозиметром времени истечения, в секундах, определенного объема испытуемой жидкости под влиянием силы тяжести при постоянной температуре. Результаты обработаны согласно методикам, изложенным в работе [4].

Для измерения вязкости проба масла помещается в капиллярный вискозиметр марки ВПЖ-1 с диаметром капилляра 1,52 мм, затем вискозиметр погружается в жидкостный переливной термостат, который предварительно заполнен водой.

Для исследований были отобраны пробы масла с дизельного двигателя Perkins 1004-40T. В данном двигателе используется моторное масло Mannol TS-5. Цикл технического обслуживания данного двигателя составляет 250 моточасов, поэтому образцы масла были отобраны при наработке 90 и 250 моточасов, а также были взяты образцы свежего, не отработавшего масла в качестве контрольных.

Было выявлено, что вязкость масла в данном двигателе уменьшается. Это может происходить по нескольким причинам:

1. Выработка вязкостной присадки в масле, отвечающей за создание благоприятных вязкостно-температурных свойств. Однако работы [5] показывают, что подобные присадки, в частности присадки на основе полиметакрилата (Lubrizol 3135, TLA 227, TAD 904) и полиизобутилена (Lubrizol 3174) не вырабатываются в маслах за указанный период 250 моточасов.

2. Попадание в моторное масло дизельного топлива и его разжижение. Это достаточно распространенный дефект дизельных двигателей, который может быть вызван достаточно большим количеством причин, таких как частичный выход из строя топливного насоса высокого давления (если двигатель и топливная аппаратура имеют общую систему смазки), особенно ввиду износа плунжерных пар, неправильная работа системы впрыска топлива и другие.

Таким образом, было установлено, что причиной уменьшения вязкости является попадание дизельного топлива в масло. Для устранения получившегося дефекта моторного масла были проведены испытания по восстановлению его реологических свойств путем добавления полифункциональных присадок. Были использованы составы Телаз-ЛС и АКОР-1. Полученные данные представлены в таблице 1.

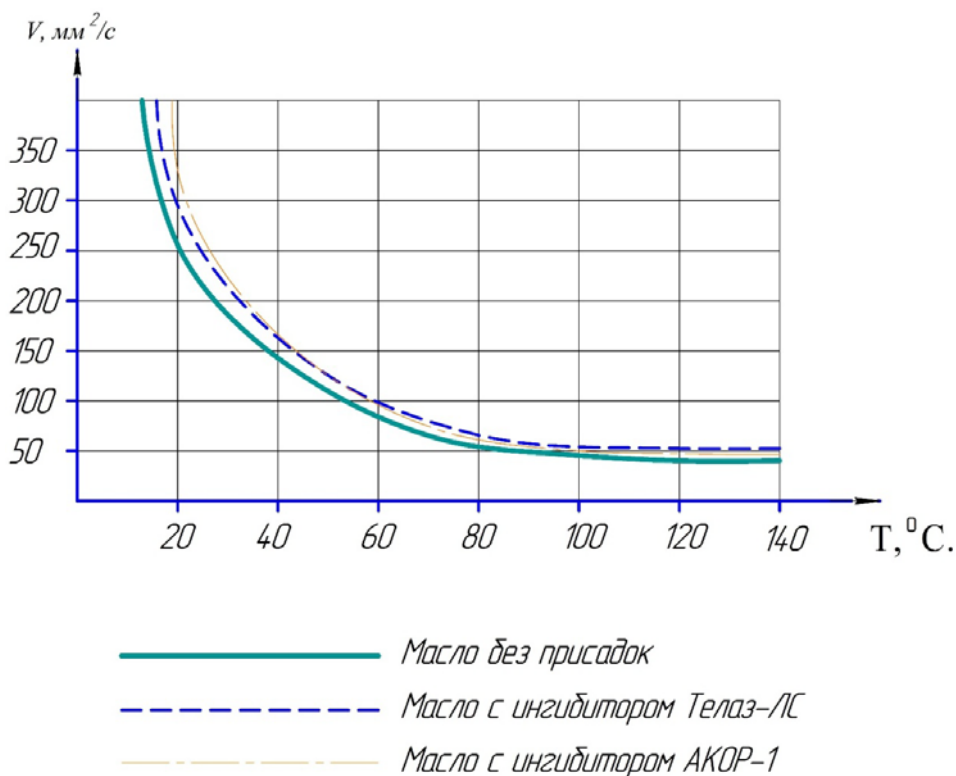
Таблица 1

**Кинематическая вязкость масла Mannol TS-5 при различном времени наработки и при добавлении составов Телаз-ЛС и АКОР-1 при температуре 50°C**

Присадка	Вязкость составов, м <sup>2</sup> /с		
	Масло Mannol чистое	Масло Mannol с наработкой 90 моточасов	Масло Mannol с наработкой 250 моточасов
Без присадки	105,3	91,1	87,1
10% Телаз-ЛС	110,6	120,7	128,9
10% АКОР-1	109,2	77,6	104,5

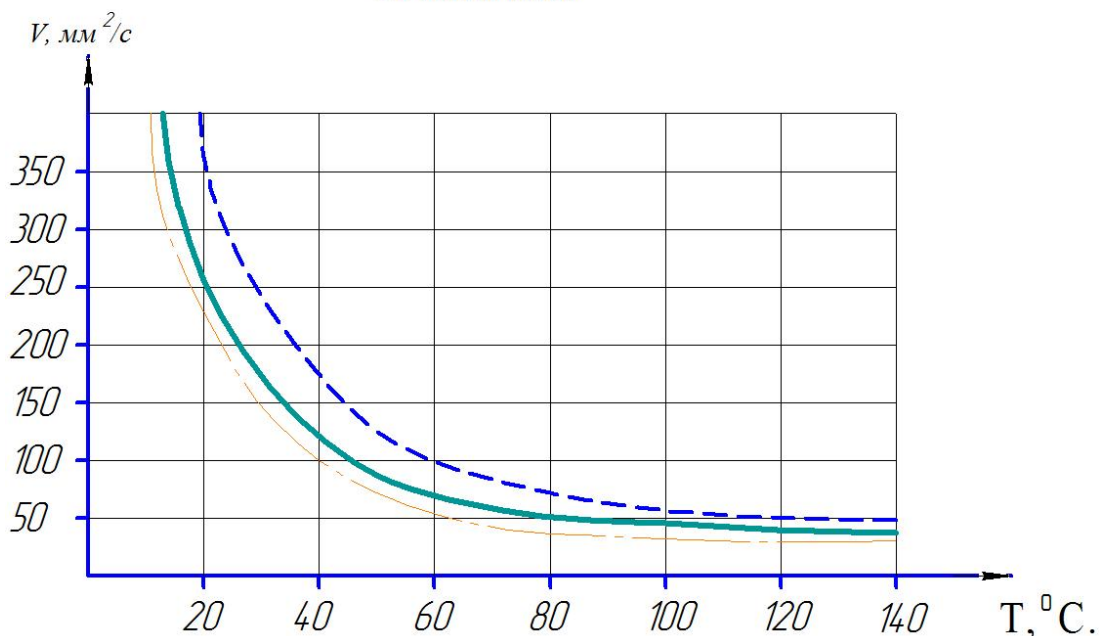
Также были проведены испытания по определению вязкости для температур 20 и 70°C, результаты представлены в виде графиков на рисунках 1, 2 и 3.

*Композиции на основе чистого масла*



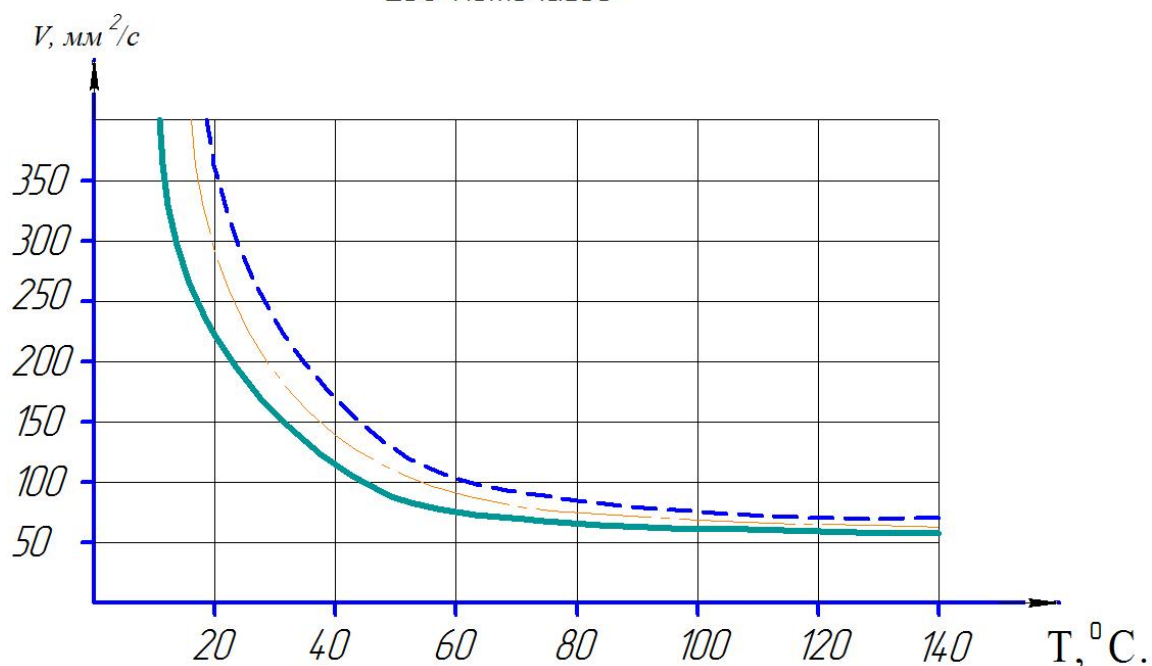
**Рис. 1. Кинематическая вязкость смазочных композиций на основе чистого масла Mannol TS-5**

*Композиции на основе масла, отработавшего 90 моточасов*



**Рис. 2. Кинематическая вязкость смазочных композиций на основе чистого масла Mannol TS-5, отработавшего 90 моточасов**

*Композиции на основе масла, отработавшего  
250 моточасов*



**Рис. 3. Кинематическая вязкость смазочных композиций на основе чистого масла Mannol TS-5, отработавшего 250 моточасов**

Полученные данные показывают, что примененные составы могут применяться для восстановления вязкостно-температурных свойств моторных масел при неисправной работе двигателя в том случае, если немедленный ремонт двигателя невозможен. Также экспериментальные данные показывают, что более высокой способностью к восстановлению вязкостно-температурных свойств обладает состав Телаз-ЛС.

### **Библиографический список**

1. Гайдар, С.М. Использование наноматериалов в качестве присадок к маслам для уменьшения трения в трибосопряжениях / С.М. Гайдар, В.Н. Свечников, А.Ю. Усманов, М.И. Иванов // Техника и оборудование для села. – № 1. – 2013. – С.35-37.
2. Гайдар, С.М. Этаноламиды карбоновых кислот как полифункциональные ингибиторы окисления углеводородов / С.М. Гайдар //Химия и технология топлив и масел. – №6 (562). – 2010. – С. 16-20.
3. Гайдар, С.М. Улучшение эксплуатационных характеристик двигателя с применением нанотехнологий / С.М. Гайдар, В.Н. Свечников, А.Ю. Усманов, М.И. Иванов // Труды ГОСНИТИ. – Т. 111. – №1. – 2013. – С. 4-8.
4. Гайдар, С.М. Планирование и анализ эксперимента / С.М. Гайдар // Москва. 2015 – 548 с.
5. Остриков, В.В. Повышение эффективности использования смазочных материалов / В.В. Остриков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – №5. – 2010. – С. 10-11.

## ОСОБЕННОСТИ КИНЕМАТИКИ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКИ

**Серов Антон Вячеславович**, доцент кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Соколова Вера Михайловна**, доцент кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Приведены аналитические зависимости позволяющие назначать кинематические параметры процесса электроконтактной приварки металлической ленты.

**Ключевые слова:** покрытия; восстановление, упрочнение, ремонт, электроконтактная приварка, металлическая лента, оптимизация режимов, производительность, коэффициенты перекрытия.

Ресурсосберегающие технологии с каждым годом становятся все более актуальными в машиностроении. Одним из направлений повышения эффективности использования ресурсов (материалов) и качества производства, восстановления и упрочнения деталей, является создание на рабочей поверхности покрытия, отвечающего требованиям, предъявляемым к данной детали и обеспечивающего необходимый рабочий ресурс при работе в сочетании с материалом основы [1].

Перспективным способом получения покрытий на поверхностях деталей сельскохозяйственных машин с точки зрения номенклатуры получаемых покрытий, экологической чистоты и экономии дорогостоящих материалов является электроконтактная приварка (ЭКП) материалов [1].

Производительностью процесса ЭКП  $Q$  можно понимать: площадь покрытия, наносимую в единицу времени, объем наносимого материала или массу, которые можно найти из следующего соотношения [2]:

$$Q_M = Q_V \rho = Q_S \rho \delta, \quad (1)$$

где  $Q_M$  – масса наносимого покрытия в единицу времени, г/мин;  $Q_V$  – объем наносимого покрытия в единицу времени, мм<sup>3</sup>/мин;  $Q_S$  – площадь наносимого покрытия в единицу времени, мм<sup>2</sup>/мин;  $\rho$  – плотность присадочного материала, г/мм<sup>3</sup>;  $\delta$  – толщина полученного покрытия, мм.

Площадь наносимого покрытия в единицу времени  $Q_S$  будет зависеть от ширины  $b_{\Pi}$  присадочного материала привариваемого за один проход инструмента (электрода) (рисунок 1).

Из схемы рисунка 1 можно найти  $Q_S$ :

$$Q_S = v_{\text{св}} b_{\Pi}, \quad (2)$$

где  $b_{\Pi}$  – ширина материала, привариваемая за один проход электрода, мм;  $v_{\text{св}}$  – скорость сварки, мм/мин.

Подставив выражение (2) в (1) получим расчётную формулу, для определения производительности процесса электроконтактной приварки:

$$Q_M = Q_V \rho = Q_S \rho \delta = v_{\text{св}} b_{\Pi} \rho \delta \quad (2.3)$$



Авторами [3] введено понятие коэффициента перекрытия сварочных площадок  $k_{\Pi n}$  между соседними точками ряда  $k_{\Pi n}$  и между рядами приварки  $k_{\Pi S}$ , отражающего отношение пути, пройденного деталью за время паузы (расстояние между соседними рядами), к диаметру сварочной точки, имеющей круглую форму:

$$k_{\Pi n} = \frac{l_{\Pi}}{d_T}$$

Тогда:

$$l_{\Pi} = k_{\Pi n} d_T = v_{CB} t_{\Pi},$$

где  $l_{\Pi}$  – путь, проходимый электродом за время паузы, мм;

$t_{\Pi}$  – время паузы, с;

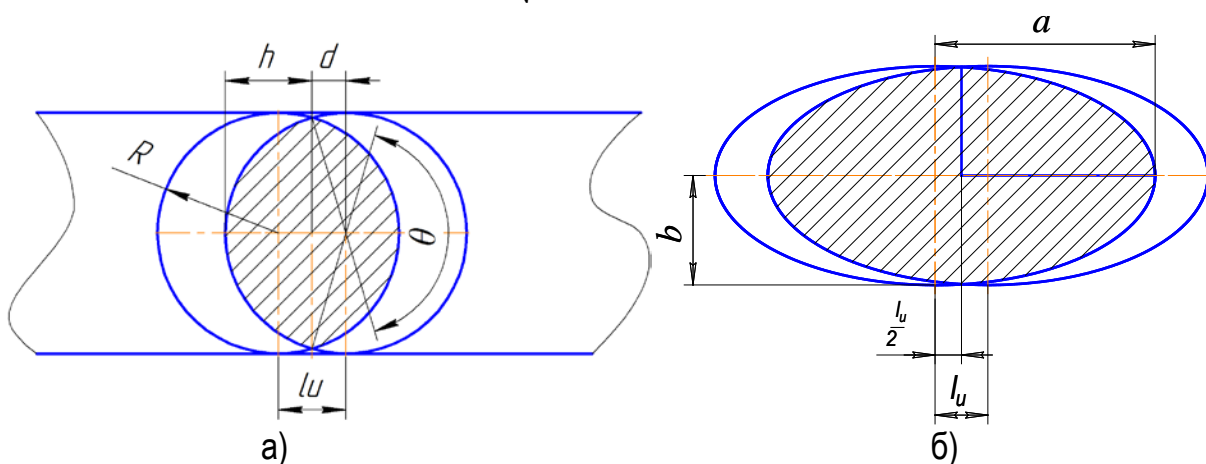
$d_T$  – диаметр приваренной единичной точки при ее круглой форме, или ширина валика приварки, мм.

Поскольку, за время прохождения импульса тока  $t_{\Pi}$  происходит взаимное перемещение электродов и детали  $l_{\Pi}$ . Площадь ленты, через который ток проходит в течение всего импульса, равна удвоенной площади сегмента отсекаемой общей хордой пересекающихся окружностей в начале протекания импульса и в его конце (рисунок 1 а):

$$S_{\Pi} = \frac{1}{2} (d_T^2 \cos^{-1} \left( \frac{l_{\Pi}}{d_T} \right) - \sqrt{d_T^2 - l_{\Pi}^2}), \quad (2.7)$$

Площадь зоны контакта, через который ток проходит в течение всего времени протекания импульса тока, в случае если сварочной точки эллиптической формы, равна удвоенной площади сегмента отсекаемого общей хордой пересекающихся эллипсов в начале протекания импульса тока и в его конце (рисунок 1 б). Для нахождения этой площади необходимо взять определённый интеграл уравнения эллипса от половины расстояния проходимого электродом  $l_{\Pi}$  за время протекания импульса сварочного тока  $t_{\Pi}$  до главной полуоси эллипса  $a$ :

$$S_{\Pi} = 4 \frac{b}{a} \left( \frac{\pi a^2}{4} - \frac{l_{\Pi}}{4} \sqrt{a^2 - \frac{l_{\Pi}^2}{4}} + \frac{a^2}{2} \sin^{-1} \frac{l_{\Pi}}{2a} \right) \quad (22)$$



**Рис. 1. Площадь покрытия, привариваемая за один цикл сварки:**

а – для круглой и б – для эллиптической сварочной точки

Следующий импульс тока должен начинаться через такой промежуток времени, через который будет обеспечено перекрытие сварочных площадок с коэффициентом  $k_{\Pi n}$  относительно положения сварочной точки в момент начала протекания сварочного тока, а не положения сварочной точки в котором протекание тока заканчивается.

Следовательно, путь проходимый точкой за время паузы должен быть меньше на расстояние проходимое за время импульса.

С учётом этого производительность процесса электроконтактной приварки можно найти как:

$$Q_S = \frac{k_{\Pi n} d_T k_{\Pi S} d_T}{t_{\Pi} + t_{\Pi} k_{\Pi n}} = \frac{k_{\Pi n} k_{\Pi S} d_T^2}{t_{\Pi} + t_{\Pi} k_{\Pi n}} \quad (3)$$

Для того чтобы обеспечить полное перекрытие сварочных точек при различных коэффициентах  $k_{\Pi n} \neq k_{\Pi S}$ , необходимо воспользоваться следующим выражением:

$$1 = \sqrt{k_{\Pi S}^2 + k_{\Pi n}^2} \quad (4)$$

Для решения задачи определения, значений коэффициентов перекрытия при которых будет достигнута наибольшая производительность процесса электроконтактной приварки, при условии обеспечения полного перекрытия сварочных площадок с учётом взаимного перемещения электродов-роликов и детали за период времени импульса выразим из выражения (4)  $k_{\Pi S}$  и подставим в выражение (3):

$$Q_S = d_T^2 \frac{k_{\Pi n} \sqrt{1 - k_{\Pi n}^2}}{t_{\Pi} + t_{\Pi} k_{\Pi n}}$$

Для решения поставленной задачи необходимо найти экстремум функции, а следовательно взять производную полученного выражения по  $k_{\Pi n}$ :

$$Q_S' = \left( d_T^2 \frac{k_{\Pi n} \sqrt{1 - k_{\Pi n}^2}}{t_{\Pi} + t_{\Pi} k_{\Pi n}} \right)'$$

После дифференцирования и математических преобразований получим:

$$Q_S' = d_T^2 \frac{(t_{\Pi} k_{\Pi n}^3 + 2t_{\Pi} k_{\Pi n}^2 - t_{\Pi})}{(t_{\Pi} + t_{\Pi} k_{\Pi n})^2}$$

Производительность процесса электроконтактной приварки будет максимальна при таком значении  $k_{\Pi n}$  при которой производная  $Q_S'$  будет равна 0.

Выражение (9) может быть равно 0, только если числитель дроби равен нулю:

$$t_{\Pi} k_{\Pi n}^3 + 2t_{\Pi} k_{\Pi n}^2 - t_{\Pi} = 0$$

Для решения полученного уравнения воспользуемся компьютерной системой «Mathcad»:

$$k_{\Pi n} = \frac{2^{\frac{3}{2}}(1 - t_{\Pi}\sqrt{3})t_{\Pi}^2}{3^{\frac{3}{2}}\sqrt{-16t_{\Pi}t_{\Pi}^3 + 3\sqrt{3}\sqrt{-32t_{\Pi}^4 - 27t_{\Pi}^2} - 27t_{\Pi}t_{\Pi}}} - \frac{(1 + t_{\Pi}\sqrt{3})^3\sqrt{-16t_{\Pi}t_{\Pi}^3 + 3\sqrt{3}\sqrt{-32t_{\Pi}^4 - 27t_{\Pi}^2} - 27t_{\Pi}t_{\Pi}}}{6^{\frac{3}{2}}} + \frac{2t_{\Pi}t_{\Pi}}{3}$$

Существует несколько схем электроконтактной приварки: одним роликом (угол 360°), двумя роликами угол 180°, 90° или другой. Тогда продольную подачу (ход

приварки) сварочной головки (электродов) можно найти как шаг приварки, равный расстоянию между соседними рядами приварки на число электродов (заходов):

$$S = b_{\Pi} N_p = N_{\text{э}} k_{\Pi S} d_T$$

где  $N_{\text{э}}$  – число роликовых электродов;

$S$  – ход приварки (электродов), мм.

При однорольковой схеме электроконтактной приварки, необходимо, что бы продольное перемещение сварочной головки (электрода) за один полный оборот детали составляло:

$$S = N_{\text{э}} k_{\Pi S} d_T = k_{\Pi S} d_T$$

При двурольковой схеме приварке, когда угол между роликовыми электродами составляет  $180^\circ$ , за один оборот сварочная головка должна перемещаться на расстояние  $2b_{\Pi}$  (ход приварки) поскольку, в этом случае каждый из электродов должен перемещаться на расстояние  $k_{\Pi S} d_T$  за пол оборота детали (шаг приварки).

$$S = 2b_{\Pi} = 2k_{\Pi S} d_T$$

В случае же если угол между электродами не равен  $180^\circ$ , для получения параллельных рядов приварки от разных электродов с необходимым взаимным перекрытием, необходимо сместить один из электродов относительно другого в горизонтальной плоскости на расстояние  $\Delta_{\text{э}}$  (рис. 2):

$$\Delta_{\text{э}} = \left( \frac{\psi N_{\text{э}} - 360^\circ}{360^\circ} \right) k_{\Pi S} d_T \quad (26)$$

где  $\psi$  – угол между роликовыми электродами,  $^\circ$ .

При этом получается величина смещения электродов против винтовой линии, для получения смещения по винтовой линии к полученному значению необходимо прибавить  $2k_{\Pi S} d_T$ .

При нанесении покрытий на плоские поверхности по технологии [4], главным движением будет являться перемещение сварочной головки, величина подачи детали за полный ход электрода будет равна:

$$S_x = k_{\Pi S} d_T, \text{ мм/ход}$$

В случае если перемещение сварочной головки (продольное перемещение электродов связано с вращение детали (реализуется в установках на базе токарно-винторезного станка), её подача будет находиться по следующей формуле:

$$S_n = N_{\text{э}} k_{\Pi S} d_T, \text{ мм/об.}$$

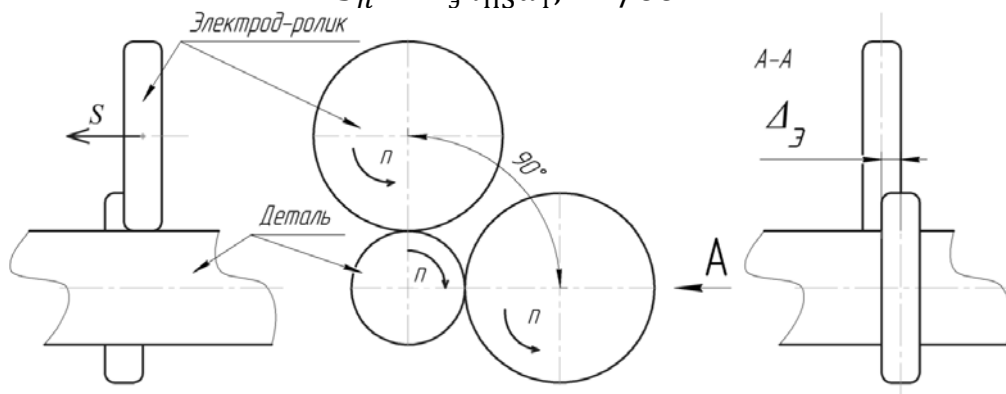


Рис. 2. Двурольковая схема с углом  $90^\circ$  градусов между электродами

Для случая, если подача сварочной головки не связана с вращением детали, минутная подача может быть найдена как:

$$S_M = \frac{N_3 k_{ПС} d_T}{T} = N_3 k_{ПС} d_T n, \text{ мм/мин}, \quad (29)$$

где  $T$  – период одного оборота восстанавливаемой детали, мин.

Формула, по которой можно найти подачу сварочной головки без частоты вращения детали:

$$S_M = \frac{60 N_3 k_{ПС} k_{Пн} d_T^2}{\pi D (t_{п} + t_{н} k_{Пн})}, \frac{\text{мм}}{\text{мин}} \quad (31)$$

Полученные выражения позволяют назначать кинематические режимы электроконтактной приварки, обеспечивающие необходимое перекрытие сварочных точек, а, следовательно, и качество покрытия.

### Библиографический список

1. Оськин, В.А. Электроконтактная приварка как метод получения функциональных покрытий в сельском хозяйстве / В.А. Оськин, А.В. Серов, В.М. Соколова // Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 288. В 4-х ч. IV. М.: Изд-во РГАУ-МСХА. – 2016. – С. 300.
2. Серов, А.В. Определение технологических параметров электроконтактной приварки при восстановлении и упрочнении плоских поверхностей / А.В. Серов, Н.В. Серов, П.И. Бурак // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – Вып. 1. – 2017. – С. 35-40.
3. Бурак, П.И. Оптимизация процесса электроконтактной приварки металлической ленты через аморфный припой / П.И. Бурак, А.В. Серов, Р.А. Латыпов // Технология машиностроения. – М.: ООО ИЦТМ. – 2011. – Вып. 7 – С. 35-40.
4. Серов, Н.В. Технология упрочнения лемехов плуга электроконтактной приваркой / Н.В. Серов, А.В. Серов, П.И. Бурак // Труды ГОСНИТИ. – М.: ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии. – Т. 121. – 2015. – С. 287-290.

УДК 620.22: 621.791

### ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ УПРОЧНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

**Серов Никита Вячеславович**, старший преподаватель кафедры сопротивления материалов и деталей машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева  
**Соколова Вера Михайловна**, доцент кафедры материаловедения и технологии машиностроения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье рассматриваются основные направления упрочнения материалов и связанных с ними преимущества и недостатки. Рассмотрены особенности поверхностного упрочнения твёрдых сплавов.

**Ключевые слова:** упрочнение, модификация, монокристаллы.

Повышение технико-экономических показателей сельскохозяйственной техники всегда было и будет актуальной задачей. В условиях ограниченных природных ресурсов и рыночной экономики необходимым становится получение высоких эксплуатационных деталей. Одним из направлений решения данной проблемы является применение различных методов упрочнения материалов.

Под методами упрочнения понимаются методы, обеспечивающие модифицирование химического состава и/или структуры существующего материала [1, 2].

Кристаллическая решётка реальных металлов не является идеальной, в ней присутствуют дефекты значительно влияющие на их прочность.

Основные виды несовершенств кристаллической системы следующие: точечные несовершенства – вакансии в узлах кристаллической решётки и атомы посторонних примесей; линейные несовершенства – дислокации; поверхностные несовершенства – границы зёрен, границы двойников, границы фаз; объёмные несовершенства – поры трещины и включения [1].

В упрочнении металлических материалов существуют два основных направления: повышение прочности за счет создания бездефектных кристаллов, то есть максимально снижение плотности дислокаций ниже  $10^6 \text{ см}^{-2}$  и упрочнение за счет увеличения плотности дислокаций свыше  $10^8 \text{ см}^{-2}$ . Плотностью дислокаций – суммарная протяжённость всех линий дислокаций в единице объема, измеряется в  $\text{см}^2$ .

На практике создать материал с плотностью дислокаций как в точке 1 и 2 (рисунок), возможно только при получении бездефектной кристаллической решётки монокристалла или аморфной структуры созданием особых условий кристаллизации сплава.

Аморфное состояние сплава характеризуется отсутствием дальнего порядка в расположении атомов и характерных особенностей структуры поликристаллических сплавов: нет анизотропии, отсутствуют границы зёрен, блоков, дислокации и другие дефекты.

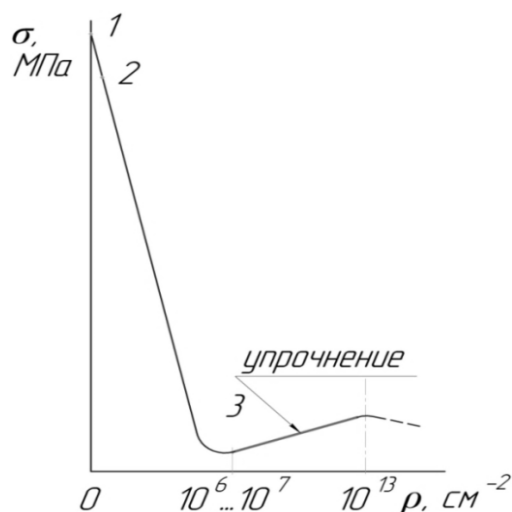
Монокристаллы отличаются минимальными структурными несовершенствами. Получение монокристаллов позволяет изучать свойства металлов, исключив влияние границ зёрен. Монокристаллы анизотропны. Прочность при растяжении моно- и поликристаллов некоторых металлов представлена в таблице.

Таблица

**Свойства некоторых нитевидных кристаллов**

Монокристалл	Разрушающее напряжение при растяжении*, ГПа	Отожжённый поликристалл	Разрушающее напряжение при растяжении*, ГПа
<i>Zn</i>	0,5	<i>Zn</i>	0,120...0,140
<i>Cu</i>	3,0	<i>Cu</i>	0,256...0,409
<i>Ag</i>	1,76	<i>Ag</i>	0,150...0,3
<i>Fe</i>	13,4	<i>Fe</i>	0,250...0,3
<i>Cd</i>	0,52	<i>Cd</i>	0,062

\*величина разрушающего напряжения при растяжении зависит от способа получения, диаметра монокристалла и кристаллографического направления.



- 1 – теоретическая прочность;
- 2 – прочность монокристаллических нитей («усов»);
- 3 – прочность отожжённого металла

**Рис. Зависимость прочности  $\sigma$  от плотности дислокаций  $\rho$**

У реальной детали плотность дислокаций больше, чем в точке 3. Таким образом упрочнение реальных металлов связано с созданием препятствий на пути движения дислокаций. Барьерами могут быть, как сами дислокации, так и примесные атомы, границы зёрен и субзёрен, избыточные дисперсные фазы. Отсюда вытекают основные упрочняющие механизмы, а следовательно и способы упрочнения металлов и их сплавов: деформация, приводящая к увеличению плотности дислокаций; создание твёрдых растворов; увеличение протяжённости границ зёрен путём увеличения их количества и уменьшения размеров; получение дисперсных частиц в субструктурах и структурах, а также получение неравновесных структур (мартенсита). Рассмотрим основные субструктурные элементы, оказывающие влияние на прочность металлов.

При выборе того или иного метода упрочнения необходимо учитывать его влияние не только на прочностные свойства, но на комплекс характеристик влияющих на надёжность детали: сопротивление хрупкому и усталостному разрушению, ползучесть, ударную вязкость. Как правило повышение прочностных свойств, одновременно повышают склонность к хрупкому разрушению.

Упрочнение путём измельчения зёрен и увеличения протяжённости их границ, по сути является единственным механизмом, который не только не приводит к снижению ударной вязкости, но и повышает показатели трещиностойкости, а также снижает температуру перехода металла в хрупкое состояние. Однако, материалы с нанокристаллическим размером зёрен, обладают повышенной хрупкостью.

При упрочнении за счёт создания твёрдых растворов, с ростом легирования повышается предел текучести, увеличивается температурный предел хрупкости и снижается трещиностойкость. В твёрдых растворах внедрения негативные эффекты проявляются сильнее по сравнению с твёрдыми растворами замещения. Однако, если легирование приводит к измельчению зерна (модифицирование), снижения ударной вязкости не происходит. В твёрдом растворе замещения где радиус растворенного вещества меньше радиуса растворителя, межатомное расстояние для атомной пары примесь-основа уменьшается, а электронные оболочки атомов примеси и основы будут находиться в расянутом состоянии. Для разрыва данных связей требуется меньшая сила, и разрыв данных связей будет происходить с большей вероятностью, что снижает трещиностойкость и износостойкость, поскольку данные участки сами могут выступать в

качестве зародышей микроразрушения. Если атомы растворённого вещества больше атомов растворителя, то в этом случае связи будут сжаты, и для их разрыва понадобится большая сила чем для разрыва связи между однотипными атомами, что затрудняет образование и распространение трещин, а следовательно повышает трещиностойкость и износостойкость. Для повышения износостойкости и трещиностойкости при твёрдорастворном упрочнении желательно производить легирование атомами большего радиуса, чем атомы матрицы [3].

Упрочнение дисперсными включениями, проявляется в росте предела текучести и сопротивления ползучести, снижению ударной вязкости и усталостной прочности. Но снижение усталостной прочности и ударной вязкости происходит в меньшей степени в сравнении с другими охрупчивающими механизмами упрочнения. Поскольку дисперсными частицами чаще выступают интерметаллидные, карбидные или нитридные фазы, этот механизм упрочнения приводит к заметному увеличению износостойкости.

Упрочняющие механизмы связанные с образованием мартенсита и структур с высокой плотностью дислокаций оказывают наибольшее негативное влияние на показатели вязкости разрушения, поэтому объёмное упрочнение данными методами нежелательно, поэтому применяется поверхностное упрочнение с сохранением вязкой сердцевины детали.

Для оценки упрочнения металла можно воспользоваться формулой для определения напряжения текучести реального металла:

$$\sigma_T = \sigma_0 + \sum_{i=1}^n \Delta\sigma_i, \quad (1)$$

где  $\sigma_0$  – напряжение трения кристаллической решётки, вызванное силами Пайерса-Набарро, в качестве которого для оперативных расчётов можно принять предел текучести отожжённого металла;

$\Delta\sigma_i$  – прирост прочности за счёт  $i$ -го механизма упрочнения.

Или конкретно:

$$\sigma_T = \sigma_0 + \Delta\sigma_{\text{дис}} + \Delta\sigma_{\text{зер}} + \Delta\sigma_{\text{суб}} + \Delta\sigma_{\text{яч}} + \Delta\sigma_{\text{тврв}} + \Delta\sigma_{\text{тврз}} + \Delta\sigma_{\text{кчас}} + \Delta\sigma_{\text{нчас}}, \quad (2)$$

где  $\Delta\sigma_{\text{дис}}$  – дислокационное упрочнение;

$\Delta\sigma_{\text{зер}}$  – зернограничное упрочнение;

$\Delta\sigma_{\text{суб}}$  и  $\Delta\sigma_{\text{яч}}$  – субструктурное упрочнение;

$\Delta\sigma_{\text{тврв}}$  и  $\Delta\sigma_{\text{тврз}}$  – твёрдорастворное упрочнение;

$\Delta\sigma_{\text{кчас}}$  и  $\Delta\sigma_{\text{нчас}}$  – упрочнение частицами.

Для реализации данных механизмов применяют различные методы упрочнения материала. Под методом упрочнения понимают комплекс условий, характеризующих взаимодействие обрабатывающей среды или инструмента и обрабатываемой детали (заготовки), используемых для решения одной или совокупности технологических задач, таких как изменения свойств материала детали, состояния её поверхности за счёт изменения структуры и/или химического состава, приводящих к увеличению их надёжности. Метод обработки определяется видом затрачиваемой энергии, сущностью процесса, типом применяемого инструмента или обрабатывающей среды и их

характеристикой, схемой и кинематикой процесса, а также классом его производительности [1, 2].

По виду применяемой энергии различают следующие методы упрочняющей обработки: механическая (М), химическая (Х), электрическая (Э), термическая (Т), магнитная (Мг), лучевая (Л), акустическая (Ак), комбинированные методы (К).

В практике изготовления деталей машин широко применяются комбинированные методы упрочняющей обработки.

Методами комбинированной обработки называют методы, в которых процесс преобразования обрабатываемого материала происходит в результате протекания двух и более воздействий.

В настоящее время наиболее распространены следующие методы упрочнения имеющегося материала по способу воздействия:

методы холодного пластического деформирования, в основном это методы поверхностного пластического деформирования, часть из которых являются не только упрочняющими, но формообразующими при этом выделяемыми признаками могут являться: инструмент (валки, ролик, шарик-ролик со свободной осью вращения, боек-чекан, выглаживатели; рабочее тело (дробь, шарики из стали, шарик из стекла, шарик из пластмассы, ролики из твёрдого сплава, порошок корунда, алмазный или эльборовый выглаживатель; рабочая среда (газообразная, жидкая, твёрдая, комбинированная);

термическая обработка: объёмная закалка; старение; методы поверхностной закалки (газовым пламенем, токами высокой частоты, лазерная, плазменной струёй, электрической дугой, электронным лучом, электрической искрой);

термомеханическая (низко-, высокотемпературная и предварительная) и электромеханическая обработка;

электрохимические методы: анодирование, оксидирование, микродуговое оксидирование;

изменение химического состава материала: ионная имплантация; химико-термическая обработка (цементирование, азотирование (газовое и ионное), цианирование, нитроцементация, силицирование, борирование, диффузионная металлизация).

Процессы протекающие при термическом упрочнении (закалка, старение) термически упрочняемых сплавов (стали, дуралюмины, титановые сплавы, бериллиевые бронзы и т.д.) достаточно полно изучены и известны.

Интерес вызывают механизмы упрочнения происходящие, например при электронно-лучевой обработке твёрдых сплавов, которые нельзя объяснить только появлением наравновесных фаз.

Метод электронно-пучковой модификации стали и твердых сплавов, отличается широкими возможностями контроля и регулирования количества подводимой к обрабатываемой поверхности энергии, высокой локальностью распределения энергии в приповерхностном слое обрабатываемого материала и высоким коэффициентом полезного действия. Сверхвысокие скорости (до  $10^9$  К/с) нагрева до температур плавления и последующего охлаждения тонкого приповерхностного слоя материала ( $10^{-7}$ - $10^{-6}$  м), формирование в нем предельных градиентов температуры (до  $10^7$ ... $10^8$  К/м), обеспечивающих охлаждение приповерхностного слоя за счет теплоотвода в основной объем материала со скоростью  $10^4$ ... $10^9$  К/с, создают условия для образования в



приповерхностном слое аморфной, нано- и субмикроструктурной структуры. Столь существенные изменения структурно-фазового состояния поверхностных слоев приводят к улучшению физико-химических и прочностных свойств материала, недостижимому при традиционных методах поверхностной обработки [4].

### Библиографический список

1. Серов, А.В. Функциональные покрытия и методы их получения / А.В. Серов, В.М. Соколова // Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 289. ч. III. М.: Изд-во РГАУ-МСХА. – 2016. – С. 232-234.
2. Серов, А.В. Функциональные покрытия в сельскохозяйственном машиностроении / А.В. Серов, П.И. Бурак, Р.А. Латыпов, Н.В. Серов // Международный научный журнал. М.: ООО «Спектр». – Вып. 6. – 2014. – С. 71-77.
3. Кукаренко, В.А. Влияние размерного несоответствия атомов бинарных медных сплавов на сопротивление разрушению при трении / В.А. Кукаренко, А.Г. Кононов // Физика твёрдого тела. – № 2. – 2009. – С. 271-276.
4. Иванов, Ю.Ф. Механизмы упрочнения поверхностного слоя твердого сплава TiC-NiCrAl при облучении электронным пучком / Ю.Ф. Иванов, Ю.А. Колубаева, В.Е. Овчаренко // Изв. Томского политехнич. ун-та, Физика. – №3. – 2008. – С.93-95.

УДК 531.8

### АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ: МЕХАНИКА В XXI ВЕКЕ И РАЗВИТИЕ ИДЕЙ Н.И. МЕРЦАЛОВА

*Чеха Ольга Вячеславовна, старший преподаватель кафедры сопротивления материалов и деталей машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** *Выполнен обзор трудов профессора механики Николая Ивановича Мерцалова, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, родоначальника нового раздела механики «Теория пространственных механизмов, преподавателя в ТСХА имени К.А. Тимирязева, одного из основателей и плодотворных деятелей машиноиспытательной станции МИМЭСХ.*

**Ключевые слова:** *механика, теория механизмов и машин, сельскохозяйственные машины, профессор, преподаватель, основоположник.*

Механика изучает движение различных машин и механизмов, летательных аппаратов и небесных тел, течения океанические и атмосферные, поведение плазмы, деформацию тел, движение газов и жидкостей в природных условиях и технических системах, поляризующейся или намагничивающейся среды в электрических и магнитных полях, устойчивость и прочность технических и строительных сооружений, движение по дыхательному тракту воздуха и крови по сосудам.

Механика – одна из самых древних наук. Она возникла и развивалась под влиянием запросов общественной практики, а также благодаря абстрагирующей

деятельности человеческого мышления. Этот общественно-исторический опыт, передаваемый от поколения к поколению, и был тем исходным материалом, на анализе которого развивалась механика как наука.

Основная задача механики заключается в детализированном описании свойств механического движения тел, то есть установление уравнения движения объектов на основе их характеристик, описывающих перемещение, координаты, длину пройденного пути и динамику развития изучаемых предметов. Другими словами, если путем составленного закона перемещение материальных тел можно определить положение любой элемента системы в конкретный момент времени, то главная задача механики считается полностью решенной. Прикладной характер механики заключается в возможности использовать её общие законы и принципы для разработки расчетных методик инженерных дисциплин, которые дают универсальный аппарат для исследования сложных задач, относящихся не только к числу механических, но и к электрическим и электромеханическим явлениям [1].

Практически все решенные задачи механики отражают технические проблемы определенного времени. Механика XIX и начала XX столетия подытожила все достижения теоретической механики прошлых веков определив своим положением следующие главные направления в дальнейшем развитии: расширение общих понятий взаимосвязей и обобщение центральных уравнений динамики нестабильной системы для новых трансформаций; правильная формулировка градации принципов динамики и метода сохранения механической энергии; создание методов целостного интегрирования уравнений механики [2].

Развитие механики в XX веке было тесно связано с производством и с потребностями человеческого общества, что способствовало решению следующих задач механики:

- **научная задача:** создание теории и методов расчета с/х машин и орудий;
- **практическая задача:** предварительные испытания, устранение недостатков по требованиям потребителей;
- **педагогическая задача:** полигон для упражнений студентов и для самостоятельной работы будущих специалистов по земледельческой механике.

С этими задачами достойно справился российский математик и механик, профессор механики, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, родоначальник нового раздела механики «Теория пространственных механизмов, преподаватель в ТСХА имени К.А. Тимирязева, один из основателей и плодотворных деятелей машиноиспытательной станции МИМЭСХ – **Николай Иванович Мерцалов**.

Николай Иванович сверстник Василия Прохоровича Горячкина, питомец МИТУ, ученик и соратник Н.Е. Жуковского, одаренный человек – восхищал своих товарищей и коллег глубиной проникновения в явления окружающего мира. По замечаниям друзей «в его глазах сияло какое-то вдохновение».



*Николай Иванович Мерцалов (1866-1948)*

Николай Иванович Мерцалов родился в 1866 г. в Туле, в семье чиновника Тульской казенной палаты. Отец его, Иван Михайлович, был широко образованным человеком, очень любил художественную литературу, лично знал И.С. Тургенева и М.Е. Салтыкова-Щедрина. Мать, Александра Павловна, происходила из семьи потомственных тульских оружейников.

Учась в гимназии, Мерцалов проявил склонность к точным математическим наукам, к серьезному изучению философии. О Мерцалове – гимназисте мы узнаем из книги писателя В.В. Вересаева «Воспоминания (в юные годы)». Мерцалов и Вересаев с третьего класса гимназии были одноклассниками, жили неподалеку друг от друга, находились некоторое время в дружеских отношениях. Писатель вспоминает о Мерцалове как о «звезде нашего класса», как о человеке, который с ранних лет проявил выдающиеся способности и не был удовлетворен казенной системой гимназического образования. Прозвище ему было «Сократ». В седьмом классе Мерцалов самостоятельно прошел дифференциальное и интегральное исчисление.

В 1884 г. Н.И. Мерцалов окончил гимназию в Туле и поступил на математический факультет Московского университета. По окончании университета (1888) Н.И. Мерцалов уехал в Германию, где поступил рабочим на машиностроительный завод и одновременно слушал лекции в Дрезденском высшем техническом училище. В 1892 г. он вернулся на родину, через два года сдал магистерские экзамены в Московском университете и экзамены экстерном в МВТУ, где ему было присвоено звание инженера-механика.

В 1895 г. Мерцалов начал читать лекции в университете в должности приват-доцента, а в 1897 г. по рекомендации Н.Е. Жуковского был избран адъюнкт-профессором МВТУ по прикладной механике. Лекции Н.И. Мерцалова в МВТУ были положены в основу его курса прикладной механики, впервые отпечатанного на стеклографе в 1904 г., переизданного в обработке М.И. Фелинского в 1914-1916 гг. и под редакцией В.В. Добровольского в 1952 г.

Курс Мерцалова, охватывающий кинематику механизмов и динамику машин, явился событием в русской технической литературе и, по словам И. И. Артоболевского, представляет собой не учебник, а глубокий научный трактат, в котором обобщены вопросы теории механизмов и машин. Следуя традиции, Н.И. Мерцалов пользуется классификацией Виллиса, но дополняет ее идеями Рело. Новшеством был вводный

раздел, в котором излагались основы кинематической геометрии. **«В курсе «Кинематика механизмов»** мы имеем исключительное, доведенное по изяществу, в некоторых случаях до виртуозности изложение теории механизмов на основе применения геометрических методов анализа и синтеза. Виртуозность и изящество сближают эту книгу с лучшими классическими сочинениями французских геометров XIX в. В курсе кинематики механизмов с предельной ясностью излагаются основы кинематической геометрии и их применения к задачам исследования механизмов методами centroид, поворотных кругов и т. д.

В этой же книге широко поставлена задача синтеза плоских механизмов, что послужило основанием для дальнейших работ в этой области; рассмотрена теория синтеза некруглых колес, передача движения centroидами и взаимно-оггибаемыми кривыми и т. д. Далее, в этой же работе дано решение некоторых частных задач синтеза шарнирных механизмов и, в частности, решение задачи о синтезе направляющих шарнирных механизмов с помощью поворотных кругов.

Чтобы оценить значение второго капитального труда Н.И. Мерцалова – его курс **«Динамика механизмов»**, надо указать, что до 1923 г. в мировой литературе по сути дела отсутствовал систематический курс динамики механизмов.

Только в 1923 г. появляется труд профессора Виттенбауэра «Графическая динамика». Таким образом, мы можем считать, что книга Н.И. Мерцалова была первым крупным синтетическим трудом по основам динамики механизмов. Основной частью книги является изложение методов динамического исследования механизмов. Для решения этой задачи Н.И. Мерцалов широко использует принцип Д'Аламбера. При решении задачи теории регулирования машин и исследовании движения машин под действием заданных сил Н.И. Мерцалов не идет проторенными путями. Он не использует, например, диаграмму: приведенная масса – кинетическая энергия, применяет свой оригинальный метод исследования, основанный на использовании жесткого рычага Жуковского, отдельные отрезки которого обладают массами исследуемых звеньев механизмов. С помощью оригинальных, разработанных им, методов он дает новое решение задачи о расчете махового колеса, которое, как показал позднее профессор Е.М. Гутьяр «является более точным и удобным, чем решение Виттенбауэра». Мерцалов не только использовал планы скоростей и жесткий рычаг Жуковского для расчета маховика. Он расширил возможности применения теоремы Жуковского тем, что отрезкам придавал массы исследуемых звеньев механизма [3].

Положение в механике тех лет нельзя правильно представить, если не остановиться еще на одном моменте. В механике, как и во многих других отраслях отечественной науки досоветского периода, было не так уж мало «генералов», но явно не хватало «офицеров» и «рядовых». Университетские ученые, тяготевшие, как правило, к теоретическим исследованиям, были работниками кафедр, почти полностью лишенных лабораторной базы и имевших штаты, определявшиеся исключительно педагогической нагрузкой. Удельный вес практических занятий был незначителен, на двух-трех профессоров и доцентов в лучшем случае приходился один ассистент. В технических учебных заведениях лабораторная база была сильнее, но лабораторий преимущественно исследовательского направления было очень немного, и они были ограничены в средствах и штатах.

Надо учесть и то, что многих выдающихся инженеров отвлекала от науки практическая деятельность, которая лучше оплачивалась. Поэтому механики в высших технических учебных заведениях тоже были немногочисленны и часто «недолговечны». Специализированные научно-исследовательские учреждения в этой области практически отсутствовали.

Мерцалов преподавал в Тимирязевской сельскохозяйственной академии, Московском институте механизации и электрификации сельского хозяйства, читал курсы теории механизмов и машин, кинематики пространственных механизмов и термодинамики.

В сельхозмашинах он видел концентрацию ума многих поколений, изобретательность человека. Ярким примером глубины и последовательности научных решений служили его исследования пространственного семизвенного шарнирного механизма жатки, а также механизмов плугов и зерноочистительных машин. Николай Иванович – один из основателей и плодотворных деятелей машиноиспытательной станции при МИМЭСХ. На станции испытывали машины как уже работающие на полях, так и создаваемые сотрудниками института, изобретателями страны.

Ученики Мерцалова – член-корреспондент АН СССР В.В. Добровольский, профессор Л.П. Смирнов и другие свидетельствуют, что уже первые его лекции произвели неизгладимое впечатление на слушателей. Они отличались оригинальностью изложения, ясностью предлагаемых методов, широтой охвата вопросов. Курс лекций Мерцалова «Динамика механизмов», вышедший в 1916 г., был, по существу, научно-исследовательской работой, где впервые в мировой науке обобщались оригинальные методы динамического анализа машин и механизмов.

Мерцалов внес много нового и оригинального в разработку теории пространственных механизмов, в проектирование пространственных зубчатых передач по развертывающимся и неразвертывающимся поверхностям, в разработку проблем гидродинамической теории смазки, в развитие общей теории сельскохозяйственных машин. Его перу принадлежит множество работ, представляющих существенный вклад в развитие отечественной и мировой технической мысли. Он быстро и точно решал задачи, востребованные практикой сельхозмашиностроения, используя своеобразный прием поворотных кругов, в дальнейшем названный «мерцаловским производственным секретом».

Партия и правительство высоко оценили заслуги Н.И. Мерцалова в подготовке кадров и развитии теории сельскохозяйственных машин. Он был удостоен государственных наград, ему было присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, наряду с Н.Е. Жуковским, С.А. Чаплыгиным и В.П. Горячкиным.

Он автор раздела по механике первой технической энциклопедии. Внимательный и требовательный наставник, он во многом способствовал формированию научных взглядов выдающихся механиков и педагогов: Ивана Ивановича Артоболевского, Леонида Владимировича Ассура, Владимира Александровича Горанского и др. Н.И. Мерцалов является одним из выдающихся представителей блестящей плеяды советских механиков.

Одаренный ученый, мыслитель, многогранный по натуре, он проявлял большой интерес к философии и искусству, посещал галереи, копировал с натуры,

полюбившиеся ему картины. Научную работу он сочетал со спортом, неоднократно поднимался на малодоступные вершины Северных Альп.

Николаю Ивановичу Мерцалову российская школа теории машин и механизмов XXI века обязана своими успехами и развитием.

### **Библиографический список**

1. Чеха, О.В. Теоретическая механика: краткие сведения, задания для контрольной работы с примерами решения задач: УМП / О.В. Чеха // М.: ООО «УМЦ «Триада». – 2014. – 73 с.
2. Автор24: <https://spravochnick.ru/fizika/mehanika/>.
3. <https://kpfu.ru/ldar.Karimov>.

УДК 631

## **РОЛЬ ДИСЦИПЛИНЫ «ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ» В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ**

*Грибкова Екатерина Владимировна, ассистент кафедры сопротивления материалов и деталей машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** *Статья посвящена роли и содержанию дисциплины «Детали машин и основы конструирования» в инженерном образовании.*

**Ключевые слова:** *инженерное образование, агроинженерия, детали машин и основы конструирования.*

Модернизация производства, применение наукоёмких автоматизированных процессов, глобальная информатизация, а также формирующаяся в России инновационная экономика знаний – все это приводит к резкому возрастанию удельного веса диагностических задач и расширению потребности всесторонне развитых и высококвалифицированных инженерных кадров. Инженерное образование играет особую роль в системе высшей технической школы.

Сегодня цель высшего образования заключается в подготовке специалистов к актуализации своих интеллектуальных возможностей, и к их реализации в процессе своей трудовой деятельности, осуществляемых на основе полученных знаний, умений и навыков в процессе развития и формирования профессионально важных качеств. Квалифицированные специалисты должны обеспечивать надежность и конкурентоспособность сельскохозяйственной техники на протяжении всего жизненного цикла образца техники.

Институт механики и энергетике имени В.П. Горячкина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева готовит инженеров по направлению подготовки «Агроинженерия» следующих профилей:

- Процессы и аппараты перерабатывающих производств в животноводстве;
- Процессы и машины перерабатывающих производств в растениеводстве;

- Технические системы в агробизнесе;
- Электрооборудование и электротехнологии;
- Технический сервис в АПК.

Данное направление подразумевает подготовку специалиста, который будет заниматься конструированием, эксплуатацией, модернизацией и ремонтом сельскохозяйственной техники, сможет создавать новую аппаратуру, современные устройства и технологии, и внедрять их в производственный процесс.

Динамическое развитие общества в России в условиях рыночной экономики возможно только за счет быстрого обновления производства на базе передовых техники и технологии.

Отечественное машиностроение обладает достаточным потенциалом для насыщения всех отраслей высокопроизводительными машинами, внедрения комплексной механизации и автоматизации производства. Промышленность выпускает разнообразные машины десятков тысяч наименований от уникальных гидравлических турбин мощностью до миллиона киловатт, скоростных автомобилей, мощных тракторов, зерноуборочных комбайнов до различной малогабаритной техники, облегчающей и заменяющей труд десятков тысяч людей.

Развитие машиностроения возможно только при широком внедрении специализации, механизации и автоматизации, использовании принципов взаимозаменяемости, унификации и стандартизации сборочных единиц и деталей машин, внедрении прогрессивных технологий.

Создание мощных, высокопроизводительных, технологичных и экономичных машин невозможно без постоянного их конструктивного совершенствования, использования новых, более прочных и износостойких материалов, различных способов их упрочнения и коррозионной защиты, совершенствования форм деталей. Этому, безусловно, способствует инженерное образование [1].

Инженерное образование предусматривает такую науку как машиноведение, которая объединяет комплекс учебных дисциплин, связанных с машиностроением, одной из которых является дисциплина «Детали машин и основы конструирования».

Учебная дисциплина «Детали машин и основы конструирования» завершает общетехническую подготовку студентов и играет особую роль в формировании научного мировоззрения современного инженера и предоставляет широкие возможности подготовить творчески мыслящего специалиста. В учебном плане направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиля «Технический сервис в агропромышленном комплексе» дисциплина «Детали машин и основы конструирования» относится к вариативной части, что говорит о необходимости формирования у студентов профессиональных компетенций. Данная дисциплина изучается студентами на 2 курсе в 4 семестре, в объеме 5 зачетных единиц, итоговым контролем является экзамен и курсовой проект.

В процессе изучения дисциплины формируются общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

ОПК-3 способностью разрабатывать и использовать графическую техническую документацию;

ОПК-4 способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена;

ПК-2 готовностью к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин;

ПК-4 способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования;

ПК-5 готовностью к участию в проектировании технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов;

ПК-6 способностью использовать информационные технологии при проектировании машин и организации их работы;

ПК-7 готовностью к участию в проектировании новой техники и технологии [2].

При выполнении курсового проекта, будущий инженер приобретает навыки конструирования техники. Конструирование представляет собой творческий поиск оптимального варианта структурного синтеза механизма (машины), материалов, форм и размеров деталей, а также установление взаимосвязи различных элементов для реализации требований технического задания с учетом достижений науки и техники и возможностей промышленности [3].

Все существующие машины, начиная от простейших и заканчивая специализированными машинами, собирают из отдельных сборочных единиц, которые, в свою очередь, состоят из отдельных деталей. Одни типы деталей и сборочных единиц широко используют практически во всех машинах, другие – только в специальных машинах для выполнения конкретных функций. В связи с этим все детали и сборочные единицы принято делить на два класса: детали и сборочные единицы общего и специализированного назначения [1].

При изучении дисциплины «Детали машин и основы конструирования» студенты рассматривают особенности конструирования и расчета деталей, сборочных единиц общего назначения.

Знания, полученные в результате изучения данной дисциплины, позволят будущим специалистам выполнять проектирование нестандартного оборудования, приспособлений, проводить расчеты, выбирать механические передачи, подшипники и другие изделия общего назначения на необходимый ресурс при ремонте и модернизации сельскохозяйственной техники.

Значение дисциплины «Детали машин и основы конструирования» можно выразить так: «нельзя построить ни одну машину, не умея сконструировать, рассчитать и изготовить ее детали» [1].

Подытоживая вышеизложенное, следует отметить, что дисциплина «Детали машин и основы конструирования» является неотъемлемой частью образовательного процесса инженерного образования, играет важную роль в формировании основных представлений и понятий инженерных дисциплин, а также общих профессионально-ориентированных знаний и умений по выбранному направлению. Дисциплина формирует будущего инженера как специалиста, вносящего основной творческий вклад в создание материальных ценностей. Будущим инженерам необходимо иметь достаточный объем знаний по деталям машин и основам конструирования, так как в



научной и практической деятельности они будут постоянно сталкиваться с необходимостью создания новой и модернизацией старой сельскохозяйственной техники.

#### **Библиографический список**

1. Ерохин, М.Н. Детали машин / М.Н. Ерохин, С.П. Казанцев // М.: ТРАНСЛОГ. – 2018. – 410 с.

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2015 г., №1172 / Министерство образования и науки Российской Федерации. – Москва: 2015.

3. Казанцев, С.П. Проектирование приводов: учебное пособие / С.П. Казанцев, В.А. Матвеев, О.М. Мельников // М.: ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2016. – 130 с.

УДК 631.4

### **ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

**Балабанов Виктор Иванович**, профессор кафедры машин и оборудования природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** *приведены основные методы производства сельскохозяйственной продукции методами органического земледелия, а также представлены некоторые рекомендации по его механизации, в частности предлагается применение сеялок для прямого посева, беспилотных летательных аппаратов и агротехнологических роботизированных комплексов.*

**Ключевые слова:** *органическое земледелие, органическое сельское хозяйство, механизация, почва, продукты питания.*

**«Органическое земледелие»** также называют экологическим земледелием, биологическим земледелием, природное земледелие. В первую очередь оно призвано поддерживать нормальное функционирование экосистем, почвы, растений, здоровье животных и человека [1].

Основные методы органического земледелия:

- отказ от глубокой обработки почвы,
- отказ от минеральных удобрений,
- отказ от применения ядохимикатов,
- способствование развитию микроорганизмов и червей.

Органическое сельское хозяйство относительно маломасштабно; не использует минеральные удобрения и другие химические материалы; характеризуется низкой механизацией процесса выращивания и сбора урожая; часто локальное, непосредственно для конкретного сегмента потребителя и продаж через небольшие специализированные магазины [1].

Общепринятые органические правила запрещают использование синтетических удобрений, пестицидов, регуляторов роста, добавок для корма для скота, хотя нет единого международного регулирования для органического производства.

В 2016 году было зарегистрировано 2,7 миллиона органических производителей. Индия является страной с наибольшим числом производителей (835 200), за ней следуют Уганда (210 352) и Мексика (210 000) [1].

В конце 2016 года органическое земледелие практиковалось на площади 57,8 млн. га, что на 7,5 млн. га больше, чем в 2015 году, что является самым большим ростом за всю историю [1].

Австралия является страной с крупнейшей органической сельскохозяйственной зоной (27,2 млн. га), за ней следуют Аргентина (3 млн. га) и Китай (2,3 млн. га) [1].

Огромная территория занята под органическим земледелием в Океании (27,3 млн. га), за ней следуют Европа (23 %, 13,5 млн. га) и Латинская Америка (12 %, 7,1 млн. га) [1].

Странами с наибольшей органической долей сельскохозяйственных земель являются: Лихтенштейн (37,7 %), Французская Полинезия (31,3%) и Самоа (22,4 %) [1].

В связи с особенностями производственного процесса при органическом земледелии, указанными выше, возможности его механизации крайне ограничены.

Отказ от глубокой обработки почвы подразумевает минимизацию обработки почвы с применением культиваторов и почвенных фрез, при этом наиболее приемлемой технологий выступает прямой посев зерновых культур [2-5].

Отказ от применения минеральных удобрений, делает невозможным применения подкормки растений жидкими азотными удобрениями, в связи с этим целесообразно применение органических и зеленых удобрений, компоста, вермикомпостирования, а также использование биоудобрений и биопестицидов.

Защиту растений от вредителей необходимо осуществлять за счет применения биологических методов, таких как расселение энтомофагов, и расстановка фитоловушек. Для этих целей перспективно применение беспилотных летательных аппаратов [2-5].

На борьбу с сорняками помимо ручной прополки могут быть направлены роботизированные агротехнологические комплексы с механическими рабочими органами. Также в перспективе возможно применение лазерной прополки сельскохозяйственных культур специальными устройствами, установленными на данных роботизированных платформах [2-5].

Наиболее затратную и ответственную операцию – уборку урожая – также можно частично осуществлять с помощью специальных манипуляторов, установленных на этих же агротехнологических комплексах.

В заключение следует отметить, что в связи с продолжающимся ростом производства и потребления продуктов питания, выращенных с применением органического земледелия целесообразно разработка, проектирование и изготовления специальной системы машин для данного вида земледелия.

### Библиографический список

1. Crowder, David W. Financial competitiveness of organic agriculture on a global scale / Crowder, David W. & Reganold John, P. // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 112(24). – 2015. – pp. 7611-7616.
2. Балабанов, В.И. Проблемы качества подвижной связи в технологиях точного земледелия и позиционирования сельскохозяйственной техники / В.И. Балабанов, И.В. Балабанов // Техника и оборудование для села. – № 6. – 2012. – С. 20-21.
3. Балабанов, В.И. Технологии, техника и оборудование для координатного (точного) земледелия: учеб. / В.И. Балабанов, В.Ф. Федоренко, В.Я. Гольдяпин и др. // М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2016. – 240 с.
4. Шульга, Е.Ф. Управление сельхозпредприятием с использованием космических средств навигации (ГЛОНАСС) и дистанционного зондирования Земли: Монография / Е.Ф. Шульга, А.О. Куприянов, В.К. Хлюстов, В.И. Балабанов, А.М. Зейлигер // М.: Изда - во РГАУ-МСХА. – 2016. – 286 с.
5. Старовойтова, О.А. Конкуренспособные технологии семеноводства, производства и хранения картофеля / О.А. Старовойтова, С.В. Жевора, В.И. Старовойтов, Е.В. Овэс, А.В. Коршунов, А.А. Манохина, Балабанов В.И., В.Ф. Федоренко, И.Г. Голубев, П.С. Звягинцев, В.В. Зуев, Н.В. Воронов // Москва. –2018. – 273 с.

УДК 631.145

### УПРАВЛЕНИЕ ПРОДУКЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

**Балабанов Виктор Иванович**, профессор кафедры машин и оборудования природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Романенкова Мария Сергеевна**, аспирант кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье кратко рассмотрено технологии управления продукционными процессами производства сельскохозяйственных культур с применением технологии точного земледелия.

**Ключевые слова:** Интернет вещей, датчики мониторинга окружающей среды, технология IoT, информационные технологии, точное земледелие

В настоящее время при производстве сельскохозяйственных культур все чаще и чаще используют отдельные технологии точного земледелия (дифференцированное внесение удобрений, прямой посев, мониторинг окружающей среды, автопилот) [1-3]. Но время не стоит на месте и в мире повсеместно во всех отраслях, не только в сельском хозяйстве наблюдается новый тренд – цифровизации (рисунок 1).



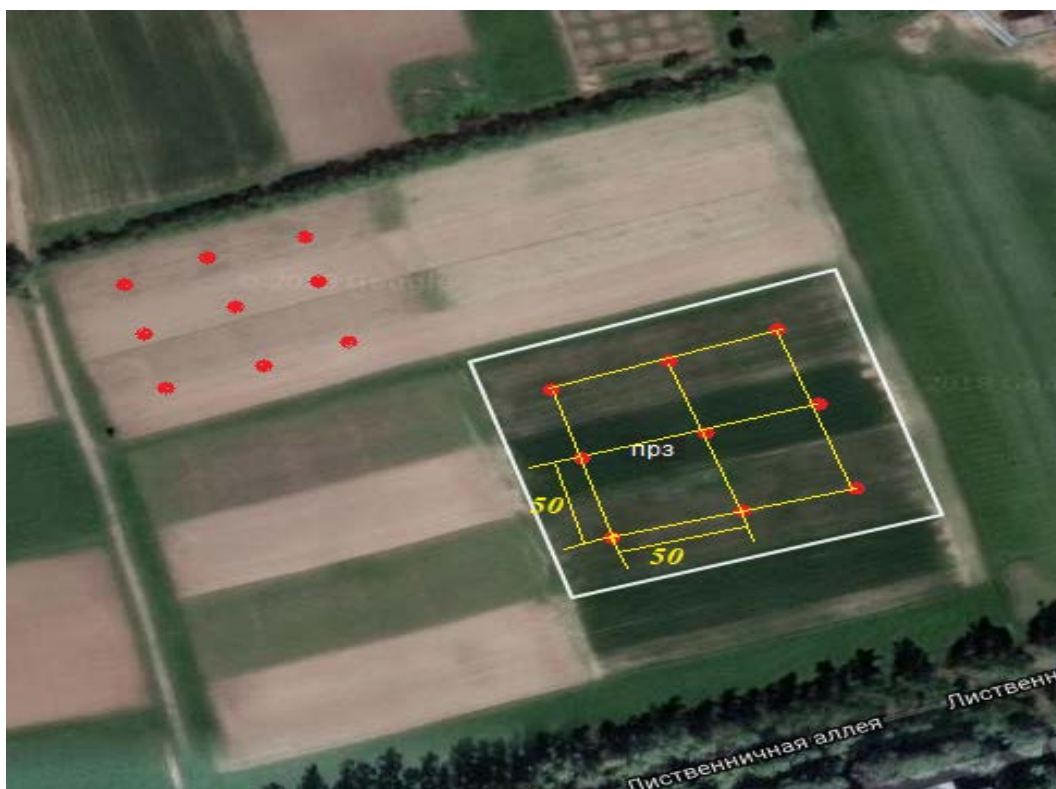
**Рис. 1. Мировой тренд - цифровизация**

Задачей ИТ остается максимальная автоматизация всех этапов производственного цикла для сокращения потерь, повышения продуктивности бизнеса, оптимального управления ресурсами. Но даже в этом случае, результат относится только к растениям, готовым к сбору урожая или животным, но не гарантирует получение прибыли, т.к. урожай еще необходимо собрать, хранить, осуществлять первичную обработку и транспортировать до покупателя/ потребителя. Дальнейшая автоматизация представляет собой более высокий уровень цифровой интеграции, который затрагивает сложнейшие организационные изменения в бизнесе, однако их реализация способна кардинально повлиять на прибыль и конкурентоспособность продукции и компании в целом. Интеграция получаемых данных с различными интеллектуальными ИТ-приложениями, производящими их обработку в режиме реального времени, осуществляет революционный сдвиг в принятии решений для фермера, предоставляя результаты анализа множественных факторов и обоснование для последующих действий. При этом, чем больше датчиков, сенсоров и полевых контроллеров подключены в единую сеть и обмениваются данными, тем более умной становится информационная система и больше полезной информации для пользователя она способна предоставить [4].

На базе полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева планируется проведение опытов с применением технологии «Интернета вещей» (рисунок 2).

Получая данные с полевых устройств, с помощью программ (например, ExactFarmig) для контроля процессов сельскохозяйственной деятельности, будет разрабатываться, и предлагаться рекомендации для оптимального принятия решения при управлении производством такие как:

- необходимость, объем, состав и территория внесения удобрений;
- необходимость и территория для применения средств химической защиты;
- периодичность, территория и объем полива;
- необходимость сбора, посадки;
- необходимость обслуживания средств производства.



**Рис. 2. Опытная схема расположения датчиков на полевой опытной станции РГАУ-МСХА**

Помимо точного прогнозирования количества возвращаемых продуктов, такой сбор и систематизация данных позволит также планировать капитальные и операционные затраты предприятия [5].

### **Библиографический список**

1. Балабанов, В.И. Навигационные системы в сельском хозяйстве. Координатное земледелие. [Учебное пособие]. / В.И. Балабанов, С.В Железова, Е.В. Березовский, А.И. Беленков, В.В. Егоров // М.: Из-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. – 2013. – 143 с.
2. Балабанов, И.В. Проблемы качества подвижной связи в технологиях точного земледелия и позиционирования сельскохозяйственной техники / И.В.Балабанов, В.И. Балабанов // Техника и оборудование для села. – № 6. –2012. – С. 20-21.
3. Балабанов, И.В. Технологии, машины и оборудование для координатного (точного) земледелия: учеб. / В.И. Балабанов, В.Ф. Федоренко и др. // М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2016. – 240 с.: ил.
4. Балабанов, В.И. Полевая стратегия. Внедрение инноваций в координатном земледелии / В.И. Балабанов // Агротехника и технологии. – 2016. – №5. – С. 50-53.
5. Балабанов, В.И. «Интернет вещей» в сельском хозяйстве / В.И. Балабанов, М.С. Романенкова // Доклады ТСХА. – Выпуск 290 часть II 2018 – С.71-74.

## РАЗРАБОТКА И УТОЧНЕННЫЙ ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН В ПРОГРАММЕ INVENTOR PRO

**Абдулмажидов Хамзат Арсланбекович**, доцент кафедры машин и оборудования природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Представлены способы проектирования и методы проведения прочностных расчетов элементов строительных машин. Даны основы выполнения уточненных прочностных расчетов вновь созданных или модернизируемых конструкций машин методом конечных элементов в программе Inventor Pro. Определена зависимость точности результатов расчета от размеров конечных элементов.

**Ключевые слова:** действующие напряжения, эквивалентные напряжения, допустимые значения напряжений, запас прочности, метод конечных элементов, тетраэдры.

Создание новых конструкций строительных машин или модернизация уже существующих деталей представляет собой длительный проектный процесс. Основанием для конструирования новых элементов строительных машин могут быть следующие требования: техническое задание, представляемое заказчиком или планирующим учреждением, и характеризующее основные параметры машин, область и условия их эксплуатации; техническое предложение, выдвигаемое в инициативном порядке конструкторской организацией или группой разработчиков; научно-исследовательская работа или разработанный на ее основе экспериментальный образец; изобретательское предложение или разработанный на его основе экспериментальный образец.

При планировании конструкторских работ важно учитывать, что с момента их начала до срока внедрения машины в промышленность проходит определенный период времени, длительность которого зависит от сложности машины или конструкции. Этот период состоит из следующих этапов: проектирования, изготовления, заводской отладки и доводки до опытного образца, промышленных испытаний, внесения изменений в конструкцию на основе выявленных ошибок, государственных испытаний и приемки опытного образца. Далее следует формирование технической и серийной документации, которые являются основой для серийного выпуска.

Этап проектирования предполагает разработку новой конструкции или модернизацию уже существующей при обязательных проверках на прочность. Современное проектирование невозможно без использования компьютерных программ с наличием модулей для выполнения прочностных расчетов. В настоящее время в проектировании элементов машин широко используются продукты таких компаний как АСКОН, Autodesk, SolidWorks Corporation, Dassault Systèmes и другие. Процесс работы, способы получения объемных элементов, а также их перевод в плоскость в

компьютерных программы данных производителей во многом схож, но у каждой программы, кроме вновь издаваемых версий, существуют свои достоинства и недостатки. Важной составляющей этих программ является модуль для проведения прочностных и уточненных прочностных расчетов методом конечных элементов. Широкое применение в настоящее время находит продукция компании Autodesk система Inventor Pro, которая позволяет получать не только объемные элементы и техническую документацию к ним, но и содержит модули для проведения прочностных и уточненных прочностных расчетов, а также для конструирования валов, различных механических передач с зубчатыми зацеплениями, редукторов и т.д. В Inventor Pro объемные детали получают в результате редактирования принятых эскизов выдавливанием, вращением, изгибом, оболочкой и лофтингом. При формировании технической документации существует возможность автоматического получения местных разрезов, сечений, позиционных представлений и спецификаций. В программе предусмотрена возможность работы с различными видами стандартных профилей с определением их объемных и масс-инерционных характеристик [1].

Выполнение прочностных расчетов методами, принятыми в дисциплине «Сопротивление материалов» для конструкций строительных машин, в основе которых лежит тот или иной стандартный профиль с известными механическими характеристиками и геометрическими размерами, сложности не составляет. Однако часто конструкции строительных машин имеют формы, для которых на первом этапе проектирования неизвестны и сложно рассчитать масс-инерционные характеристики. К примеру, стрела и рукоять экскаватора ЭО-2621 имеют разное по длине поперечное сечение. Форма конструкции данных элементов весьма разнообразна, может содержать сварные элементы, шарниры, втулки, изготовленные из различных металлов и сплавов, а также в процессе эксплуатации возможны некоторые перепады температуры внешней среды. В таких условиях сложно учитывать все основные и незначительные факторы влияющие на прочность конструкции методами, принятыми в теории прочности. Применение компьютерных программ с модулем анализа напряжений, работа которого основана на принципах расчета деталей на прочность методом конечных элементов, в определенной степени позволяет решать такие задачи [2].

Основной целью прочностного расчета является определение запаса прочности конструкции определенных размеров и сечения при действии на нее различных нагрузок. Запас прочности детали  $n$ , изготовленной из того или иного материала, определяется отношением предельных напряжений к действующим в ней напряжениям. Для пластичных металлов и сплавов, к которым можно отнести различные марки стали, запас прочности находится в пределах от 1,5 до 2 единиц, а для хрупких (чугун) – от 2 до 2,5 единиц. Напряжения, представляющие собой, в общем виде, отношение величины нагрузки, действующей на деталь, к площади ее поверхности, при проведении прочностных расчетов обычно рассматриваются как два вида составляющих: нормальные  $\sigma$  и касательные  $\tau$ . Единицы измерения напряжений представлены в [МПа] или [Н/мм<sup>2</sup>]. По условиям прочностного расчета действующие в детали нормальные напряжения  $\sigma$  должны быть меньше или равны допускаемым напряжениям  $[\sigma]$ .

Нормальные напряжения, в свою очередь, делятся на напряжения сжатия  $\sigma_{сж}$ :

$$\sigma_{сж} = \frac{F}{A} \leq [\sigma],$$

где  $F$  – величина нагрузки, Н;  $A$  – площадь поверхности детали, мм<sup>2</sup>;  
напряжения изгиба  $\sigma_{изг}$ :

$$\sigma_{изг} = \frac{T_{изг}}{W_{изг}} = \frac{F \cdot l}{W_{изг}},$$

где  $T_{изг}$  – изгибающий момент в конструкции,  $T_{изг} = F \cdot l$ ;  
 $l$  – значение плеча, мм;

$W_{изг}$  – момент сопротивления изгибу, мм<sup>3</sup>, обычно его значения для стандартных профилей представлены в справочной литературе. Для балки прямоугольного сечения шириной  $b$  и высотой  $h$  момент сопротивления изгибу относительно оси  $x$  определяется по формуле:  $W_{изг} = b \cdot \frac{h^2}{6}$ .

Касательные напряжения определяются по формуле:

$$\tau_{кр} = \frac{T_{кр}}{W_{кр}} = \frac{F \cdot D}{2 \cdot W_{кр}} \leq [\tau],$$

где  $T_{кр}$  – крутящий момент на валу,  $T_{кр} = F \cdot \frac{D}{2}$ ;

$D$  – диаметр участка вала, к которому приложен крутящий момент, мм;

$W_{кр}$  – полярный момент сопротивления кручению, мм<sup>3</sup>, обычно его значения для стандартных профилей также представлены в справочной литературе. Для вала круглого сечения диаметром  $D$  полярный момент сопротивления кручению относительно оси  $x$  определяется по формуле:  $W_{кр} = \pi \cdot \frac{D^3}{16} \approx 0,2 \cdot D^3$ .

В несущих конструкциях преимущественно возникают напряжения сжатия и изгиба, а величины касательных напряжений могут быть незначительны. В деталях, которые одновременно несут достаточную нормальную нагрузку и при этом вращаются, передавая крутящий момент, к примеру, валы зубчатой передачи, возникают все три вида напряжений. В этом случае необходимо определять суммарные (эквивалентные) напряжения и сравнить их с допускаемыми значениями. Эквивалентные напряжения определяются по четвертой теории прочности, согласно которой граничное состояние конструкции, изготовленной из металла или сплава, наступает тогда, когда удельная потенциальная энергия, изменяющая форму данной конструкции, достигает предельного для рассматриваемого материала значения [3].

$$\sigma_{эkv} = \sqrt{(\sigma_{сж}^2 + \sigma_{изг}^2) + 3\tau_{кр}^2} \leq [\sigma]$$

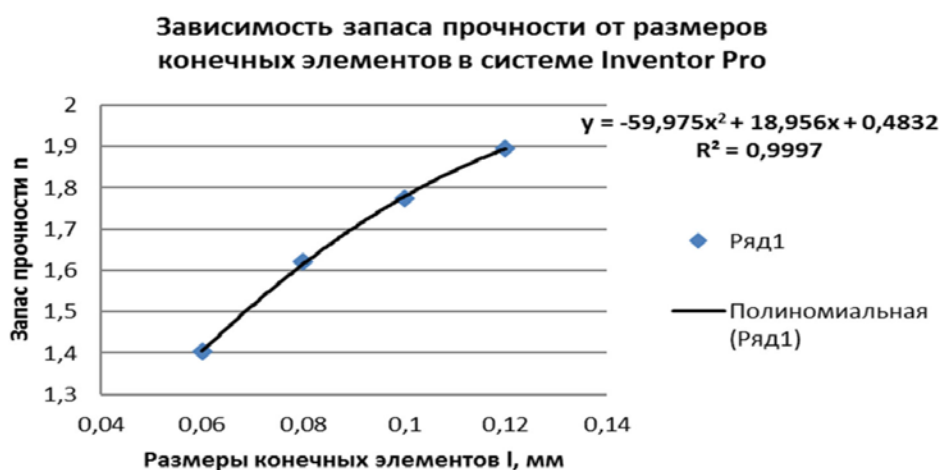
В отличие от третьей теории прочности, основанной на гипотезе наибольших касательных напряжений, в формуле для расчета эквивалентных напряжений касательные напряжения представлены коэффициентом 3 вместо 4, что в определенной мере снижает величину напряжений в целом [4].

Анализ напряжений элементов строительных машин в системе Inventor Pro основан на применении для расчета на прочность метода конечных элементов. Основными этапами для расчета на прочность являются: создание объемной детали или конструкции с помощью встроенных модулей; задание материала конструкции с



такими параметрами как плотность, модуль Юнга, коэффициент Пуассона, предел текучести и временное сопротивление; определение зависимостей, т.е. опор конструкции; задание нагрузок в виде сосредоточенной силы, распределенной нагрузки, действующих моментов или силы тяжести; создание сетки, т.е. разбишка детали на конечные элементы (тетраэдры); моделирование расчета; получение результатов в виде отчета с таблицами и гистограммами [5].

Для получения более точного результата существует возможность изменения (уменьшения) размеров тетраэдров, однако при этом требуется больше мощностных ресурсов вычислительной машины. Изменение запаса прочности одной из конструкций машины в зависимости от размеров тетраэдров представлено на рисунке 1.



**Рис. 1. Изменение запаса величины прочности в зависимости размеров конечных элементов**

Процесс изменения запаса прочности в зависимости от размеров конечных элементов для данного примера наиболее адекватно описывает полиномиальная аппроксимация. Величина достоверности аппроксимации в этом случае составляет  $R^2=0,9997$ .

Полученный отчет по прочностному расчету также содержит информацию по запасу прочности, по основным напряжениям, смещению и деформациям. Уточненный прочностной расчет в системе можно проводить как для отдельных участков, так и для всей детали в целом.

Применение программы Inventor Pro с модулями для создания деталей и выполнения сборок с последующим прочностным расчетом методом конечных элементов наравне с другими программными пакетами способствует эффективному проектированию элементов, конструкций и сборок рабочего оборудования строительных машин.

### Библиографический список

1. Абдулмажидов, Х.А. Комплексное проектирование и прочностные расчеты конструкций машин природообустройства в системе Inventor Pro / Х.А. Абдулмажидов, А.С. Матвеев // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – № 2 (72). – 2016. – С. 40-46.

2. Абдулмажидов, Х.А. Совершенствование рабочего оборудования каналоочистителя РР-303 / Абдулмажидов Х.А. // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – № 2 (47). – 2011. – С. 58-60.

3. Абдулмажидов, Х.А. Использование программы Inventor Pro при конструировании элементов машин природообустройства / Х.А. Абдулмажидов // В сборнике: Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. – 2018. – С. 3-7.

4. Абдулмажидов, Х.А. Уточненные прочностные расчеты рабочих органов машин природообустройства в системе Inventor Pro / Х.А. Абдулмажидов, А.С. Матвеев // Международный технико-экономический журнал. – № 3. – 2018. – С. 7-14.

5. Абдулмажидов, Х.А. Компьютерные технологии в преподавании инженерных дисциплин / Х.А. Абдулмажидов // Тенденции развития науки и образования. – № 34-1. – 2018. – С. 5-7.

УДК 631.311-02

## **ФОРМИРОВАНИЕ НАГРУЗКИ В ПРИВОДЕ ДВУХРОТОРНОГО КАНАЛОКОПАТЕЛЯ**

*Леонтьев Юрий Петрович, профессор кафедры машин и оборудования природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** *приведён анализ формирования динамической нагрузки в разветвлённой трансмиссии двухроторного каналокопателя, установлена степень действия нагрузки на рабочих органах машины на величину и характер её в элементах привода и на работу двигателя.*

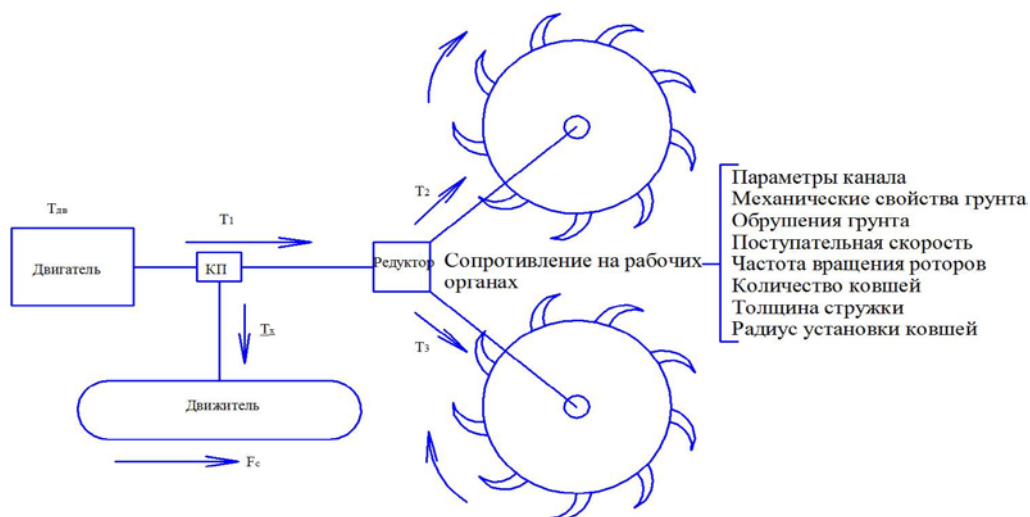
**Ключевые слова:** *вращающий момент, рабочий орган, трансмиссия, корреляционный анализ, обратная связь, реакция двигателя.*

Землеройные мелиоративные машины, предназначенные для прокладки каналов за один проход, имеют несколько рабочих органов, а именно фрезы, роторы, шнеки, отвальные транспортёры. Для привода рабочих органов от дизельного двигателя в основном применялась механическая трансмиссия с разветвлением потока мощности к каждому рабочему органу, а также к движителю. В числе таких машин, успешно работавших на строительстве осушительных и оросительных каналов, следует отметить двухфрезерный ЭТР-125, двухроторный ЭТР-122, шнекороторный ЭТР-201А.

Трансмиссии этих машин можно представить в виде нескольких участков с характерными особенностями, а именно общая часть привода от двигателя до разветвления, передающая весь поток мощности, и ветви привода – от общей части к рабочим органам и движителю. Под действием внешнего воздействия в каждой ветви

привода определённым образом формируется нагрузка (вращающий момент), имеющая свои характерные особенности. В общей части привода вращающие моменты, действующие в ветвях, суммируются и несколько изменяются по характеру действия. Аналитическим методом определить достоверно величину нагрузки и характер колебания её довольно сложно. С целью исследования нагрузки в различных ветвях привода двухроторного каналокопателя были выполнены экспериментальные исследования в натуральных условиях работы машины.

Момент сопротивления на рабочих органах двухроторного каналокопателя формируется под действием сил сопротивления копания, которые зависят от параметров канала, механических свойств грунта, периодических обрушений грунта на роторы, поступательной скорости машины, частоты вращения роторов, количества ковшей, радиуса установки режущих элементов ковшей (рисунок 1). Все эти воздействия на рабочие органы, как показали результаты наших исследований, имеют случайный колебательный характер. Под действием внешней нагрузки в различных участках трансмиссии возникают динамические колебания вращающего момента.

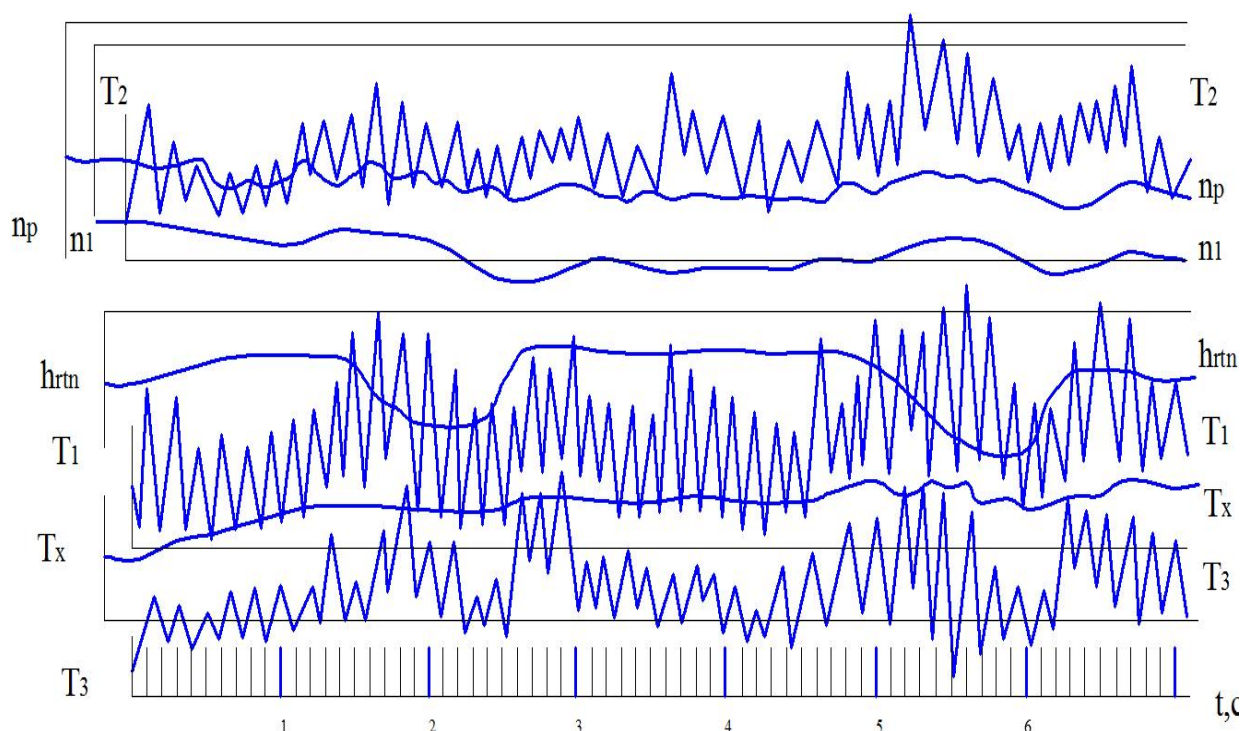


**Рис. 1. Схема привода двухроторного каналокопателя к анализу нагрузок в различных участках трансмиссии**

На рисунке 2 приведён фрагмент записи исследуемых параметров при копании канала на первой рабочей скорости (102 м/ч). При исследовании регистрировались следующие величины: вращающие моменты в общей части привода,  $T_1$ , в ветвях привода роторов,  $T_2$  и  $T_3$ , в приводе движителя  $T_x$ , частоты вращения вала двигателя и ротора,  $n_1, n_p$ , перемещение рейки топливного насоса двигателя  $h_{rtn}$  и время,  $t$ .

Исследования проводились также на второй (165 м/ч) и третьей (228 м/ч) рабочих скоростях, всего было получено более 100 записей, что позволило достаточно объективно оценить характер нагрузки в элементах трансмиссии. Было установлено, что в ветвях привода симметрично расположенных роторов нагрузка не одинакова, это можно объяснить периодическими обрушениями грунта в случайном порядке на один и другой роторы. В общей части привода нагрузка суммируется и несколько трансформируется по характеру колебания. При значительных увеличениях вращающего момента обороты вала двигателя уменьшаются, а рейка топливного насоса перемещается в направлении дополнительной подачи топлива, что видно на

рисунке 2. В результате уменьшения нагрузки обороты вала двигателя увеличиваются, и рейка перемещается в исходное положение. Таким образом наблюдается прямая и обратная связь, а именно, колебание нагрузки на рабочих органах приводит к изменению величины вращающего момента в трансмиссии и неравномерности работы двигателя, что влияет на поступательную скорость машины и частоту вращения роторов, а следовательно на колебание сопротивления копанью. Вращающий момент в приводе движителя в процессе копания менялся незначительно и влияния на нагрузку в ветвях привода роторов заметного влияния не оказывал. Мощность на привод рабочего передвижения машины составляла примерно от 5 % до 12 % от номинальной в зависимости от скорости подачи.



**Рис. 2. Фрагмент записи исследуемых параметров каналокопателя**

С целью изучения структуры динамики вращающего момента в элементах привода был выполнен корреляционный анализ полученных записей. Было установлено, что записи вращающихся моментов  $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_3$  можно рассматривать как эргодические стационарные функции, что позволяет определить вероятностные характеристики по одной реализации достаточной продолжительности. Анализ полученных корреляционных функций позволил установить, что в элементах привода имеют место высокочастотные колебания момента, которые являются проявлением собственной частоты, что подтвердило ранее выполненные теоретические исследования. В общей части привода среднее значение частоты составило 44,5 рад/с, а в ветвях привода 41,8 рад/с. Причём дисперсия колебаний в общей части привода больше, чем в ветвях примерно в 1,6...1,8 раза. С увеличением рабочей скорости дисперсия увеличивалась. Выявлено присутствие низкочастотной, практически периодической, составляющей колебания нагрузки с частотой примерно 1,8 рад/с, совпадающей с частотой вращения ротора. Эти колебания можно объяснить «биением» ротора вследствие неточности изготовления (диаметр ротора 3,5 м), причём дисперсия

колебаний в разных ветвях не одинакова. Наблюдались колебания и с большим периодом, вызываемые обрушениями грунта на один и другой роторы практически в случайном порядке. С увеличением рабочей скорости обрушения происходили с большей частотой, но меньшими объёмами грунта. Корреляционные нормированные функции были аппроксимированы аналитическими выражениями. В качестве примера приведено выражение корреляционной функции вращающего момента в приводе ротора при работе на первой рабочей скорости (102 м/ч)

$$k(\tau) = 0,62e^{-10\tau} + 0,18e^{0,6\tau} \cos 42\tau + 0,2e^{-0,2\tau} \cos 3,14\tau.$$

Для оценки влияния колебания нагрузки в приводе на работу двигателя были получены взаимно-корреляционные функции вращающего момента  $T_1$  и оборотов вала двигателя  $n_1$ , коэффициент корреляции составил 0,3, а также оборотов вала двигателя  $n_1$  и перемещения рейки топливного насоса  $h_{\text{тин}}$ , коэффициент корреляции в этом случае составил 0,85, что говорит о тесной связи этих процессов. Колебания нагрузки в трансмиссии приводит к неравномерной работе двигателя и повышенному расходу топлива. Следует отметить, что увеличение нагрузки, уменьшение оборотов вала двигателя и перемещение рейки наблюдается с некоторым относительным смещением по времени. Полученные результаты показывают сложное взаимодействие внешней нагрузки на рабочих органах машины, в элементах разветвлённой трансмиссии, работы двигателя, который воспринимая колебания нагрузки, образует обратную связь с режимами работы машины.

Анализ нагрузки в приводе каналокопателя позволил установить, что полная мощность при копании не реализуется и составляет от 78% до 85% от номинальной, это можно объяснить значительными динамическими нагрузками на рабочих органах и в приводе. Было установлено, что удельная мощность при увеличении рабочей скорости машины снижалась за счёт увеличения толщины стружки при копании и уменьшении объёма обрушений грунта с большей частотой, что способствовало большей равномерности работы двигателя. Высокочастотные колебания вращающего момента приводят к накоплению усталостных явлений в элементах привода. Средние значения амплитуд момента в приводе ротора составляли 320...380 Нм, частота колебаний 5,8...6 Гц. Таким образом, при прокладке канала протяжённостью в 1 км на рабочей скорости 102 м/ч, число циклов нагружения элементов привода может составить примерно  $22 \cdot 10^4$ . Опыт эксплуатации машин такого типа показал малую надёжность элементов привода роторов. Таким образом, для повышения усталостной прочности и надёжности механической трансмиссии требуется увеличивать запасы прочности деталей привода.

Выводы

1. Результаты исследования динамических нагрузок в приводе двухроторного каналокопателя позволили установить характер колебаний вращающего момента в различных участках трансмиссии и причины их появления, в числе которых действующая переменная нагрузка на рабочих органах, динамические свойства привода и реакция двигателя на периодические изменения вращающего момента.

2. Переменная нагрузка на рабочих органах и в трансмиссии приводит к неравномерной работе двигателя, повышенному потреблению топлива и невозможности реализовать достаточно полную мощность двигателя.

3. Для уменьшения динамических нагрузок в механической трансмиссии можно рекомендовать гидрообъемный привод рабочих органов, однако это связано с увеличением стоимости машины.

УДК 631.311.5

## ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТА НА ВЕЛИЧИНУ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЫХЛЕНИЮ

*Леонтьев Юрий Петрович, профессор кафедры машин и оборудования природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Макаров Александр Алексеевич, ассистент кафедры машин и оборудования природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** В работе приведены результаты сравнительных экспериментальных исследований влияния конструкции рыхлителей объёмного типа, глубины рыхления, влажности и плотности грунта на величину сопротивления разрыхлению.

**Ключевые слова:** влажность, разрыхление, плотность грунта, рыхлитель объёмного типа, экспериментальные исследования, сопротивление рыхлению.

В Нечерноземной зоне России на глинистых и тяжёлых суглинистых, дерново-подзолистых почвах значительно сократилась площадь сельскохозяйственных угодий из-за прекращения хозяйственной деятельности. Известно, что благодаря умеренным климатическим условиям и преобладанию среднегодового количества осадков над величиной испарения почвы, окультуренные дерново-подзолистые почвы региона способны давать хорошие устойчивые урожаи. Однако большинство почв Нечернозёмной зоны характеризуются комплексом негативных свойств, таких как малая мощность гумусового слоя, преобладание поверхностного стока, повышенная кислотность. Такие почвы Нечернозёмной зоны слабо оструктурены, склонны к застою воды на поверхности и в пахотном слое, имеют высокую плотность и низкую порозность, характеризуются низкими коэффициентами фильтрации, пестротой почвенного покрова. Усугубляется деградация сельскохозяйственных земель выбыванием из сельхозоборота и отсутствием ухода за сельхозугодиями, а также недооценкой роли агротехнических, агрохимических, агромелиоративных и противоэрозионных мероприятий. Все это способствует развитию таких негативных процессов как вторичное заболачивание, закисление, зарастание кустарником, уплотнение подпочвенных слоёв, и приводит к снижению уровня созданного ранее почвенного плодородия и потерям сельхозпродукции [1].

Важнейшими мероприятиями по окультурированию и повышению плодородия дерново – подзолистых почв сельхозугодий являются внесение минеральных и

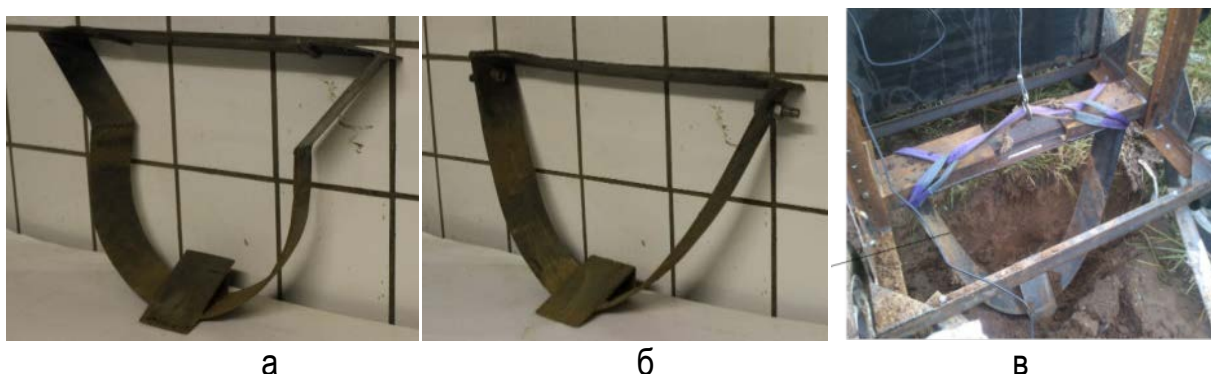
органических удобрений, агротехнические и культуртехнические мероприятия, методы биологического, химического и физического воздействия на почву. Физический способ – это проведение мелиораций и механическая обработка почвы, направленная на изменение основных физических свойств. К числу важных факторов влияющих на физические свойства почв относятся такие как гранулометрический и минералогический составы, структура, влажность, используемая техника и технологии.

Наибольшее воздействие на водно – физические, и агрохимические свойства почв оказывает глубокое сплошное рыхление, которое в сочетании с внесением извести и удобрений в подпахотный слой может служить средством коренной переделки свойств тяжёлых суглинистых почв и создания мощного окультуренного пахотного слоя, как и отвальные глубокие обработки [2].

Характеристики прочности грунта, находящегося в естественных условиях, зависят от ряда факторов, это – гранулометрический состав, влажность, плотность по глубине обработки, наличие включений в виде камней или растительности. Основными требованиями к рабочему оборудованию для глубокого рыхления (на глубину 0,8...1 м) являются простота конструкции, возможно меньшие тяговые сопротивления, а также необходимая структура и однородность фракций разрыхленного грунта.

Для определения оптимальных условий рыхления, при которых обеспечивается качественное выполнение технологических процессов, имеет важное значение исследование влияния характеристик физического состояния грунта и конструкции рабочего органа на сопротивление рыхлению.

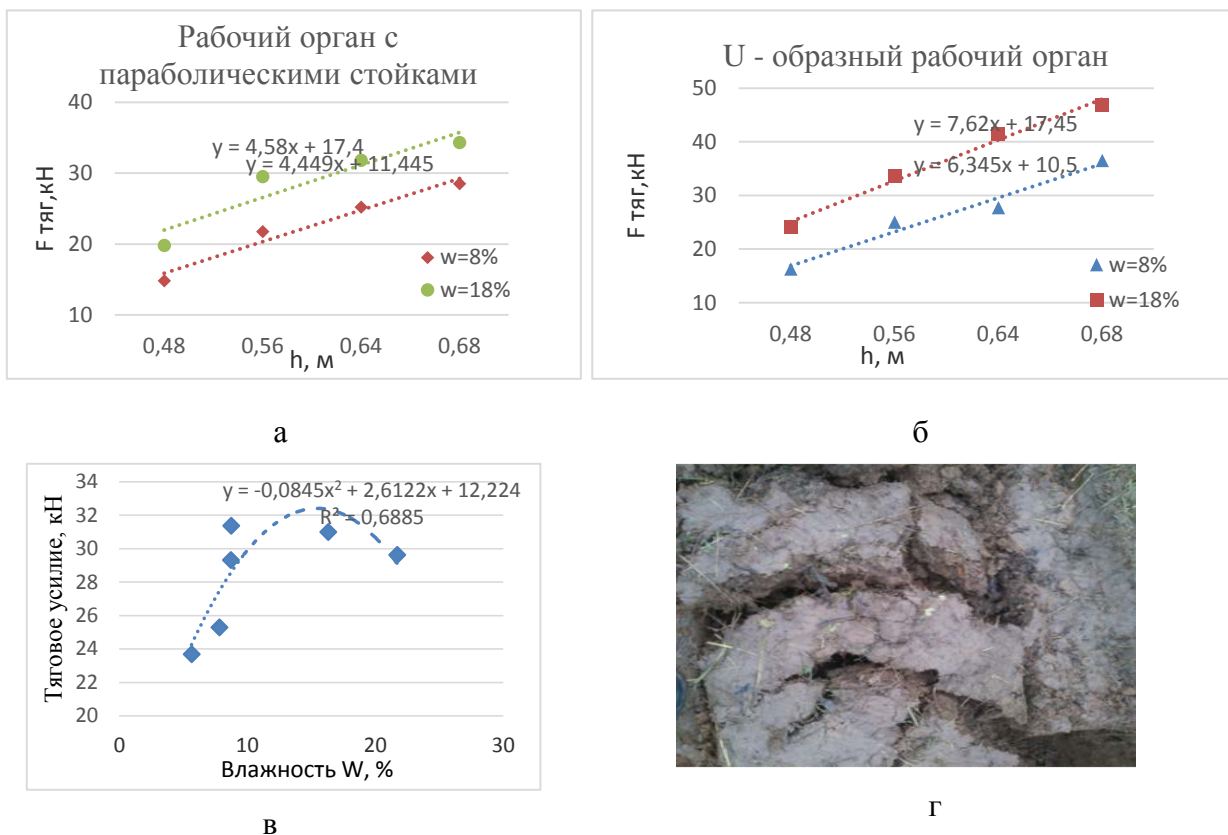
С целью изучения процесса разрушения грунта при рыхлении, сравнительной оценки качества рыхления и изучения влияния влажности грунта на тяговое сопротивление нами были проведены лабораторные исследования моделей рабочих органов двух типов (рисунок 1а, б). Для апробации полученных результатов, были проведены опыты в полевых условиях на грунтах естественного сложения. На рисунке 1 в показан фрагмент опытной установки нашей конструкции, позволяющей осуществлять рыхление на глубину до 0,5...0,55 м с записью тягового усилия, используя тензометрические датчики.



**Рис. 1. Модели рабочих органов объемных рыхлителей:**

а – модель рабочего органа, U-образного рыхлителя; б – модель объемного рыхлителя с параболическими боковыми стойками; в – рабочий орган рыхлителя с боковыми стойками параболической конструкции установки для полевых испытаний

В результате лабораторных экспериментальных исследований двух типов рабочих органов были получены данные, позволившие установить зависимость тягового усилия от глубины рыхления и влажности грунта для рабочего органа с параболическими стойками, (рисунок 2 а), и для U-образного рабочего органа 2 б.



**Рис. 2. Результаты исследований:**

а – зависимость тягового усилия от глубины и влажности грунта для рыхлителя с параболическими стойками; б – то же для U-образного рыхлителя; в – зависимость тягового усилия от влажности для рыхлителя с параболическими стойками; г – фрагмент разрыхленной полосы грунта рыхлителем с параболическими стойками при влажности более 18 %

Исследуемые величины для моделей были пересчитаны на натуру по формулам приближенного физического моделирования. Результаты опытов были аппроксимированы и получены эмпирические зависимости сопротивления рыхлению от исследуемых факторов (рисунок 2 а, б, в).

Анализ результатов исследований позволил установить, что влажность грунта при увеличении в пределах от 8 до 18% приводит к увеличению тягового усилия, для модели с параболическими стойками примерно на 18...25%, а для U-образной модели на 20...30%. Это можно объяснить большим сопротивлением грунта при прохождении всей его массы между боковыми стойками, расположенными вертикально U-образной модели, а также большой степенью слипания фрагментов грунта и увеличением сопротивления перемещения его слоёв (верхних по нижним).

Сравнение тягового усилия при рыхлении рабочими органами двух типов позволило сделать определённый вывод о довольно существенном увеличении усилия для U-образного рыхлителя по сравнению с параболическим, причем при увеличении



глубины отличие усилия возрастает. Так на глубине 0,68 м для U-образного рабочего органа усилие было больше на 28...33% чем у рыхлителя с параболическими стойками, причем большие значения получены для грунта с влажностью 18%.

С целью изучения влияния влажности на сопротивление рыхлению были выполнены исследования модели с параболическими стойками при глубине рыхления 0,68 м. Результаты исследований показали, что при увеличении влажности от 8 до 16...18% сопротивление увеличивается от 24 кН до 32 кН, при дальнейшем увеличении влажности усилие начинает уменьшаться. Так при влажности примерно 22% усилие уменьшилось до 28 кН (рисунок 2) [3].

При увеличении влажности способность грунта к разрыхлению заметно уменьшалась. При влажности более 18% наблюдалось слипание разрыхленных фрагментов грунта и образование крупных агрегатов. Это явление также было отмечено и при полевых испытаниях при влажности грунта около 20%. На рисунке 2 г показаны крупные агрегаты слипшегося грунта.

При проведении исследований определялась плотность грунта до рыхления и после рыхления, причем по всей глубине рыхления. В результате рыхления плотность в среднем уменьшается на 20...25% при влажности 8...12%.

Выводы.

1. Сопротивление рыхлению при влажности грунта 8...12% у рыхлителя с параболическими стойками существенно меньше, чем для U – образного рабочего органа, примерно на 25...28%.

2. Увеличение влажности от 8 до 18% приводит к увеличению усилия примерно на 28...30%.

3. На основании исследования можно рекомендовать рациональный диапазон влажности грунта 8...12%.

### **Библиографический список**

1. Кизяев, Б.М. Агромелиоративные мероприятия на минеральных переувлажненных землях / Б.М. Кизяев, З.М. Маммаев, О.Ф. Першина // М.; ВНИИА. – 2013. – 140 с.

2. Макаров, А.А. Глубокое рыхление – важное мелиоративное мероприятие, улучшающее продуктивность почвы / А.А. Макаров // Вопросы Мелиорации: научн. практ. журн. – М. – № 1-2 – 2013 – С. 36-43/

3. Леонтьев, Ю.П. Экспериментальные исследования рабочего органа мелиоративного рыхлителя на минеральных грунтах естественного сложения. / Ю.П. Леонтьев, А.А. Макаров // «Современные проблемы использования мелиорированных земель и повышения их плодородия», Материалы международной научно-практической конференции ГНУ ВНИИМЗ РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИИ, г. Тверь. – 2013. – С. 246-252.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАШИН ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ РАБОТ

*Кизяев Борис Михайлович, научный руководитель ФГБНУ ВНИИГиМ им А.Н. Костякова*

*Мартынова Наталья Борисовна, доцент кафедры машин и оборудования природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** статья посвящена анализу этапов создания и использования технических средств при реализации широкомасштабной программы мелиорации земель. Отмечены основные периоды развития системы машин, пути совершенствования мелиоративной техники.

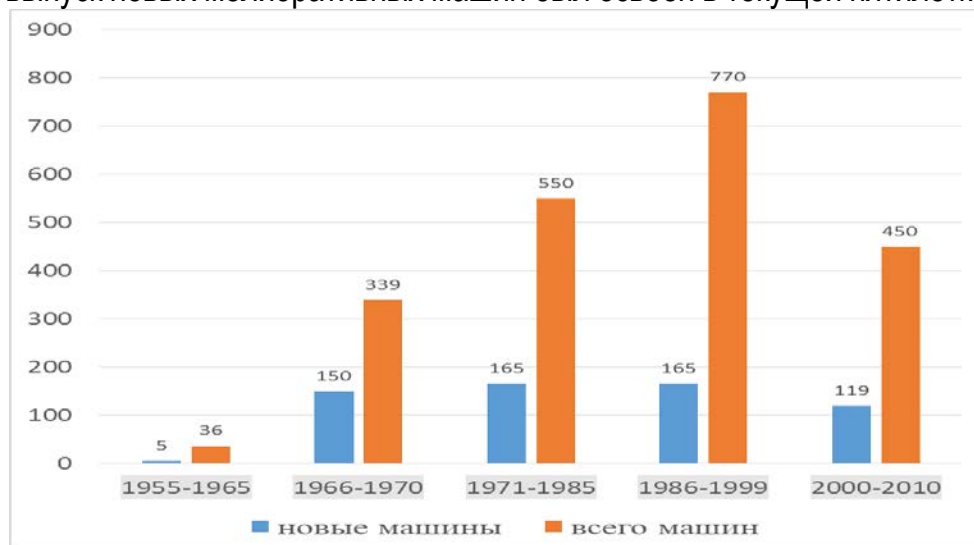
**Ключевые слова:** мелиорация земель, система машин, скреперы, экскаваторы, дренаж, культуртехнические машины, целевая программа.

Система машин для комплексной механизации мелиоративных работ начала формироваться с 1955 года. На первом этапе 1955...1965 гг. мелиоративные машины были представлены в разделе «растениеводство», насчитывая 36 наименований специализированной мелиоративной техники, в том числе 30 серийно выпускаемых и 6 новых машин. На следующем этапе 1966...1970 гг. номенклатура специальной техники для проведения мелиоративных работ существенно расширилась. Общее количество машин возросло до 339, а количество новых машин – до 150 единиц (рисунок 1).

В середине 60-х годов принятое постановление о широком развитии мелиорации вывело создание новой мелиоративной техники на новый уровень. Были проведены широкие исследования по совершенствованию структуры системы машин [1]. К разработке новой тематики были привлечены профильные научно-исследовательские институты страны, заводы изготовители строительной техники, тракторов и сельскохозяйственных машин. Работы по координации в области технической политики были возложены на Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР, а научных исследований – на отраслевой головной институт ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова.

В результате совместной работы пяти министерств и 23 научных организаций была разработана новая «Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства» на 1971...1975 гг. Впервые раздел по мелиорации земель был издан отдельной книгой. В её состав были включены 38 технологических комплексов по водохозяйственному строительству, подготовке территорий к орошению, строительству и очистке осушительных сетей, первичному освоению осушенных земель, поливу сельскохозяйственных культур, строительству дорог на мелиорируемых землях. Сводный перечень технических средств включал серийно выпускаемые и новые машины с наилучшими технико-экономическими показателями. Раздел тяговых средств дополнен новыми тракторами тягового класса 15...35 т. В перечень мелиоративных машин включены новые для того периода экскаваторы – канлокопатели ЭТР 122, ЭТР-

201, ЭТР-208, комплекты машин для облицовки оросительных каналов, траншейные Д-658, Д-659А, ДУ-4003 и бестраншейные МД-12, БДМ-301 дренажники, планировщики ДЗ-603АЛ, ПАУ-1, машины для расчистки земель от кустарника и мелколесья. Серийный выпуск новых мелиоративных машин был освоен в текущей пятилетке (рис.1).



**Рис. 1. Динамика развития мелиоративной техники**

Разработка системы машин на период 1976...1980 гг. была связана с дальнейшей реализацией программы мелиорации земель. Структура новой системы машин была частично преобразована. Объединены процессы строительства в зонах осушения и орошения, отдельно выделены процессы ремонта, содержания мелиоративных систем и производства культуртехнических работ.

Научные исследования по развитию перспективных технологий в этот период ставили целью: обеспечение максимальной механизации технологических процессов, разработку и внедрение новых машин на базе мощных мелиоративных тракторов, автоматизацию управления рабочими органами машин. Новые технологии обеспечивали поточность строительства, совмещение технологических операций, существенное повышение производительности труда и качества выполняемых работ.

Реализация перспективных технологических процессов в области строительства оросительной сети предусматривала создание машин непрерывного действия на базе промышленных тракторов с мощностью двигателя 200...450 кВт. Было намечено создание комплектов машин для строительства открытых каналов и закрытого дренажа, устройства комбинированных облицовок оросительных каналов, прокладки оросительных каналов взрывным способом. Для планировки орошаемых земель предусмотрено создание новых планировщиков с автоматическим управлением рабочими органами. В раздел культуртехнических работ включены мелиоративные корчевальные агрегаты на тракторах тягового класса 150...350кН. Для выполнения ремонтов и содержания облицованных каналов предусмотрено использование землесосных снарядов и специальных машин со сменными рабочими органами.

Начиная с 1981 года, срок действия системы машин был увеличен до десяти лет (рисунок 2). В этот период развитие технологий определялось постановлением о начале работ по перераспределению части стока северных и сибирских рек. На стадии технико-экономического обоснования переброски институтом «Союзгипроводхоз» были

разработаны проекты трасс и обоснованы строительные параметры магистральных каналов. Для производства земляных работ предусматривалась разработка и серийный выпуск новой высокопроизводительной техники. В связи с этим в систему машин на 1981...1990 гг. и её уточненный вариант на 1986...1995 гг. были дополнительно включены технологические процессы строительства крупных магистральных каналов. Выполнение работ гидромеханизированным способом предусматривалось проводить серийно выпускаемыми и новыми электрическими земснарядами производительностью по грунту 500 и 1000 м<sup>3</sup>/час. Механический способ предусматривал применение шагающих экскаваторов вместимостью ковша 5, 10, 15, 20 и 40 м<sup>3</sup>, бульдозеров на тракторах класса 150...350 кН, самоходных скреперов с вместимостью коша 15...25 м<sup>3</sup> и одноковшовых погрузчиков грузоподъемностью 10 и 15 т. Программой предусматривалась разработка новых энергонасыщенных бульдозеров, погрузчиков, двухмоторных скреперов и скреперов с элеваторной загрузкой. Для освоения производства новых машин были предусмотрены и частично введены новые производственные мощности. Опытные образцы новых машин прошли государственные испытания, а первые партии серийных машин прошли производственную проверку на объектах водохозяйственного строительства в Саратовской области.



**Рис. 2. Система машин для комплексной механизации мелиоративных работ**

В 1989 году на базе действующей системы была разработана «Международная система машин для комплексной механизации сельского и лесного хозяйства». В её состав включены передовые технологические процессы и перечень карт требований на машины для производства мелиоративных работ.

Последующий в начале девяностых годов экономический кризис и развал страны нарушил существующие экономические связи и выполнение программ по мелиорации земель. Переход к рыночным отношениям изменил организацию сельскохозяйственного производства. В таких условиях многие машиностроительные заводы не выдержали конкуренции с зарубежной техникой и прекратили серийное производство отечественных машин.

В кризисных условиях только в 2003 году была разработана новая система машин, выпущенная под новым названием «Федеральные регистры базовых и зональных технологий и технических средств для мелиоративных работ в сельскохозяйственном производстве России до 2010 г.». Новая система машин была значительно сокращена и включала технологические модули (процессы) и адаптеры технологических процессов. Адаптеры охватывали процессы строительства и реконструкции мелиоративных систем, производство культуртехнических работ, производство ремонтно-эксплуатационных работ, полив сельскохозяйственных культур. К основным технологическим процессам приведен перечень существующих и новых технических средств [2].

Опыт разработки системы машин показывает, что при отлаженной межотраслевой кооперации, правильной координации научных исследований и достаточного финансирования наша страна была способна самостоятельно решать поставленные задачи по мелиорации земель.

Для выполнения поставленных задач следует:

1. Разработать систему машин стран СНГ для комплексной механизации мелиоративных работ на период до 2030 гг.
2. Разработать совместную целевую программу создания и производства мелиоративной техники стран СНГ на кооперативной основе.
3. Организовать сеть, машино-технологических станций мелиоративного профиля для сервисного обслуживания мелиоративных, систем сельхозтоваропроизводителей.
4. Разработать систему льготного налогообложения для предприятий, создающих и производящих мелиоративную технику.

#### **Библиографический список**

1. Кизяев, Б.М. О техническом оснащении организаций отрасли для строительства, реконструкции и эксплуатации мелиоративных систем / Б.М. Кизяев // Мелиорация и водное хозяйство. – № 2. – 2010. – С.5-7.
2. Кизяев, Б.М. Реализация научных проектов в сфере развития мелиоративного комплекса России / Б.М. Кизяев, Н.Б. Мартынова // Природообустройство. – 2015. – №5. – С. 13-17.

УДК 631.35

#### **УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУЛЬДОЗЕРА С ГАЗОВОЗДУШНЫМ СМАЗОЧНЫМ МЕХАНИЗМОМ**

*Теловов Нормурод Кандахорович, старший преподаватель кафедры машин и оборудования природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** Рассмотрены вопросы создания рабочих органов, обладающих свойствами широкой адаптации к внешним условиям и видам выполняемых работ. Одним из путей снижения сил трения грунта об инструмент является применение газоздушного смазочного механизма в отвалах бульдозеров. Приведены тяговый

*расчет и расчет расхода воздуха на единицу площади поверхности скольжения, контактирующей с грунтом.*

**Ключевые слова:** бульдозер, отвал, газозвоздушная смесь, пласт, поверхность скольжения.

Анализ достижений технологии индустриального развития строительства позволяет выделить ряд основных направлений развития и исследований в области землеройных машин, методов их интенсификации и повышения эффективности. Эти направления в значительной степени обусловлены общими положениями развития машиностроения и могут быть сформулированы следующим образом:

- первое направление охватывает проблемы повышения надежности и конкурентоспособности машин и комплексов, выпускаемых серийно, а также машин, подлежащих внедрению;
- второе направление включает в себя проблемы совершенствования привода и гидросистем управления рабочими процессами машин;
- третье направление характеризует работы по автоматизации и исследованию путей роботизации землеройных машин;
- четвертое направление связано с проблемами повышения функциональных свойств машин и совершенствование рабочих органов на базе достижения техники и фундаментальных работ, а также создание тяжелых машин и машин для стесненных условий строительства.
- пятое направление характеризует одну из важнейших тенденций строительства, развития строительного и дорожного машиностроения, как отрасли, обеспечивающей производство новой техники, и включает проблемы использования средств и методов автоматизированного проектирования и исследования машин в практике их создания и эксплуатации.

Перечисленные направления обусловлены развитием и достижениями базовых отраслей машиностроения. Указанные направления включают проблемы и вопросы, краткое рассмотрение которых позволяет в общих чертах выявить определяющие тенденции развития землеройной техники.

Повышение надежности, уровня энергетических показателей и конкурентоспособности заключается в совершенствовании машин путем улучшения эксплуатационных свойств надежности, показателей ремонтпригодности и технического обслуживания. При этом решают следующие вопросы: создание конструкций, требующих значительно меньшего объема работ по техническому обслуживанию; использование и разработка узлов, обеспечивающих увеличение периодов между операциями технического обслуживания; использование высокоэффективных фильтров; разработка конструкций, обеспечивающих легкий доступ к узлам; использование узлов с в троенными диагностическими системами.

Совершенствование привода и систем управления рабочими органами машин включает в себя решение ряда проблем в области двигателестроения и гидрофикации машин, определяет одно из важнейших направлений совершенствования землеройных машин, при этом металлоемкость машин снижается в 2 раза. Гидропривод землеройной техники находит все большее применение, и здесь имеются большие резервы.

Повышение функциональных свойств машин и совершенствование рабочих органов связано с реализацией традиционных методов воздействия на грунт и на базе использования новых физических эффектов.

Большая группа вопросов касается совершенствования конструкции рабочих органов на базе традиционных методов воздействия на среду.

Перспективно создание рабочих органов, обладающих свойствами широкой адаптации к внешним условиям и видам выполняемых работ. Эта тенденция определяется появлением бульдозеров с перекосом отвала, отвалов с управляемым выступающим средним ножом (ВСН), отвалов с двух ножевыми рабочими органами, отвалов с изменяющимся углом резания, отвалов, оборудованных челюстным захватом с ВСН; создание землеройных машин с подводом энергии к рабочему органу, минуя движитель.

Тенденцию, связанную с разработкой и созданием принципиально новых землеройных машин, определяют проблемы использования для разрушения грунтов новых физических эффектов, являющихся результатом исследований в области фундаментальных наук. Большое значение приобретает применение новых эффектов для интенсификации процессов копания путем снижения сил трения грунта об инструмент. Другой важный вопрос – это исследование по использованию достижений газо- и гидродинамики для интенсификации разрушения, и перемещения материала, горных пород, грунтов.

Повышение эффективности рабочих органов землеройных машин достигается в основном методами, обеспечивающими снижение действующих сил сопротивления грунта, разработка конструкций, расширяющих область применения машин, увеличивающих производительность и снижающих затраты на единицу производимой продукции. Эффект по снижению сил сопротивления достигается в основном за счет использования: приемов, облегчающих последующее отделение грунта от массива; интенсификации процесса перемещения грунта по транспортирующей поверхности рабочих органов; методов снижения сил трения грунта о поверхность рабочих органов, контактирующих со средой приемов, устраняющих залипание грунта на рабочих органах.

Наибольший эффект по обеспечению снижения сил трения грунта о поверхность рабочих органов, а также устранение залипания дает газоздушная смазка. В этом случае в значительной степени устраняется непосредственный контакт между грунтом и поверхностью рабочего органа.

Одним из важных направлений снижения силы сопротивления копанию является уменьшение сил трения, возникающих в процессе взаимодействия рабочего органа с грунтом. Газо-воздушная смазка, выполняя роль смазывающей прослойки между грунтом и отвалом бульдозера, снижает общее сопротивление грунта сдвигу по поверхности контакта. Для оборудования бульдозеров газо-воздушной смазкой поверхности скольжения, контактирующей со средой, в задней части базового трактора устанавливают компрессорную установку, привод которой осуществляется от вала отбора мощности двигателя трактора. Отверстия для выхода сжатого газа выполнены в отвале под углом  $90^{\circ}$  к касательной поверхности скольжения. Над выходными отверстиями расположена задняя грань режущего ножа. Это предотвращает непосредственный контакт отверстий с грунтом, а также обеспечивает подачу газо-воздушной смазки вверх по отвалу. Между ножом и поверхностью отвала установлена

прокладка толщиной 1...2 мм, обеспечивающая зазор для выхода сжатого газа. Для распределения сжатых газов по выпускным отверстиям с тыльной стороны режущего ножа установлен газовый коллектор. Его целесообразно совместить с конструктивными элементами отвала – коробкой жесткости и другими, обеспечив при изготовлении герметичность сварочных швов. В нижней части газового коллектора расположена герметичная пробка для периодического слива конденсата. Входное поперечное сечение штуцера и трубопровода в 2-3 раза превышает суммарное проходное сечение выпускных отверстий.

Давление в системе газо-воздушной смазки оказывает существенное влияние на изменение сопротивления движению пласта по поверхности контакта. Изучено влияние давления воздуха, подводимого непрерывным потоком на границу раздела двух сред, на величину сопротивления сдвигу. Экспериментально были измерены величины сопротивления движению пласта грунта различного по толщине и весу по поверхности контакта в условиях вариации давления газо-воздушной смазки, изменяемой от 0,025 до 0,2 МПа для песчаных и супесчаных грунтов и от 0,02 до 0,3 МПа для глинистых и суглинистых. Анализ полученных данных показывает, что для песчаных грунтов влажностью  $\omega = 3..4\%$  и прочностью с числом ударов динамического плотномера ДорНИИ  $S_{уд} = 1..2$ , перемещающихся по поверхности скольжения с газо-воздушной смазкой, с увеличением давления воздуха  $P_e = 0,025..0,075$  МПа сопротивление движению пласта снижается. Пласт вывешивается и передвигается практически на газозоудушном слое. При  $P_e = 0,1$  МПа происходит стабилизация сопротивления движению пласта. Дальнейшее увеличение давления  $P_e$  не ведет к уменьшению сопротивления движению пласта. При этом продолжается рост расхода воздуха и общего энергозатрат.

Для супесчаных грунтов в первоначальный момент процесс протекает аналогично. Снижение потребного тягового усилия происходит с увеличением давления воздуха, но до определенного предела. Далее наблюдается увеличение сопротивление движению пласта, что объясняется исчезновением воздушной прослойки под пластом. При увеличении давления воздуха, подводимого на границу сдвига, происходит образование сквозной трещины в грунте («прострел» пласта струей сжатого воздуха) и эффекта вывешивания пласта не наблюдается. Образуется уменьшенная азрированная площадь контакта, что приводит к опусканию пласта на металлическую поверхность скольжения.

Прострел пласта струей сжатого воздуха объясняется превышением давления действующего струи газа, величины прочности грунта. Для суглинистых и глинистых грунтов различной влажности, прочности и плотности с увеличением давления воздуха сопротивление движению пласта снижается. Установлено, что пласт суглинистых грунтов влажностью  $\omega = 18\%$  и числом ударов динамического плотномера ДорНИИ  $S_{уд} = 4-5$ , при давлении воздуха  $P_e=0,1..0,15$  МПа всплывает над поверхностью скольжения и передвигается на воздушном слое.

Всплывание пласта над поверхностью скольжения для глинистых грунтов наступает при  $P_e=0,1..0,15$  МПа. Для глинистых грунтов влажностью  $\omega=20\%$  и  $S_{уд}=11..12$  вывешивание пласта на газовом слое наступает раньше, при давлении  $P_e=0,05..0,1$  МПа.



Увеличение  $P_e$  для глин и суглинков свыше критической величины давления при которой наблюдается эффект всплывания пласта не ведет к дальнейшему снижению сил сопротивления. При вывешивании пласта на газовом слое трение грунта по металлу практически сводится к трению грунта по слою грунта, насыщенному воздухом. Дальнейшее повышение давления газа до  $0,25$  МПа обеспечивает снижение требуемого тягового усилия  $T$  на 10%. Расход газа  $Q$  при этом возрастает на 75% и мощность компрессора в 2,7 раза. Рациональным следует считать расход воздуха на единицу площади поверхности скольжения, контактирующую с грунтом не менее

$$\frac{Q}{F} \geq (4,4...5,85) \text{ м}^3 / (\text{мин} \cdot \text{м}^2)$$

Величина угла наклона выходных отверстий к поверхности оказывает влияние на сопротивление движению пласта по поверхности скольжения [1].

Величина угла наклона выходных отверстий к поверхности оказывает влияние на сопротивление движению пласта по поверхности скольжения. Это положение подтверждают эксперименты, которые были проведены на песчаном грунте плотностью  $\gamma_{gp}=1,8 \text{ г/см}^3$  при влажности  $\omega=(6...8)\%$  и  $C_{уд}=3...4$ , а так же на суглинистом грунте с плотностью  $\gamma_{gp}=1,9 \text{ г/см}^3$  при влажности  $\omega=(12...14)\%$ . В ходе экспериментов менялся угол наклона продольной оси отверстий  $\beta$  к поверхности в пределах от 0 до  $180^\circ$ . Сжатый воздух подавался на границу раздела «грунт-поверхность скольжения» через 6 круглых отверстий диаметром  $d_{отв}=1,7 \text{ мм}$  расположенных в линию поперек движения пласта с шагом  $30 \text{ мм}$ . Минимальная сила тяги и соответствующее ей минимальное значение коэффициента трения наблюдается при подводе сжатого воздуха через отверстия, установленные под углом  $\beta=30^\circ$  и менее по направлению движения пласта грунта по поверхности скольжения. Потребная сила тяги снижается при этом в 1,74 – 2,14 раза для песчаных грунтов и 1,45-4,35 для суглинков в зависимости от давления газовой смазки [2].

Вывод: По выше представленным расчетам видно, что применив газоздушную смазку, мы существенно снизили тяговые сопротивления процессу копания грунта, что позволило увеличить рабочие скорости, а, следовательно, повысить производительность производства работ.

### Библиографический список

1. Поддубный, В.И. Расчет основных параметров скреперов учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки (специальностям) 190207, 190207с, 190603, 190603с / В.И. Поддубный, Н.К. Теловов // М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Московский гос. ун-т природообустройства. Москва. – 2009. – 56 с.
2. Ронинсон, Э.Г. Р713 Машинист бульдозера: учеб. пособие / Э.Г. Ронинсон, М.Д. Поло // син. 4-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 64 с.

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ СБОРА УРОЖАЯ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР ПО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ЗАТРАТАМ

*Домущи Дмитрий Афанасьевич, доцент кафедры агроинженерии Одесского государственного аграрного университета*

*Енакиев Юрий Иванович, доцент кафедры земледельческой техника, Институт почвоведения, агротехнологий и защиты растений г. София, Болгария*

**Аннотация:** *Представлены результаты исследований различных технологий уборки зерновых колосовых культур по составу техники сборочно-транспортных комплексов и эксплуатационным затратам. Обоснованы перспективные технологии уборки озимой пшеницы с наименьшими эксплуатационными и энергетическими затратами.*

**Ключевые слова:** *традиционная технология, нулевая технология, зерновые культуры, уборочные машины, эксплуатационные затраты, комплексное топливо, энергетический эквивалент.*

Сбор урожая – это сложный и трудоемкий комплекс работ, в котором участвуют значительное количество мобильных и стационарных агрегатов, транспортных средств и трудовых ресурсов. Эти обстоятельства вызывают ситуации, для решения которых необходимо найти оптимальные варианты. Вместе с тем эта самая ресурсоемкая технологическая операция, на которую приходится наибольшие затраты энергии комплексного топлива и эксплуатационных средств. Так, эксплуатационные затраты на сбор урожая зерновых колосовых культур с поля и его транспортировки на хозяйственный пункт послеуборочной обработки зерна составляют 50-55% всех затрат на его производство [1]. Это обосновывает необходимость внедрять энергосберегающие технологии и технические средства для их реализации [2].

Основоположником энергосберегающего земледелия был российский ученый Иван Евгеньевич Овсинский, который опубликовал сенсационные результаты своих теоретических и практических исследований еще в 1899 году. Продолжателями этих работ стали Н.А. Тулайков, Т.С. Мальцев, А.И. Бараева и другие ученые. Сегодня в большинстве стран мира энергосберегающая технология известна как минимальная и нулевая система обработки почвы. По энергосберегающей технологии в различных странах мира обрабатывается около 100 млн. га, что составляет около 12% всех сельхозугодий, и объемы ее внедрения стремительно растут [3].

Для расчета сопоставимой оценки энергетических затрат комплексного топлива и эксплуатационных затрат для различных технологий сбора урожая озимой пшеницы рассмотрены четыре технологии [4].

1. Традиционная технология – прямое комбайнирование без измельчения соломы.
2. Традиционная технология – раздельный сбор урожая.
3. Нулевая технология – использование уборочной техники отечественного производства.

4. Нулевая технология – использование уборочной техники импортного производства: техника АОЗТ «Агро-Союз».

Для данных технологий по методике [4] разработаны технологические карты на сбор урожая озимой пшеницы. Все технологии разрабатывались для таких условий: площадь выращивания – 630 га; урожайность основной продукции – 4,6 т/га; урожайность побочной продукции 4,6 т/га. Нормативные потери урожая 3%; продолжительность сбора урожая при полной спелости зерна – 7 суток.

*Традиционная технология – прямое комбайнирование.* Для уборки урожая использовались комбайны Дон-1500 в количестве 6 единиц. Зерно транспортировалось грузовыми автомобилями-тягачами КамАЗ-55102 с прицепами ГСК-8527 в количестве 6 единиц. Каждый комбайн обслуживался личным транспортным средством. Солома не зерновая продукция собиралась на край поля агрегатом Т-150К-05-09 + ИТУ-10 в количестве 4 единицы и транспортируется для скирдования агрегатом – МТЗ-80 + 2ПТС-4-887А – 16 единиц. Скирдование соломы агрегатом ЮМЗ-6АКЛ + ПФ-0,5Б – 4 единицы.

*Традиционная технология – раздельный сбор урожая.* Отношение площади сбора урожая раздельным и прямым способом – 40% и 60%. Для скашивания в валки и подбор валков используют два комбайна Дон-1500, жатки ЖВН-6, подборщик ПЛ-150 в количестве 2 единицы. Прямое комбайнирование – Дон-1500Б – четыре единицы, транспортные средства – КамАЗ-55102 + ГСК-8527 – четыре единицы. Солома вытаскивается на край поля и скирдуется на краю поля. Количество и состав агрегатов, как в первой технологии.

*Энергосберегающая – нулевая технология с техникой отечественного производства – прямое комбайнирование.* Солома не собирается, а измельчается зерноуборочным комбайном и разбрасывается по полю, создает на поверхности поля мульчу – экономия затрат на сбор, транспортировку и скирдование соломы. Количество технологических операций уменьшается, поэтому состав техники сборочно-транспортного комплекса тоже уменьшается. Отсутствуют агрегаты для сбора, перевозки и скирдования соломы. Состав техники технологического комплекса: зерноуборочные комбайны Дон-1500 в количестве 6 единиц, транспортные средства для перевозки зерна – КамАЗ-55102-053 – 6 единиц.

*Энергосберегающая технология – нулевая с техникой импортного производства.* Отличия от предыдущей энергосберегающей технологии – использования комбайнов с повышенной производительностью в два раза и в меньшем количестве, тоже в два раза марки Lexion-480 в количестве 3 единицы. Уменьшается и количество транспортных средств для перевозки зерна марки КамАЗ-55102-053 – 4 единицы, за счет использования бункера-накопителя  $V = 40 \text{ м}^3$  и выгрузки в автотранспорт производительностью 4 т/мин.

Затраты комплексного топлива на 1 га площади сбора урожая  $Q_{\text{мга}}$ , кг/га рассчитывали по формуле:

$$Q_{\text{мга}} = Q_n / F_{\text{га}} \quad (1)$$

где  $Q_n$  – суммарные расходы топлива для данной технологии сбора урожая, кг;

$F_{\text{га}}$  – площадь сбора урожая, га.

Расчеты эксплуатационных затрат денежных средств в условных единицах (доллары США) по всем разработанным технологиям выполнялись по известным методикам и представлены в таблице 1.

**Эксплуатационные затраты денежных средств и комплексного топлива сбора урожая озимой пшеницы**

Технология сбора урожая	Эксплуатационные затраты денежных средств и комплексного топлива			
	Комплексного топлива		Эксплуатационные затраты денежных средств (зарботная плата, комплексное топливо, амортизация, ТО, ТР)	
	На весь объём работы, кг	На единицу работы, кг/га	На весь объём работы, у.е.	На единицу работы, у.е./га
1.Традиционная – прямое комбайнирование (со сбором соломы на комплексах)	42787,1	67,9	53082,0	84,3
2.Традиционная – раздельный сбор (со сбором соломы на краю поля)	33670,2	53,4	39413,1	62,6
3.Нулевая – техника отечественного производства (прямое комбайнирование без сбора соломы)	25336,5	40,2	33583,2	53,3
4. Нулевая – техника импортного производства (прямое комбайнирование без сбора соломы)	22596,2	35,9	34931,3	55,4

Комплексные энергетические затраты топлива и эксплуатационных денежных средств (амортизация, техническое обслуживание и ремонт техники, заработная плата, стоимость топлива и смазочных материалов) рассчитывались по ниже изложенной методике и представлены в таблице 2.

Энергетические затраты энергии топлива  $\mathcal{E}_m$ , МДж/га рассчитывали формуле

$$\mathcal{E}_m = \alpha_m \cdot Q_m, \quad (2)$$

где  $\alpha_m$  – энергетический эквивалент расхода топлива, МДж/кг;  $\alpha_m = 52,8$  МДж/кг [4].

Энергетические затраты энергии топлива на единицу выращенной продукции  $\mathcal{E}_{nm}$ ,

МДж/т – одной тонны урожая рассчитывали по формуле:

$$\mathcal{E}_{nm} = \mathcal{E}_m / B_k \quad (3)$$

где  $B_k$  – урожайность культуры, т/га;  $B_k = 4,6$  т/га.

Эксплуатационные затраты в размерностях у.е./га переводили в размерности МДж/га и МДж/т. При этом использовался энергетический эквивалент топлива для перевода в денежную единицу его комплексной стоимости.

Энергетический эквивалент топлива  $K_{Цк}^{\alpha_n}$ , МДж/грн., рассчитывали за формулой:

$$K_{Цк}^{\alpha_n} = \frac{\alpha_n}{Цк}, \quad (4)$$

где  $C_k$  – комплексная стоимость топлива и смазочных материалов, у.е./кг  
 Расчет энергетических затрат  $\mathcal{E}_{\text{эз } i \text{ га}}$ , МДж/га на 1 га выполняли по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{эз } i \text{ га}} = \mathcal{Z}_{\text{эз } i \text{ га}} \cdot K_{C_k}^{\alpha_n} \quad (5)$$

где  $\mathcal{Z}_{\text{эз } i \text{ га}}$  – эксплуатационные затраты на 1 га для  $i$ -ой технологии, у.е./га, МДж/га.

Расчет энергетических затрат  $\mathcal{E}_{\text{эз } i \text{ т}}$ , МДж/т, на 1 т урожайности озимой пшеницы выполняли по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{эз } i \text{ т}} = \mathcal{E}_{\text{эз } i \text{ га}} / B_k \quad (6)$$

где  $B_k$  – урожайность культуры, т/га.

Таблица 2

**Сравнительная оценка комплексных энергетических затрат при разных технологиях сбора урожая озимой пшеницы**

Технология сбора урожая	Энергетические затраты, МДж			
	Комплексного топлива		Эксплуатационных затрат (заработная плата, топливо, амортизация, ТО, ТР)	
	На единицу работы, МДж/га	На единицу продукции, МДж/т	На единицу работы, МДж/га	На единицу продукции, МДж/т
1. Традиционная – прямое комбайнирование (со сбором соломы на комплексах)	3586,0	779,6	7746,9	1684,1
2. Традиционная – раздельный сбор (со сбором соломы на краю поля)	2821,9	613,4	7419,2	1612,9
3. Нулевая – техника отечественного производства (прямое комбайнирование без сбора соломы)	2123,4	461,6	5884,7	1279,3
4. Нулевая – техника импортного производства (прямое комбайнирование без сбора соломы)	1893,8	411,7	6206,1	1349,2

Сравнительный анализ эксплуатационных и энергетических затрат сбора урожая озимой пшеницы указывают на то, что наименьшей затратной является нулевая технология с использованием техники отечественного производства, а наиболее затратной является традиционная технология с прямым комбайнированием, а именно:

1. Наименьшие затраты комплексного топлива на единицу продукции у нулевой технологии с использованием уборочной техники импортного производства: 35,9 кг/га, 1893,8 МДж/га и 411,7 МДж/т, соответственно, за счет большей производительности уборочной техники и уменьшения технологических операций – отсутствия сбора соломы. Наибольшие затраты: 67,9 кг/га, 3586,0 МДж/га и 779,6 МДж/т, соответственно, у традиционной технологии – прямое комбайнирование, за счет транспортных операций на сбор соломы.

2. Наименьшие эксплуатационные затраты денежных средств на единицу продукции у нулевой технологии – техника отечественного производства: 53,3 у.е./га, 5884,7 МДж/га и 1279,3 МДж/т, соответственно, за счет меньшей стоимости техники по

сравнению с импортной. Наибольшие затраты – традиционная технология – прямое комбайнирование: 84,3 у.е./га, 7746,9 МДж/га и 1684,1 МДж/т, соответственно, за счет большего количества уборочной техники и технологических операций по транспортировке соломы.

### Библиографический список

1. Домущі, Д.П. Особливості організації технологічного процесу збирання зернових культур / Д.П. Домущі, М.А. Новаковський // Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки. – Одеса: – № 65. 2013. – С.157-161.
2. Кравчука, В.І. Машини для збирання зернових та технічних культур / За ред.. В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілова. – 2009. – 296 с.
3. Домущі, Д.П. Ресурсозберігаючі технології в сільському господарстві / Д.П. Домущі // Інформ. листок. Центр розвитку та правової підтримки села. – Одеса: ОЦНТІ. – 2008. – 4 с.
4. Вітвицький, В.В. Нормативи витрат живої та уречевленої праці на виробництво зернових культур / В.В. Вітвицький, П.М. Музика, М.Ф. Кисляченко, І.В. Лобастов // К.: НДІ "Укראгропромпродуктивність". – 2010. – 352 с.

УДК 631.311.

### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ИМПУЛЬСНЫХ ЭФФЕКТОВ ПРИ РАЗУПЛОТНЕНИИ ТЯЖЕЛЫХ ПО МЕХАНИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ПОЧВОГРУНТОВ

*Палкин Николай Александрович, доцент кафедры машин и оборудования природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** Предложена конструкция пассивного разуплотнительного оборудования с дополнительными рыхлительными элементами со ступенчато-пилообразной конфигурацией рабочих поверхностей, способствующей созданию свободных силовых импульсов при соприкосновении почвогрунта, при этом самонастраивание рабочего оборудования обеспечивается за счёт соответствующего изменения углов рыхления различных ступеней и сил трения почвогрунта при перемещении по рабочим поверхностям.

**Ключевые слова:** мгновенные импульсы, снижение энергоемкости, периодические колебания, способ энерговложения, контактные удары.

Значительное количество экспериментальных и теоретических работ по проблемам вибрационной обработки почвогрунтов, проведенных за последнее время в России, в том числе и в различных зарубежных странах, позволили более глубоко изучить, выявить сущность этого процесса и поставить рассматриваемый вопрос на более широкую теоретическую основу, суть которой можно было бы определить как вложение импульсной энергии в разуплотняемый слой почвогрунта [1].

Это значит, что при разуплотнении почвогрунта в разрыхляемый слой направляются механические импульсы с целью достижения двух основных эффектов:

- снижение суммарного баланса механических воздействий на разуплотняемый слой почвогрунта;

- улучшение структуры разуплотняемого слоя почвогрунта, главным образом, путем разрушения массива на отдельные глыбы и в дальнейшем на более мелкие фракции.

Передача импульсной энергии в разуплотняемый слой почвогрунта может быть осуществлена двумя технологическими способами.

Первый способ заключается в создании принудительных (а возможно и свободных) периодических колебаний (вибраций) рабочей поверхности почвообрабатывающего органа. Эти вибрации при определенной интенсивности вызывают периодическое отделение разуплотняемого слоя от рабочей поверхности, после чего следуют контактные удары между почвогрунтом и рабочей поверхностью, в результате которых импульсная энергия направляется в слой почвогрунта [2].

Для синусоидального колебания, описываемого уравнением

$$S = R \sin \omega t,$$

условие создания импульсных ударов выражается в неравенстве

$$- R \omega^2 > A_n,$$

где  $R$  – нормальная к рабочей поверхности амплитуда для данной точки;

$\omega$  – угловая скорость колебания;

$A_n$  – нормальное ускорение почвогрунтового слоя для этой же точки рабочей поверхности.

При этом способе энергирования импульсная энергия (но не эффект от нее) практически будет зависеть не от свойств почвогрунта, а от нормального ускорения  $A_n$  и от параметров вибраций  $R$ ,  $\omega$ ,  $\frac{L}{\gamma}$  и так далее.

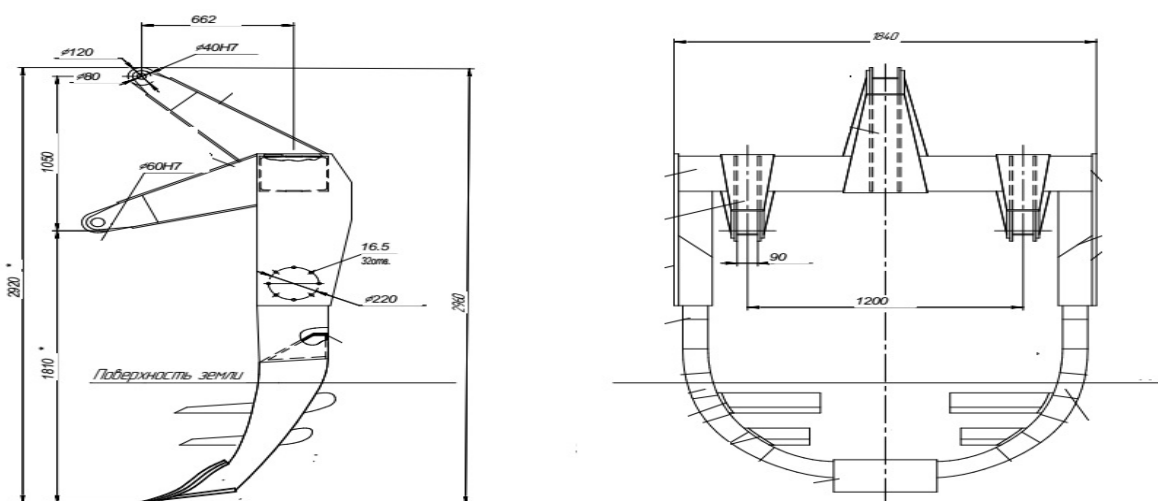
Здесь  $L$  – средняя длина траектории почвогрунтовых частиц на рабочей поверхности;

$\gamma = \frac{2\pi v}{\omega}$  – длина волны колебания относительно поступательной скорости почвогрунтового слоя.

При втором способе передача импульсной энергии в почвогрунт создается каскадом профилированных волнообразных ступенек на пути движения почвогрунтового слоя по рабочим поверхностям боковых стоек. Эти каскады служат причиной того, что почвогрунт при движении получает внутренние импульсы, резко меняет свою скорость на порогах ступенек (рисунок 1). При этом способе вложения импульсная энергия будет зависеть не только от параметров каскадов и поступательной скорости разуплотнителя, но также и от связности и состояния почвогрунта.

Конкретное выяснение механизма импульсных эффектов при разуплотнении почвогрунтов было начато с теоретического и экспериментального анализа сущности вибрационного эффекта снижения почвогрунтового сопротивления. Проведенный анализ свидетельствует о том, что при длительных и практически возможных для применения интенсивностях вибрациях, определенных в диапазонах  $n = 400 - 4000$  об/мин и  $A = 0,1-3,0$  мм, общее суммарное движение точки на поверхности рабочего органа будет волнообразным. Длина волны этого движения в десятки и сотни раз

больше амплитуды колебания, а суммарная скорость изменяется в незначительных пределах. При таких небольших изменениях направления и скорости общего суммарного движения нельзя ожидать заметного воздействия этих колебаний на внутренние напряжения и на коэффициенты трения. С другой стороны, элементарное сопоставление максимальных ускорений колебательного движения ( $A \cdot \omega^2$ ) с ускорениями «прижатия» почвогрунтового слоя к рабочим поверхностям ( $A_n$ ) показывает, что для большего участка рабочей поверхности применимо неравенство  $A \cdot \omega^2 > A_n$ . Следовательно, в диапазоне применяемых вибраций эффективной интенсивности будут существовать цикличные, временные отталкивания почвогрунтового слоя от рабочих поверхностей и затем удары почвогрунта о рабочие поверхности. Именно импульсные удары, являющиеся результатом вибраций, а не сами вибрации должны быть основной причиной вибрационных эффектов.



**Рис. 1. Общий вид рыхлителя с деформаторами**

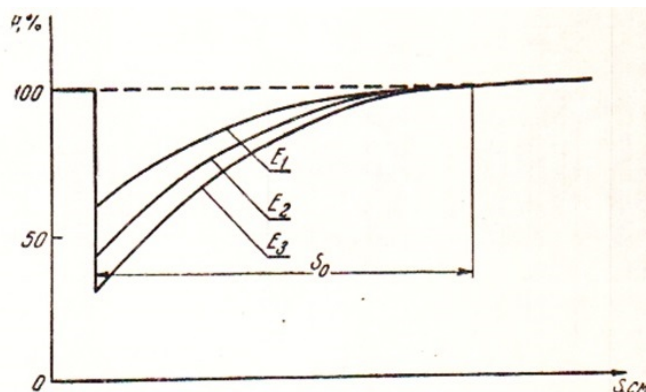
Это предположение было подвергнуто болгарскими учеными экспериментальной проверке на несложной стационарной установке, состоящей из одного объемного рабочего органа параболического очертания, неподвижно закрепленного на легкой каретке, которая посредством динамометра связана с тяговой лебедкой. Установка имеет также приспособление для нанесения единичных механических импульсов, представляющее ударный тяжелый молот, и импульсометр, укрепленный на рабочем органе для учета силы импульсов.

Сущность проверки заключалась в следующем:

- если вышеизложенное предположение о вибрационном эффекте, верно, то при нанесении импульса по рабочему органу (проверяется при очень малой по-ступательной скорости) произойдет моментное падение сопротивления и после-дующее за ним медленное восстановление его;
- процесс восстановления сопротивления должен заканчиваться одновременно с удалением рабочей поверхности от «возмущенного» участка разуплотняемого слоя почвогрунта. Это предположение экспериментальным путем было подтверждено не только в принципе, но и относительно величины импульсного эффекта. На рисунке 2 представлена экспериментальная зависимость между максимальными моментными



падениями сопротивлений почвогрунта (в процентах от первоначальной величины) и величиной вложенной в почвогрунт специфической импульсной энергии для трех образцов почвогрунтов в различном состоянии. Эта зависимость оказалась однозначной относительно импульсного энерговложения, то есть снижение сопротивления почвогрунта разуплотнению зависело не от числа вложенных импульсов, а от общей суммарной импульсной энергии.



**Рис. 2. Зависимость падения сопротивлений почвогрунта (в процентах от первоначальной величины) от величин вложенной в почвогрунт энергии**

Подобный анализ позволяет определить оптимальные параметры вибрационной системы и интенсивность принудительных колебаний. Это исследование навело на мысль о создании каскадно-волнообразных рабочих поверхностей боковых стоек, заменяющих действие вибраций. И в самом деле, если первопричиной вибрационных эффектов являются импульсы – результат вибраций, а не сами вибрации, то в таком случае одинаковый эффект можно было бы получить и при замене колебания рабочего органа ступеньками (каскадами), образованными на рабочих поверхностях, в результате чего почвогрунт может получить импульсы при переходе от одной ступеньки к другой. Это предположение полностью подтвердилось при экспериментировании с опытными каскадными поверхностями боковых стоек, представленными на рисунке 1, которые по технологическим причинам были выполнены не волнообразными, а пилообразными.

При этом происходят следующие явления:

- крупные частицы почвогрунта под действием инерционных сил, возникающих от удара, распадаются на более мелкие при значительно меньшей вложенной энергии, чем потребовалось бы для деформации почвогрунта в результате поступательного движения;

- внутренние напряжения в почвогрунте снижаются вследствие перемещений контактных точек частиц почвогрунта, что происходит в результате различных направлений распространения постоянной деформационной силы и моментных импульсов.

Рассматриваемые два способа вложения импульсной энергии – вибрационный и каскадный – независимо от общего принципа действия имеют некоторые особенности технологического, конструктивного и эксплуатационного характера.

Вибрационный способ отличается следующими особенностями:

1. Применение вибраций снижает общий баланс энергии при разуплотнении почвогрунтов, улучшает структуру разрыхленного пласта и способствует очистке рабочих органов от растительных остатков и от прилипающего к ним почвогрунта.

2. Создание и придание вибраций рабочей поверхности достигается путем установки вибраторов различной конструкции, энергия к которым передается посредством различной трансмиссии. Однако во всех случаях вибрационная система вместе с эластичными элементами навески значительно усложняет конструкцию, поэтому применение вибраций рационально только для машин с рабочими органами значительной ширины захвата.

3. Вибрационный способ имеет неблагоприятную скоростную характеристику, которая показывает, что сопротивление вибрирующего рабочего органа при постоянном режиме вибрации быстро нарастает при увеличении поступательной скорости.

Каскадный способ отличается от вибрационного в следующем:

1. Обладает только первыми двумя преимуществами из характерных для вибрационного способа – снижает сопротивление почвогрунта и улучшает его структуру.

2. Требуется простой конструкции рабочего органа с изогнуто-ступенчатой (каскадной) рабочей поверхностью, как показано на рисунке 1.

3. Каскадная отвальная поверхность имеет хорошую скоростную характеристику, которая показывает, что минимальное сопротивление возникает не при нулевой, а при некоторой оптимальной скорости.

4. Эффективность каскадного способа, как и вибрационного, зависит прежде всего от свойств разуплотняемого почвогрунта и от параметров рабочего органа.

5. Кроме импульсов (они в данном случае передаются главным образом на крупные элементы разуплотняемого почвогрунта), которые проходя по ступенькам каскадов, получают и некоторое волнообразное движение – дополнительное технологическое усложнение процесса, которое способствует желаемому эффекту.

### **Выводы**

1. Применение конфигурации рабочих поверхностей в форме пилообразных ступенек с различными углами резания в зависимости от мощности разуплотняемого слоя позволяет создать систему сил внутри пласта, способствующих самоистиранию крупных почвенных элементов.

2. Универсальность применения каскадной отвальной поверхности при разуплотнении почвогрунтов различной влажности может быть достигнута путем исключения сопряжений граней ступенек под острым углом.

### **Библиографический список**

1. Вознесенский, Е.А. Динамическая неустойчивость грунтов / Е.А. Вознесенский // М.: Машиностроение. – 2014. – 312 с.

2. Вознесенский, Е.А. Природа и закономерности затухания волн напряжений в грунтах / Е.А. Вознесенский, Р.В. Фуникова, Е.С. Кушнарёва // М.: Машиностроение. – 2013. – 418 с.

## ОБ УМНОЖЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ ПРИ УЛУЧШЕНИИ МИКРОКЛИМАТА В ОТРЫТОМ ГРУНТЕ

**Шохин Андрей Макарович**, инженер ОАО НИИ ТП

**Поддубный Виктор Иванович**, доцент кафедры машин и оборудования природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Шохин Кирилл Андреевич**, предприниматель

**Аннотация:** Авторами доказано, что не надо переувлажнять почву, а надо периодически увлажнять растения, воздух и грунт тёплым туманом. Это подтверждает практическое использование модернизированной ТОО, пять сезонов, особенно – в жаркое лето 2011 г, как подтверждает отчёт Гидрометцентра РФ.

**Ключевые слова:** микроклимат, открытый грунт, урожайность, орошение.

Замечено – в природе: В лесу, на вырубках, окружённых большими деревьями – малина крупная, да и все растения находятся в наилучших условиях длительный период, благодаря росе и туману. Молодые деревья на вырубках вырастают значительно быстрее, чем на опушках и отдельных посадках.

В науке: Ещё в 60-е годы прошлого века многие учёные ИФР АН СССР\* проводили широкие опыты по созданию оптимальных условий для роста и развития растений с целью получения в открытом грунте значительно больших урожаев. Наиболее широкие и практические опыты в фитотронах ставил д.б.н. Н.С. Петин. Им неоднократно были получены грандиозные урожаи пшеницы (в 50 раз выше, чем в открытом грунте) благодаря микроклимату, т.е. оптимальным условиям выращивания и проведению подкормок растений на каждом этапе онтогенеза. Результаты, полученные Н.С. Петин, привели к выводам о необходимости создавать наилучшие условия в полевых условиях с обязательными подкормками растений, по фазам онтогенеза.

В 70-х годах, в ГБС АН СССР\*\*, научным сотрудником – М.В. Шохиним была предложена туманообразующая установка (далее ТОО) карусельного типа для укоренения зелёных черенков в открытом грунте – «ячейке» поля. «Ячейка» – квадратная площадь поля, ограждённая по периметру прозрачным ветрозащитным барьером (далее ВЗБ). В центре «ячейки» установлена вертикальная колонна поворотная (рисунок 1.), с двумя горизонтально и противоположно расположенными трубами – крыльями с распылителями тумана. Вода, подаваемая магистральной трубой, с давлением (4ати), приводила в круговое движение трубы- крылья. Часть воды отводилась для импульсного создания распылителями тёплого тумана. Подогрев воды, до определённых температур (при необходимости), обеспечивался с учетом локальных климатических условий.

Технология воздушного микроорошения, на большой полевой площади, без притенения от солнца зелёных черенков, уникальна. В жару, в открытом грунте, при микроорошении, обеспечивается снижение температуры листьев черенков (растений

без корней) и увеличивается влажность воздуха, приближая для них микроклимат – к оптимальному.

Профессор Н.С.Петин подключился в 1976 г. к использованию ТОУ Шохина с целью переноса в поле опытов из фитотронов. При межведомственных испытаниях ТОУ, на территории питомника ГБС АН СССР, получены положительные результаты.

Был получен патент РФ № 2338368, с приоритетом от 07.03.2007.

**Весной-летом** 2011 г., в Купавне МО, проведены первые технические испытания модернизированной ТОУ Шохина – «ячейки» поля площадью  $21 \times 21 = 441 \text{ м}^2$  для них микроклимат – к оптимальному.



**Рис. 1. ТОУ Шохина, при воздушной ирригации под открытым солнцем**

Профессор Н.С. Петин подключился в 1976 г. к использованию ТОУ Шохина с целью переноса в поле опытов из фитотронов. При межведомственных испытаниях ТОУ, на территории питомника ГБС АН СССР, получены положительные результаты.

Был получен патент РФ № 2338368, с приоритетом от 07.03.2007.

Весной-летом 2011 г., в Купавне, проведены первые технические испытания модернизированной ТОУ Шохина – «ячейки» поля площадью  $21 \times 21 = 441 \text{ м}^2$ .

Целью работ было: 1. Проверка новых технических и патентных решений; 2. Умножение урожайности огородных и элитных культур, при создании улучшенного микроклимата на территории открытого грунта, защищённого по периметру ВЗБ, с помощью микроорошения тёплым туманом;

3. Получение урожая на песчаном грунте, при техническом обеспечении длительного микроклимата, со значительно меньшей – микроирригацией растений (Рисунок 2): при семяпробуждении, развитии и плодоношении, с весны до поздней осени.

Это достигается благодаря встречноструйному распылителю – Шохина, (Рисунок 3), с перемещением над круговым сектором зоны орошения (Рисунок 2). У распылителя Шохина, степень дисперсности воды такова, что мельчайшие капли не скатываются с листьев, а остаются на них, в виде блестящей пленки, до полного испарения. Из опытов д.б.н. Н.С. Петина известно: – что при тёплом тумане и распределении распыленной воды по листьям растений, КПД фотосинтетической деятельности растительного организма (далее **ФсДРО**) – значительно выше.



**Рис. 2**



**Рис.3**

Технология микроорошения тёплым туманом даёт следующие неоспоримые преимущества по отношению к любой технологии орошения:

1. Возможность создания длительного оптимального микроклимата;
2. Значительное сокращение норм полива;
3. Благоприятное поглощение растениями распыленной воды;
4. Комфортное использование растениями солнечной энергии;
5. Ускорение фотосинтеза и ассимиляции;
6. Извлечение подкормок из воздуха, благодаря ионизации на солнце распыленной воды;
7. Обеспечение внекорневых подкормок, подаваемых насосом;
8. Получение значительных урожаев на супеси и песке;
9. Обеспечение защиты растений от заморозков;
10. Использование биологической защиты от вредителей;
11. Надёжность и простота в эксплуатации;
12. Обеспечение механизации агротехнических работ.



**Рис. 4. Вид на выращиваемые растения, после импульса тёплого тумана**

Как видно, на листовых поверхностях лежит блестящая плёнка воды, постепенно высыхающая (за 5...10 мин). Далее, технически обеспечивается последующий импульс тёплого тумана, увлажняющий и приземный воздух. При импульсном туманообразовании растения ежедневно получают до 12 часов комфортных условий – для вегетации и плодоношения. Опыт выращивания сои, в 2011г, в зоне действия ТОУ.

Опыт по выявлению урожайности сои, был поставлен с семенами и по рекомендациям д.с/х.н., профессора ФГБОУ МГАУ, кафедры «Технологии производства продукции растениеводства» Т.П. Кобозевой. Выращивался сорт «Светлая». Участок с соей – «контроль» расположили рядом, на солнечной стороне и той же почве и, вне действия ТОУ. Контроль поливался природой (дождями Купавны), проходившими в то лето нечасто. Посадка сои производилась с нарушением всех агротехнических

требований (высаживали в начале июля, вместо конца мая). В опыте с соей, в зоне ВЗБ, при жаре, подтверждены способности распылённой воды притягивать и фиксировать азот и его окиси, активно устаивающиеся листьями – из воздуха, благодаря его насыщенности аэроионами, при действии лучистой энергии солнца. (озон, аэроионы \*\*). В подтверждение этого, при испытаниях получили урожай сои в три раза больший\*\*\*, чем на контрольном участке. Такой эффект невозможен в современных теплицах.

При проведении опытов в 2011 г. использовалось следующее оборудование:

1. Насос GARDENJET 1000, с электродвигателем мощностью  $N=1,1\text{кВт}$ ; 2.  $H=50\text{ м}$ ;  $h=7\text{ м}$ .;  $Q=4,2\text{ м}^3/\text{час}$ , он обеспечивал перемещение труб-крыльев, радиусом 10 м., с 10-ю распылителями, конструкции Шохина, создающими туман, даже при  $P=0,15\dots0,2\text{ МПа}$ . Улучшение гидродинамического привода уменьшило энергоёмкость в семь раз, по отношению к первичному насосу ЗК-6, с эл. Двигателем  $N=7\text{кВт}$ , используемому в 1975-1990 гг.



**Рис. 5. Соя, на 10-й день после посадки семян в супесь**

2. Туман в «ячейке», как природная роса, обеспечивал воздушную, микроиригацию почвы, при этом осевшая влага уходила с её поверхности по свободным капиллярам, что не нарушало структуру и аэрацию среды обитания корней. Часть распыленной воды плавала в воздухе, ионизировалась под солнцем и оседала, притягивая  $N$  и  $CO_2$  на поверхности листьев.

3. В жару, вода в покрашенных, чёрных трубах – крыльях нагревалась до  $+40^\circ\text{C}$ . В знойный период лета 2011г, на площади ТОО, защищённой **ВЗБ**: температура приземного воздуха, на высоте 70 см, не превышала  $+24^\circ\text{C}$ , поверхность почвы не прогревалась выше  $+27^\circ\text{C}$ .

4. При импульсном тумане, общий расход воды, в самые жаркие дни, был не более  $1,2\text{ л}/\text{м}^2$ , т.е.  $Q_{\text{тоу}} = 441 \times 1,2 = 529,2\text{ л}$ , за 9 часов поддержания микроклимата (с 9.30 до 18.30). Расчёты подтвердили, что использовалось в 20 раз меньше воды, чем при капельном поливе – за тот же период. (Для расчёта принималось: капельницы работают - 2ч/сутки, на полезной площади -  $330\text{ м}^2$ . При этом, на  $1\text{ м}^2$ - размещены, девять капельниц, с минимальным расходом, каждой -  $q=2\text{ л}/\text{час}$ ,  $Q_{\text{кап}}=330 \times 2 \times 9 \times 2=11880\text{ л}$ ).

5. В опыте с соей, в зоне **ВЗБ**, при жаре, подтверждена способность распыленной воды притягивать и фиксировать азот, его окиси и углекислоту – из воздуха, активно удваивающиеся листьями, благодаря его насыщенности аэроионами тумана, под действием лучистой энергии солнца. В подтверждение этого, при испытаниях получили урожай сои, на супесчаном грунте, в три раза больший, чем на контрольном участке, с лучшей почвой. Биоподкормки и удобрения с водой не использовали.

6. Умножение урожайности достигнуто, но ещё не использованы многие стимулирующие факторы, указанные в Патенте РФ № 2338368.

**Экономически важно:** 1. ТОУ Шохина даёт 20-и кратную экономию воды, в сравнении с капельным поливом; 2. Растения получают наилучшие условия и подкормки из воздуха, что умножает урожайность; 3. Изготавливать серийно и быстро монтировать ТОУ – комплексами, вместо теплиц, в южных районах; 4. Использовать песок в качестве грунта (преимущества – без сорняков); 5. Массово размножить посадочный материал древесных растений зелёными черенками или сеянцами, для постоянного восстановления садов и лесов [1, 2].

**Выводы:** 1. Мы убедились, что кроме наилучшего микроклимата в ОТК - рытом грунте и большой экономии воды, с ТОУ Шохина, растения получают подкормки из воздуха, умножая урожайность (для многих культур, в т.ч. лекарственных трав, необходимых грибов и виноградных улиток), даже на песке; 2. Использовать ТОУ для массового размножения посадочного материала; 3. Рационально использовать мобильные комплексы, площадью не менее 0,5г, что заменит дорогостоящие и долго строящиеся теплицы; 4. Мы убеждены, что не надо переувлажнять почву, а надо периодически увлажнять растения, воздух и грунт тёплым туманом. Это подтверждает практическое использование модернизированной ТОУ, пять сезонов, особенно – в жаркое лето 2011г, как подтверждает отчёт Гидрометцентра РФ.

\* - 1) ВНИИГиМ, до 1990г, осуществил крупные разработки, называемые ТОУ 1, ТОУ 2, ТОУ 3, с использованием отработанных для авиации, реактивных двигателей;

2) Разработки по использованию тумана для зелёного черенкования, с защитой диссертации в ТСХА и МГМИ, И.И. Заикина, К.Н. Капшталь, С.П. Ильина;

3) ФГНУ ВНИИ «Радуга» сообщало о наличии «Комплекта аэрозольного увлажнения, КАУ-1».

\*\* - См. Интернет: – Эффективные микроорганизмы (ЭМ); Капельницы для полива; Лучистая энергия (УФ) солнца; Аэроионы; Hunter для полива. (yandex.ru).

\*\*\* - Заключение о выращивании сои – д. с/х.н., профессора МГАУ, кафедры «Технологии производства продукции растениеводства» Т.П. Кобозевой.

### **Библиографический список**

1. «Туманообразующая эко-система орошения, ТОУ Шохина». Статья в журнале АГРОМИР Черноземья. №7 (64). 2009.

2. Интернет, сайты по орошению и поливам и наш сайт: [www.poliv2000.narod.ru](http://www.poliv2000.narod.ru)

УДК 631.347:631.677.6

### **МАШИНЫ ДЛЯ УКЛАДКИ КАПЕЛЬНОЙ ЛЕНТЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ**

**Корнеев Алексей Юрьевич**, инженер кафедры машин и оборудования природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В период вегетации наибольшая потребность в почвенной влаге у растений наблюдается в фазе бутонизации и цветения. Однако, в этот период количество атмосферных осадков не может восполнить сточную потребность

растений в воде. Поэтому требуется проведение оросительных мелиораций. Капельное орошение позволяет доставить поливную воду непосредственно в корнеобитаемую зону, сокращая потери воды на испарение и отвод поливной воды из корнеобитаемого слоя в более глубокие слои.

**Ключевые слова:** капельное орошение, водный баланс, норма полива, контур увлажнения.

Для получения устойчивых урожаев при выращивании сельскохозяйственных культур следует соблюдать оптимальный водно – воздушный баланс [1]. Как правило, оптимальный водный режим составляет 70 – 80% от полной влагоемкости почвы. Наибольшая потребность в воде у растений наблюдается в фазу бутонизации и цветения, когда наблюдается дефицит атмосферных осадков.

Дефицит влаги следует восполнять путем проведения оросительных мелиораций. Особенностью капельного орошения является возможность подачи воды непосредственно в прикорневую зону [2]. Это значительно сокращает потери воды, так как практически отсутствует испарение поливной воды, на поверхности почвы не образуется плотная корка, которая затрудняет дыхание растения.

Для получения устойчивого урожая при возделывании картофеля требуется проведение агро мелиоративных мероприятий. Так как количество осадков в летние месяцы колеблется в широких пределах: среднемесячная норма может составлять от 28 до 85мм, для поддержания оптимальных значений водно- воздушного баланса требуется применять полив. Преимуществом капельного полива является сокращение расходов на поливную воду, так как увлажняется непосредственно корнеобитаемая зона растения, междурядное пространство увлажнению не подлежит [3]. Это замедляет рост сорняков в междурядном пространстве. Испарение поливной воды также практически отсутствует, так как поливная вода доставляется непосредственно в почву.

В начальную фазу развития при посадке клубнями потребность в дополнительном поливе практически отсутствует, так как достаточно запасов влаги материнского клубня. Затем потребность в дополнительном поливе возрастает. Поэтому укладку капельной ленты целесообразно совместить с операцией гребневания на 10-14 день после посадки. Для этих целей на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева гребнеобразователь Grimme GF 75/4 был доработан до укладчика капельной ленты путем установки держателя для катушек с капельной лентой и направляющих труб для укладки ленты в почву (таблица 1).

Таблица 1.

#### Техническая характеристика разработанной машины

Масса рабочего органа	2150 кг
Ширина захвата рабочего органа	3 м
Рабочая скорость	3,5-5,2 м/с
Производительность	3,2 га/ч
Диаметр капельной ленты	16 мм
Расход воды на капельницу	1,6 л/ч
Расстояние между капельницами	300 мм



Данная модернизация позволила совместить операции гребневания и укладки капельной ленты, что привело к снижению машинного времени, трудозатрат, экономии топлива и уменьшению вредного воздействия ходового оборудования на почву (рисунок 1).

На опытном участке Полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева было уложено 8 капельных линий длиной 56м. Полив осуществлялся 2 раза в неделю. Поливная норма составила 80м<sup>3</sup>/га. В июне и первой половине июля наблюдалось большое количество атмосферных осадков, поэтому поливные нормы корректировались [4]. Во второй половине июля и в августе среднесуточные температуры выросли, количество осадков уменьшилось, и потребность в поливной воде значительно возросла.



**Рис. 1. Укладчик капельной ленты на базе гребнеобразователя Grimme GF 75/4**

При выращивании картофеля рассадным способом в селекционной работе полив необходим для получения качественного материала для дальнейшей селекционной работы. Картофель, выращиваемый рассадным способом, значительно сильнее реагирует на дефицит влаги в почве, чем при выращивании клубнями. Получение качественного селекционного материала возможно лишь при соблюдении всех агротехнических требований. Поэтому необходимо проведение работ по поливу.



**Рис. 2. Укладчик капельной ленты на базе рассадопосадочной машины Cecchi & Magli**

Укладка капельной ленты должна осуществляться в месте с высадкой рассады в поле. Для этого была доработана рассадопосадочная машина Cecchi & Magli для укладки капельной ленты путем установки дополнительного сошника с направляющей трубой для укладки капельной ленты и держателя катушек (рисунок 2). Совмещение операций по высадке рассады и укладке капельной ленты также позволит снизить машинное время и трудозатраты.

При выращивании картофельной рассады была уложена капельная лента на 8 линиях длиной 32м. Норма полива составила 65 м<sup>3</sup>/га. Полив осуществлялся с момента высадки рассады на опытном поле. Данные по суточному водопотреблению приведены в таблице 2.

*Таблица 2*

**Суточное водопотребление картофеля с применением капельного орошения**

Фазы развития	Суточное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	
	Клубни сорт Жуковский ранний	Рассада
Посадка – всходы	18,5	-
Всходы – начало бутонизации	29,0	29,0
Начало бутонизации – полное цветение	31,5	31,5
Полное цветение – окончание роста ботвы	33,5	32,0
Окончание роста ботвы – полное созревание	28,5	29,5

Проведенные модернизации машин позволили совершенствовать технологический процесс выращивания картофеля, повысив уровень механизации.

### Библиографический список

1. Мартынова, Н.Б. Разработка конструкции укладчика капельной ленты на базе гребневателя Grimme GF 75/4 для выращивания картофеля / Н.Б. Мартынова, А.Ю. Корнеев // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2018. – Вып. 2(84) – С.18-22.
2. Мартынова, Н.Б. Применение укладчика капельной ленты на базе гребневателя при выращивании картофеля/ Н.Б. Мартынова, А.Ю. Корнеев // Материалы международной научно-практической конференции «Мировые научно-технологические тенденции развития АПК и сельских территорий», Волгоград, ВолГАУ. – 2018. – С.155-160.
3. Мартынова, Н.Б. Проектирование контура увлажнения капельной ленты / Н.Б. Мартынова, А.Ю. Корнеев // Материалы международной научно-технической конференции «Логистика, транспорт, экология – 2017», Ереван. – 2017. – С. 50-55.
4. Мартынова, Н.Б. Пути снижения затрат при выращивании семенного картофеля / Н.Б. Мартынова, А.Ю. Корнеев // Материалы международной научно-практической конференции «Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства АПК», ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова. –2017. – С. 357-361.

УДК 631.37+629.35

### МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПОСЕВНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ПО КРИТЕРИЯМ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

**Скорородов Анатолий Николаевич**, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Левшин Александр Григорьевич**, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Майстренко Николай Александрович**, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Статья посвящена системному подходу к моделированию и оптимизации агрегатов и комбинированных посевных комплексов, обоснованию параметров и режимов работы, объемов емкостей бункера (зерно/удобрение), м<sup>3</sup> и организации эксплуатационного обеспечения производственных процессов.

**Ключевые слова:** Моделирование, оптимизация, параметры, агрегаты, технологические комплексы, производственные процессы.

На конкретном примере организации посева озимых зерновых по допустимым потерям на площади 3000 га в конкретных условиях готовности полей к посеву и интенсивности потерь урожая определяется потребность в посевных комплексах и сроки выполнения работ.

Теоретические основы моделирования и оптимизации посевных комбинированных комплексов и агрегатов включают определение оптимальных сроков начала и продолжительности выполнения полевых работ технологических процессов.

При поиске оптимальных решений стратегия базируется на теории оптимального риска, который ведет к ошибкам, либо к недобору урожая, либо к большим затратам в случае привлечения к выполнению технологического процесса более мощных технических средств и проведения работ в кратчайшие сроки. Ошибки необходимо свести к минимуму путем нахождения минимума средних потерь урожая и определения на этой основе параметров технических средств для выполнения данного технологического процесса.

Ориентировочные значения интенсивности потерь урожая для различных технологических процессов и сельскохозяйственных культур приведены в таблице 1.

Для упрощения расчетов темп наступления наиболее благоприятного момента ( $P$ ) аппроксимируем прямой линией, пропорциональной площади ( $F$ ), на которой необходимо выполнить технологический процесс, и обратно пропорциональной разнице времени позднего ( $t_2$ ) и раннего ( $t_1$ ) наступления наиболее благоприятного момента (НБМ):

$$P = F / (t_2 - t_1) \quad (1)$$

Суточная производительность агрегатов определяется по формуле:

$$W_c = W_u \cdot n \cdot T_c \quad (2)$$

где:  $W_u$  – часовая производительность комплексов, га/ч;  $n$  – количество комплексов;  $T_c$  – число часов работы агрегатов в сутки; ч.

Таблица 1

### Интенсивность потерь урожая

Посев	Озимая пшеница	0,0062	0,0062
	Ячмень	0,0098	0,0052
	Яровая пшеница	0,0080	0,0052
	Подсолнечник	0,0120	0,0140

Сравнивая  $P$  и  $W_c$  можно видеть, что только при  $P = W_c$  потери урожая будут минимальны, при  $W_c < P$  или  $W_c > P$  потери неизбежно растут.

По допустимым потерям урожая определяют количество технических средств, для выполнения технологического процесса.

В хозяйстве необходимо выполнить технологический процесс при возделывании или уборке  $i$ -той культуры на площади  $F$  га. Темп наступления наиболее благоприятного момента для данного процесса на полях хозяйства равен  $P$  га/сут. Интенсивность потерь урожая до наступления НБМ и после него соответственно равна  $K_1$  и  $K_2$  1/сут.

Начало выполнения работ ориентируем относительно раннего срока наступления НБМ.

Общие потери урожая с площади  $F_c$ , на которой выполнен технологический процесс до наступления НБМ, получим в пределах от 0 до  $F_c$  будут:

$$Q_1 = 0,5 \cdot U_{\max} \cdot K_1 \cdot (1/W_c - 1/P) \cdot F_c^2 \quad (3)$$

Потери урожая на оставшейся площади  $F - F_c$  после наступления НБМ определим из выражения:

$$Q_2 = 0,5 \cdot U_{\max} \cdot K_2 \cdot (1/W_c - 1/P) \cdot F_c^2 \quad (4)$$

Общие потери при выполнении технологического процесса со всей площади будут  $Q = Q_1 + Q_2$ .

Величина потерь зависит от площади  $F_c$ , которая изменяется в зависимости от срока начала выполнения работы  $t_m$ .

Для определения  $t_m$  соответствующего минимально возможным потерям урожая из-за несвоевременного выполнения технологического процесса, необходимо взять первую производную из уравнения потерь по  $t_m$ . Приравняв производную нулю  $dQ/dt_m = 0$ , после преобразований получим:

$$t_m = \frac{K_2(P - W_c)F}{PW_c(K_1 + K_2)}, \quad F_c = F \cdot K_2 / (K_1 + K_2) \quad (5)$$

Общее время выполнения технологического процесса:

$$T_y = F / W_c \quad (6)$$

Для случая, когда начало выполнения производственного процесса совпадает с ранним сроком наступления НБМ, потери урожая составят:

$$Q = 0,5 \cdot U_{\max} \cdot K_2 \cdot (1/W_c - 1/P) \cdot F_c^2 \quad (7)$$

При оптимальной организации процесса потери урожая будут:

$$Q = U_{\max} \cdot K_2 \cdot F_c^2 / 2 \cdot (1/W_c - 1/P) \cdot C \quad (8)$$

$$C = \left( 1 + \frac{K_1 K_2}{(K_1 + K_2)^2} - \frac{2K_2}{K_1 + K_2} + \frac{K_2^2}{(K_1 + K_2)^2} \right) \quad (9)$$

Количество технических средств для обеспечения технологической операции с допустимыми потерями урожая  $[Q]$  определим из выражения

$$W_{\text{сум}} = W_q \cdot n \cdot T_c = \frac{P \cdot 0,5 K_2 F C}{([Q] P + 0,5 K_2 F C)} \quad (10)$$

$$n = \frac{P \cdot K_2 F C}{W_q T_c (2[Q] P + K_2 F C)} \quad (11)$$

Особенности моделирования параметров комбинированных агрегатов. Факторы, определяющие тяговое сопротивление и энергоемкость предельно.

допустимой ширины захвата и грузоподъемность транспортных средств по тягово-сцепным возможностям энергомашины. Обоснование оптимального сочетания скорости и ширины захвата. Факторы, определяющие эксплуатационные показатели комплексов, их вероятностную и экономическую оценку [1, 2].

Работа агрегатов в конкретных условиях производства характеризуется рядом технологических, технических, экономических и других показателей. Установить параметры и режимы работы агрегата, при всем многообразии условий, отвечающих одновременно нескольким наилучшим показателям не представляется возможным.

Поэтому чаще всего применяют поэтапную оптимизацию с использованием на каждом этапе своего критерия оптимизации.

В качестве критериев оптимальности на различных этапах чаще всего используются: минимум приведенных затрат на единицу выполненной работы или на единицу продукции, максимум производительности, минимум энергии, трудозатрат и другие.

При моделировании комбинированные агрегаты одновременно выполняют различные технологические и транспортно-технологические операции. В зависимости от этого их классифицируют.

Для обоснования оптимального сочетания мощности двигателя, массы, тягового усилия трактора, рабочей скорости и других параметров комбинированного агрегата необходимо, прежде всего, установить закономерности изменения целого ряда факторов, главными из которых являются факторы: влияющие на тягово-сцепные возможности трактора; определяющие тяговое сопротивление и энергоемкость всех входящих в агрегат сельскохозяйственных машин и орудий. Определяющие производительность машинно-тракторных агрегатов; влияющие на качество выполняемых работ; оказывающие влияние на эксплуатационные затраты при выполнении работ.

Это обстоятельство диктует необходимость применения одного критерия оптимизации не к отдельному агрегату, а к технологическому комплексу с последующей детализацией по обоснованию режимов работы отдельных взаимодействующих подсистем.

При обосновании параметров и технико-эксплуатационных показателей агрегатов необходимо ориентироваться на оптимальные режимы его эксплуатации, т.е. на эксплуатацию в режиме максимума КПД. Соответственно буксование трактора не должно превышать допустимых значений. Обоснование предельно допустимой ширины захвата почвообрабатывающих машин и грузоподъемности транспортных агрегатов определялись по тягово-сцепным возможностям энергомашины.

Обоснование оптимального сочетания скорости и ширины захвата агрегата определялось из выражения (1, 2):

$$E_N = N_{EH} \cdot \xi_N / B_p \cdot v_p \rightarrow \min \quad (12)$$

где:  $N_{EH}$ ,  $\xi_N$  – номинальная мощность и коэффициент загрузки двигателя трактора по мощности. Величины  $B_p \cdot v_p$  и  $\xi_N$  для заданных условий работы являются взаимозависимыми. Функциональную связь этих величин определим из баланса мощности МТА.

Обоснование параметров комбинированных агрегатов отличается тем, что оптимальные скорости определяются при одинаковой для всех сельскохозяйственных машин, входящих в агрегат оптимальной ширине захвата. В качестве критерия оптимизации принимаем минимум суммарного расхода энергии на обработку единицы площади всеми агрегатами при рабочем ходе [1, 2].

Важнейшим эксплуатационным показателем комбинированных агрегатов является производительность, которая выражается зависимостью:

$$W_u = B_p \cdot V_p \cdot \tau \quad (13)$$

где:  $W_u$  – производительность агрегата, м<sup>2</sup>/с;  $B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата, м;  $V_p$  – рабочая скорость, м/с;  $\tau$  – коэффициент использования времени смены.

Пусть рассматриваемый комплекс имеет ряд дискретных состояний:

$S_1$  – агрегат работает;  $S_2$  – производится техническое обслуживание и устранение неисправностей;  $S_3$  – совершается технологическое обслуживание;  $S_4$  – совершает поворот;  $S_5$  – устраняются нарушения технологического процесса.

Переход системы  $S$  из состояния в состояние может осуществляться в любой момент времени. Для анализа случайных процессов изобразим геометрическую схему – так называемый граф состояний [3-5].

Обозначим  $P_i(t)$  – вероятность того, что в момент  $t$  система  $S$  будет находиться в состоянии  $S_i (i=1...n)$ . Очевидно, для любого момента  $t$  сумма вероятностей состояний равна единице.

Среднее время исправной работы агрегата без перерыва обозначим  $t_1$ , поиска и устранения неисправностей –  $t_2$ , поворота –  $t_4$ , технологического обслуживания семенами и удобрениями  $t_{3c} + t_{3y}$ , устранения технологических нарушений –  $t_5$  и т.д.

Зная среднее время пребывания агрегата в каждом из состояний, можно определить вероятности этих состояний с использованием теории Марковских процессов. При этом вероятность остановки агрегата для устранения неисправностей –  $P_1$ , поворота  $P_2$ , технического обслуживания –  $P_3$ , а с вероятностью  $1 - \alpha_1 - \alpha_2 - \alpha_3$  будут устраняться технологические нарушения.

Дифференциальные уравнения состояний имеют вид:

$$\begin{aligned} \frac{dP_2}{dt} &= \frac{\alpha_1 P_3}{t_1} - \frac{P_2}{t_2}, & \frac{dP_3}{dt} &= \frac{\alpha_3 P_1}{t_3} + \frac{\alpha_2 P_1}{t_4} - \frac{P_3}{t_3} - \frac{P_3}{t_5}, \\ \frac{dP_3}{dt} &= \frac{\alpha_3 P_1}{t_1} - \frac{P_3}{t_5}, & \frac{dP_4}{dt} &= \frac{(1 - \alpha_1 - \alpha_2 - \alpha_3) \cdot P_1}{t_1} - \frac{P_4}{t_4} \end{aligned} \quad (14)$$

Нормировочное условие следующее:  $P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 1$ . При  $t \rightarrow \infty$  в системе устанавливается стационарный режим. Для вычисления предельных

состояний левые части дифференциальных уравнений приравняем к нулю и получаем систему линейных уравнений:

$$\frac{\alpha_1 P_1}{t_1} - \frac{P_2}{t_2} = 0; \quad \frac{\alpha_2 P_1}{tc_1} + \frac{\alpha_2 P_1}{ty_1} - \frac{P_3}{tc_3} - \frac{P_3}{ty_3} = 0; \quad P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 0$$

где:

$$\frac{\alpha_3 P_1}{t_1} - \frac{P_5}{t_5} = 0; \quad \frac{(1 - \alpha_1 - \alpha_2 - \alpha_3) \cdot P_1}{t_1} - \frac{P_1}{t_1} = 0$$

$$\alpha_1 = \frac{t_2}{t_2 + t_3 + t_4 + t_5}; \quad \alpha_2 = \frac{t_3}{t_2 + t_3 + t_4 + t_5}; \quad \alpha_3 = \frac{t_4}{t_2 + t_3 + t_4 + t_5}$$

Решая совместно эти уравнения, находим вероятности состояний. Например,

$$P_1 = \frac{t_1}{t_1 + \alpha_1 t_2 + \alpha_2 (t_3 c + t_3 1) (1 - \alpha_1 - \alpha_2 - \alpha_3) t_4 + \alpha_3 t_5};$$

Эти уравнения вероятностей состояний называются уравнениями Колмогорова. К системе необходимо добавить нормировочное условие:

$$\sum P_i(t) = 1$$

Коэффициент использования времени смены  $t$  определим через вероятность пребывания агрегата в рабочем состоянии:

$$\tau = P_1$$

Эксплуатационные показатели комбинированных посевных комплексов AGRATOR DK и АМАЗОНЕ DMC представлены в таблице 2.

Таблица 2

### Технические характеристики посевных комплексов

Характеристики	Посевные комплексы							
	ДК3600	ДК4800	ДК5400	ДК7200	ДМС-3	ДМС-4	ДМС-6	ДМС-9
Ширина захвата, м	3,6	4,8	5,4	7,2	3	4,5	6	9
Рабочая скорость, м/с	2,5-4,0	2,5-4,0	2,5-4,0	2,5-4,0	2,88-4,2	2,88-4,2	2,88-4,2	2,88-4,2
Производительность, га/ч	3,6	4,8	5,4	7,2	3,56	4,54	6,06	9,33
Масса полная, т	1,6	2,1	2,4	3,3	11,7	12,7	13,0	19,0
Кол-во сошников	10	16	18	24	16	24	32	64
Междурядье, см					18,75	18,75	18,75	18,75
Давление на сошники, кг					52	52	52	52
Объем бункера семенной/удоб., м <sup>3</sup>	1,6/1,1	2,1/1,6	4,7/3,3	4,7/3,3	4,2-5,8	4,2-5,8	7,2-8,4	7,2-8,4
Рабочий путь, м	16000	15750	31533	23500	50400	33600	25200	28800
Время между заправками, ч	1,78	1,75	3,48	2,61	4,86	3,24	2,43	2,78
Мощность трактора л.с	120	170	210	250	80	130	180	320

Из таблицы видно, что на величину  $\tau = P_1$  существенное влияние оказывают параметры емкостей для семян и удобрений. Используя экономические показатели можно найти оптимальное решение и обеспечить эффективное использование посевных комплексов.



### Библиографический список

1. Скороходов, А.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. Учебник для вузов / А.Н. Скороходов, А.Г. Левшин // М.: БИБКОМ; ТРАНСЛОГ. – 2017. – 478 с.
2. Зангиев, А.А. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка: Учебное пособие-2е издание / А.А. Зангиев, А.Н. Скороходов // СПб.: Изд. «ЛАНЬ». – 2016 – 464 с.
3. Скороходов, А.Н. Моделирование и оптимизация технологических процессов в растениеводстве. Практикум часть 2 / А.Н. Скороходов, А.Г. Левшин, В.П. Уваров, Р.Н. Дидманидзе // Для студентов вузов, обучающихся по направлению Агроинженерия. М.ООО «УМЦ Триада». – 2013. – 155 с.
4. Федоренко, В.Ф. Российские аналоги зарубежной сельскохозяйственной техники, импортозамещение агрегатов, запасных частей и расходных материалов: научн. издание / В.Ф. Федоренко и др. // М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2015. – 340 с.
5. Agromaster Каталог продукции. М. 2015.60 с.

ДК 631.3.001.2

### ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ БУКСОВАНИЯ КОЛЕСА

*Левшин Александр Григорьевич, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Чечет Виктор Анатольевич, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Левшин Андрей Александрович инженер, Филиал корпорации "Джон Дир Агрикалчерэл Холдингз, Инк"*

*Ондар Айлана Мергеновна инженер кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** Рассмотрены и проанализированы эмпирические зависимости буксования от коэффициента использования сцепного веса. Обоснована перспективность применения дифференциальных уравнений для описания процесса взаимодействия движителей сельскохозяйственных тракторов с почвой. Предложено дифференциальное уравнение для описания процесса буксования колеса. Дисперсия адекватности предлагаемого уравнения существенно меньше по сравнению с общепринятой в эксплуатации эмпирической формулы.

**Ключевые слова:** буксование, коэффициент использования сцепного веса, колесо, дифференциальное уравнение буксования.

При испытании тракторов сельскохозяйственного назначения буксование  $\delta$  является одной из важнейших характеристик тягово-сцепных свойств, оценивающих

процесс взаимодействия движителей с почвой. Буксование определяется на нормированном фоне по ГОСТ 30745-2001 [1]. По экспериментальным данным строят тяговую характеристику, включающую зависимость буксования  $\delta$  от усилия на крюке  $P_{кр}$ .

Для прикладных задач зависимость  $\delta = f(P_{кр})$  аппроксимируют эмпирическими зависимостями. Подробный анализ зависимостей приведен в работе Соловейчика А.А. и Шевцова В.Г. [2]. Приведенные эмпирические зависимости носят частный характер и не дают полного представления о возможных состояниях процесса. Наиболее полное представление об изучаемом процессе могут дать дифференциальные модели, описывающие поле направлений (рисунок 1) [3].

Зависимость  $\delta = f(P_{кр})$  будем рассматривать в обобщенных координатах  $\delta = \omega(\varphi)$ , где  $\varphi$  – коэффициент использования сцепного веса,  $\eta_{кр}$  – тяговый к.п.д. трактора (рисунок 2) [2].

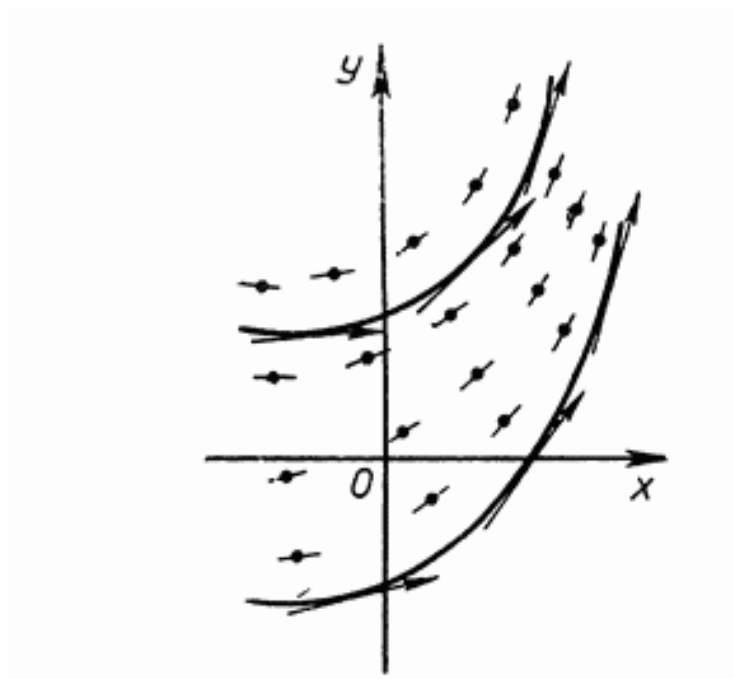


Рис. 1. Поле направлений дифференциального уравнения

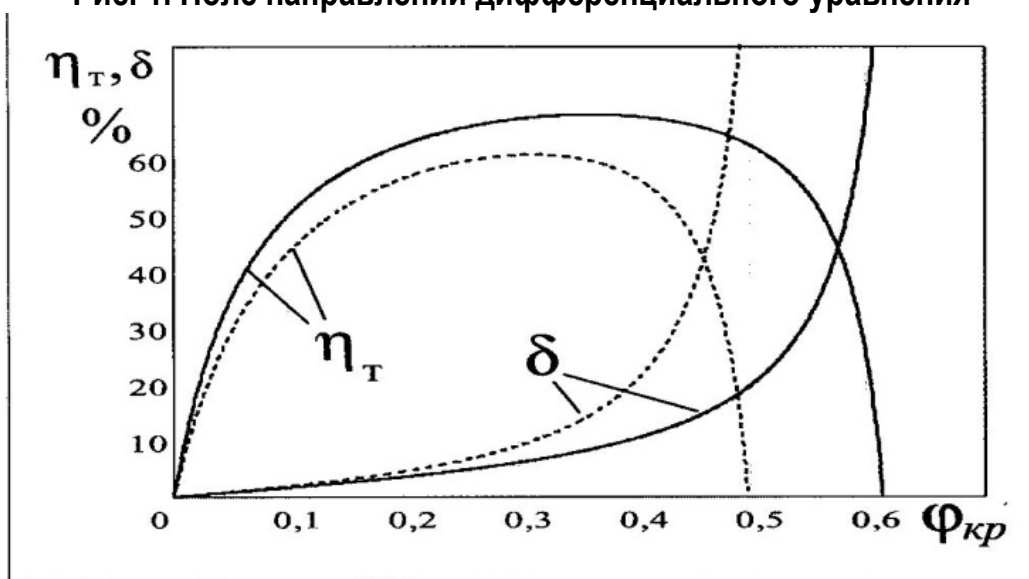


Рис. 2. Обобщенная тяговая характеристика тракторов 4x4

Данная зависимость представляет собой гладкую дифференцируемую функцию. Дифференциальное уравнение описывает интегральную кривую поля направлений, которая определяется при решении дифференциального уравнения. Необходимым и достаточным условием для интегральной кривой является выполнения соотношения при всех значениях независимой переменной [3]

$$\frac{dy}{dx} = v(x, y(x)). \quad (1)$$

Функция  $y$  будет решением дифференциального уравнения  $\frac{dy}{dx} = v(x, y)$ , если она удовлетворяет соотношению (1) и начальному условию  $y(x_0) = y_0$ .

Рассмотрим дифференциальное уравнение

$$\frac{d\delta}{d\varphi} = b\delta. \quad (2)$$

В уравнении принято отношение приращения буксования  $d\delta$  к изменению коэффициента  $d\varphi$  пропорционально значению буксования  $k\delta$ .

Решение простейшего дифференциального уравнения с начальным условием  $(\varphi_0, \delta_0)$  дается формулой Барроу [2]

$$\varphi - \varphi_0 = \int_{\delta_0}^{\delta} \frac{d\delta}{b\delta} \quad (3)$$

Решение уравнения (2) примет вид  $b(\varphi - \varphi_0) = \ln(\delta/\delta_0)$  и в окончательном варианте

$$\delta = e^{b(\varphi - \varphi_0)} \cdot \delta_0. \quad (4)$$

Проверка методики аппроксимации зависимости буксования от коэффициента использования сцепного веса проводилась по данным тяговых характеристик, полученных при испытании колесных тракторов в КубНИИТиМ.

Для сравнения использовалась широко используемая эмпирическая зависимость (4):

$$\delta = \frac{a\varphi}{b + \varphi}. \quad (5)$$

Оценка точности аппроксимации оценивалась дисперсией адекватности

$$S_{ад}^2 = \frac{1}{f_{ад}} \sum_{i=1}^n (\delta_i - \delta_{рас i})^2, \quad f_{ад} = N - d - 1, \quad (6)$$

где  $f_{ад}$  – число степеней свободы,  $d$  – число независимых эффектов.

Коэффициенты аппроксимирующих уравнений 4- 5 определяли в линеаризованном виде (таблица 1) по методу наименьших квадратов.

Таблица 1

**Преобразование зависимостей к линейному виду**

Исходное уравнение	Линеаризация	Линейная зависимость
1. $\delta = \frac{a\varphi}{b + \varphi}$	$\delta(b + \varphi) = a\varphi$ $\delta\varphi = a\varphi - b\delta$ $\delta = a - b \frac{\delta}{\varphi}$	$Y = a - bx^1$  $x^1 = \frac{\delta}{\varphi}$
2. $\delta = ae^{b(\varphi - \varphi_0)}$	$\ln\delta = \ln a + b(\varphi - \varphi_0)$	$Y = a^1 + bx$ $Y = \ln\delta;$ $a^1 = \ln a; x = \varphi - \varphi_0$

Результаты обработки данных приведены в таблице 2. Сравнительный анализ полученных дисперсий адекватности по критерию Фишера показывает существенное различие дисперсий адекватности для эмпирической 1 и дифференциальной 2 зависимости. Расчетные значения критерия Фишера для полученных зависимостей находятся в пределах  $F_p=19,5...55,0$ , что больше критических значений  $F_{кр}=2,89...4,5$  при уровне значимости 0,05 и числе свободы 10-24. Следовательно, эффективней та модель, которая имеет наименьшую дисперсию адекватности – дифференциальная модель.

Таблица 2

**Сравнительные результаты аппроксимации зависимости буксования от коэффициента использования сцепного веса**

Марка, фон, масса (т)	1			2		
	a	b	$S_{ад}^2$	a	b	$S_{ад}^2$
1. ЛТЗ-145 (5,19 т) Поле, подготовленное под посев	-0,082	-0,621	$4,61 \cdot 10^{-4}$	0,009	7,016	$8,34 \cdot 10^{-6}$
2. МТЗ-142 (4,62 т) стерня	-0,07	-0,792	$8,16 \cdot 10^{-4}$	0,008	5,39	$1,8 \cdot 10^{-5}$
3. МТЗ-80А (3,86 т) Стерня Поле, подготовленное под посе	-0,064 -0,086	-0,583 -0,49	$6,01 \cdot 10^{-4}$ $2,77 \cdot 10^{-4}$	0,007 0,011	7,64 8,577	$5,78 \cdot 10^{-6}$ $6,21 \cdot 10^{-6}$
4. К-710М (15,7 т) стерня	-0,155	-1,024	$7,7 \cdot 10^{-4}$	0,013	4,97	$3,94 \cdot 10^{-5}$
5. Т-150КМ (9,63 т) стерня	-0,089	-0,824	$3,7 \cdot 10^{-3}$	0,006	6,475	$7,12 \cdot 10^{-4}$
6. Т-150К (8,12 т) стерня	-0,057	-0,76	$6,3 \cdot 10^{-4}$	0,005	6,105	$8,64 \cdot 10^{-6}$

Кроме этого приведенное уравнение учитывает теоретическое положение о наличии буксования при холостом ходе трактора (значение коэффициента **a** при условии  $\varphi=\varphi_0$ ), которое в большинстве эмпирических зависимостей игнорируется.

**Библиографический список**

1. Соловейчик, А.А. Обобщенные тяговые характеристики сельскохозяйственных тракторов в параметрах подобия / А.А. Соловейчик, В.Г. Шевцов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – № 3. – 2010. – С. 17-21.
2. Имас, О.Н. Лекции по дифференциальным уравнениям: учебное пособие / О.Н. Имас, Е.Г. Пахомова, С.В. Рожкова, И.Г. Устинова // Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2012. – 193 с.
3. Скороходов, А.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка Учебник для вузов./ А.Н. Скороходов, А.Г. Левшин // – М.: БИБКМ; ТРАНСЛОГ. – 2017. – 478 с.

## ОЦЕНКА РАЗБРАСЫВАТЕЛЕЙ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПО ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ.

**Дидманидзе Ремзи Назирович**, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Гузалов Артёмбек Сергеевич**, аспирант эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье рассматриваются вопросы и проблемы, подчеркивающие важность правильного внесения минеральных удобрений посредством подбора необходимой техники с учетом условий эксплуатации, а также в статье представлены технологические схемы внесения минеральных удобрений. Приведён анализ результатов испытаний с/х техники при внесении минеральных удобрений.

**Ключевые слова:** внесение удобрений, сельское хозяйство, технологический процесс, комплекс машин, производительность, надежность, товаросельхозпроизводитель.

Современное сельское хозяйство невозможно представить без активного использования минеральных удобрений. Применение удобрений является обязательным агротехническим приёмом.

Внесение удобрений – один из эффективных методов сохранения и повышения плодородия почвы и как следствие получения более полновесных урожаев с высокими показателями качества.

К основным параметрам, определяющим качество внесения минеральных удобрений методом разбрасывания, специалисты относят равномерность распределения, а также хорошее разделение и перемешивание гранулированных удобрений в бункере разбрасывателя.

Самыми надежными считаются машины, изготовленные из нержавеющей стали или металла с хорошим лакокрасочным покрытием. По отзывам многих потребителей, меньшим сроком эксплуатации отличаются польские и турецкие агрегаты для внесения удобрений, техника компании Amazone способна прослужить не менее восьми лет. Поэтому и была предложена к рассмотрению линейка разбрасывателей минеральных удобрений этой компании.

Целью настоящей работы являлось сделать обзорный анализ разбрасывателей минеральных удобрений.

Проанализировав технологии внесения минеральных удобрений в нескольких областях, также необходимые средства механизации для обеспечения эффективного технологического процесса, была обоснована необходимость определения ресурсосберегающего транспортно-технологического комплекса, который позволит

снизить финансовые затраты на ГСМ, запасные части и увеличить производительность труда, обеспечить целостность гранул минеральных удобрений, что в конечном итоге позволит качественно выполнить технологический процесс и повысить рентабельность товаросельхозпроизводителей.

Практическая ценность данной работы по результатам исследований состоит в том, что в реальных условиях эксплуатации Владимирской, Калужской и Ярославской областях были апробированы и рекомендованы производству для применения технологического процесса внесения минеральных удобрений в Центрально-Нечерноземной зоне. Работа выполнена совместно со специалистами ФГБУ «Владимирская МИС».

Таким образом, можно сделать вывод о том, что при выборе разбрасывателя минеральных удобрений необходимо учитывать условия эксплуатации и ряд важных факторов, а также возможности собственного предприятия. Именно оптимальное соотношение технических характеристик новых машин с потребностями хозяйства позволит выбрать наиболее подходящее оборудование для качественного выполнения технологического процесса.

УДК 631.1

## **РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА В ХМЕЛЕВОДСТВЕ**

**Каратаева Оксана Григорьевна**, доцент кафедры организация производства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Кукушкина Татьяна Сергеевна**, инженер кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Каратаев Григорий Сергеевич**, инженер кафедры организация производства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье рассмотрены вопросы ресурсосбережения в хмелеводстве. Дана характеристика потерь при производстве хмелеводства (биологические, технологические и технические). Ресурсосбережение в хмелеводство – это одно из важнейших направлений в структурной перестройке методов ведения сельхозпроизводства предусматривающих переход производства от ресурсозатратного (экстенсивного) к ресурсосберегающему развитию.

**Ключевые слова:** хмель, переработка хмеля, народное хозяйство, гранулирование хмеля.

Хмелеводство – малообъемная отрасль сельскохозяйственного производства. Мировое производство хмеля в последние годы составило 88 тыс. тонн, при средней урожайности 18 ц/га занимаемой площади 54 тыс. гектар.

По сравнению с другими отраслями хмелеводство отличается гораздо большей специфичностью, требует больших материальных и трудовых затрат, традиций и опыта

возделывания, сложных и дорогостоящих сооружений, средств механизации, не применяемых на других культурах.

Для примера можно привести такое сравнение – материальные и трудовые затраты на возделывание 1 га хмеля в среднем сопоставимы со 100 га зерновых, 40 га льна, 25 га сахарной свеклы и 10 га кормовой свеклы. В современных условиях кроме многих используемых материалов, препаратов, удобрений и пр. достаточно дорогостоящим является строительство хмелевых шпалер – в пределах 2 млн. рублей стандартная 2 гектарная клетка.

На сегодня в России практически отсутствуют хмелеуборочно-сушильные комплексы – основа промышленного товарного хмелеводства. Эти проблемы и определили цель и задачи исследования (рисунок).



**Рис. Цель и задачи ресурсосбережения в хмелеводстве**

Таким образом, ресурсосбережение в хмелеводстве подразумевает эффективное использование имеющихся ресурсов и привлечение дополнительных материальных ресурсов.

Под биологическими потерями понимаются потери, которые связаны с биологическими особенностями (это сорт и клоны сортов) хмеля и его качественных параметров (содержания альфы-кислоты и горьких веществ).

Отличительной особенностью развития отрасли на мировом уровне является рост урожайности хмеля с 1 га и увеличение содержания альфа-кислоты. Средняя урожайность хмеля в мире за рассматриваемые 10 лет выросла с 14,3 ц до 17,5 ц с 1 га, или на 22,4%. Основной показатель качества продукции отрасли – содержание альфа-кислоты в 2016 г. – составляет 8,7% против 6,7%.

Международная ассоциация хмелеводов, занимающихся проблемой выращивания хмеля в мировом масштабе, предлагает создать такие условия, чтобы предложения хмеля соответствовало спросу.

В связи с увеличением производства хмеля встал вопрос о его качестве. На мировом рынке за стандарт принят чехословацкий хмель, обладающий особыми свойствами, придающий пиву приятную горечь и вкус. В связи с тем, что в пивоваренной промышленности отдается предпочтение хмелю с высоким содержанием альфа-кислот, в хмелепроизводящих странах стали заменять старые сорта новыми. В последние годы установилась точка зрения, что единым показателем качества хмеля является содержание альфа-кислот.

Оценка хмеля в соответствии с содержанием альфа-кислот привела к стремлению считать мерой качества объективные химические оценки, которые зависят от морфологических составляющих хмеля.

Чехословацкий хмель определяет уровень цен на мировом рынке. По качеству к нему приближаются сорта Германии и Югославии.

Технологические потери по нашему мнению – это потери, которые связаны с неэффективной организацией производства. Организация производства сельскохозяйственной продукции связана с технологией ее производства. Процесс производства основывается на определенной технологии, в соответствии с которой происходит трансформация ресурсов в продукцию. Технология – комплекс организационных мер, операций и приемов, направленных на изготовление, обслуживание, ремонт и/или эксплуатацию изделия с номинальным качеством и оптимальными затратами, и обусловленных текущим уровнем развития науки, техники и общества в целом. На объем производства хмеля, качество готовой продукции, влияет технология производства и последовательность технологических операций, как производства, так и переработки хмеля.

По нашему мнению, инновации в хмелеводстве – это вложение средств в новую технику, технологию на основе специализации и концентрации производства, новые формы организации управления, усовершенствования материально-технической базы. Следовательно, ресурсосберегающая технология производства хмеля предполагает применения современных научных методов моделирования и оптимизации сложных производственных процессов с учетом требований высокой производительности и ресурсосбережения. Для повышения эффективности технологии и уменьшения потерь по производству и первичной переработки хмеля необходимо еще на этапе возделывания и уборки хмеля обеспечить осуществление мероприятий по получению более качественной продукции. Основными из этих мероприятий являются:

- оптимизация условий выращивания хмеля;
- внедрение новых, интенсивных сортов;
- использование качественного посадочного материала;
- внесение удобрений, химизация, мелиорация;
- повышение технической оснащенности производства и переработки хмеля;
- применение новых технических средств.

Технические потери – это потери эффективного использования техники, которые заключаются в качественной модернизацией производства при применении



ресурсосберегающих и интенсивных технологий производства с применением высокопроизводительной техники, которая обеспечит более высокую продуктивность, рост производительности труда и своевременный сор урожая. Что касается производство хмеля, то в процессе производства необходимо применять современные отечественные разработки [1-3].

В 2018 году на заводе «Текстильмаш» в Чебоксарах создана первая стационарная хмелеуборочная машина, которая работает не в поле, а на производстве. На сегодня это единственная машина в мире работающая по принципу горизонтального очеса.

Еще одно преимущество этой техники – ее компактность и мобильность. Всего за двое суток машину можно разобрать и переместить в другое место. С зарубежной техникой этого сделать невозможно – как правило, она стационарная. Новый комбайн должен помочь возродить хмелеводство в стране. Пока все надежды на нашу республику. В свое время 90% всего российского хмеля производилось в Чувашии. Только у нас сохранилась технология выращивания «зеленого золота» и огромная коллекция сортов – больше 200. Но самое главное – еще остались специалисты, которые до сегодняшнего дня закупали технику в Европе.

Современный машинно-технологический уклад сельскохозяйственного производства приносит потери национальной экономике в виде упущенного дохода (недополученной продукции). Для сельского хозяйства потери продукции оцениваются на уровне около 10% от объема произведенного продукта.

Основная причина потерь – технологическое несовершенство сельскохозяйственного производства. Потери отрасли в связи с отсталостью производства можно объединить в три основные группы: биологические – 25-30%, технологические – 40-45, технические – 30-35%. Величина перечисленных потерь значительно зависит от экономических, кадровых и организационных факторов, ландшафтных параметров и почвенно-климатических характеристик зон производства, которые являются их составляющими. Наибольшие потери несут сельхозпроизводители от несовершенства технологий, технологической и технической базы хозяйств.

Практика и мировой опыт показали, что технологический фактор высокопроизводительного, ресурсосберегающего производства – наиболее эффективный ресурс роста экономики производства путем повышения продуктивности растениеводства и животноводства и качества продукции. Неиспользование этого ресурса ведет к большому недополучению продукции [4, 5].

Поэтому вполне очевиден вектор развития отечественного сельского хозяйства – ресурсосбережение, сокращение потерь и повышение энергоэффективности Производства продукции для удовлетворения растущих потребностей страны в продовольствии и сырье, что связано с глубокой технической и технологической модернизацией сельского хозяйства. Следовательно ресурсосбережение в хмелеводство – это одно из важнейших направлений в структурной перестройке методов ведения сельхозпроизводства предусматривающих переход производства от ресурсо-затратного (экстенсивного) к ресурсосберегающему развитию, от количественных факторов роста качества дающего наибольшую производительность. Для этого необходима перестройка всех сторон производства и всего хозяйственного механизма на основе инновационного механизма.

### Библиографический список

1. Агропромышленный комплекс Чувашской Республики. Госкомстат Чувашской Республики. – 2017. – 150 с.
2. Каратаева, О.Г. Повышение эффективности производства и переработки хмеля (на материалах чувашской республики). Каратаева О.Г.: дис... канд. экон. наук: 08.00.05/О.Г. Каратаева. – М.: 2011. – 171 с.
3. Каратаева, О.Г. Инновации и научно-технический прогресс в агропромышленном комплексе России / О.Г. Каратаева // Бизнес и дизайн ревю. – Т. 1. – № 1 (5). – 2017. – С. 3.
4. Каратаева, О.Г. Особенности и основные направления интенсификации производства хмеля / О.Г. Каратаева // М.: ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. 2010. – 160 с.
5. Каратаева, О.Г. Направления модернизации инженерно-технической системы АПК / О.Г. Каратаева, Г.С. Каратаев, Н.Н. Пуляев // Международный технико-экономический журнал. – № 4. – 2018. – С. 103-109.

УДК 631.37+629.35

### ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ

*Майстренко Николай Александрович, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Воротникова Олеся Сергеевна, аспирант кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** Современная организация транспортно-технологических процессов требует модернизации их выполнения.

Резервы повышения эксплуатационных показателей, качества, экологии, следует изыскивать за счет обоснованного подхода к управлению этапами выполнения транспортно-технологических процессов.

**Ключевые слова:** динамика, изменения массы, транспортно-технологический агрегат, распределение масс.

Номенклатуру, сельскохозяйственных работ представлена технологическими модулями: основная обработка почвы, применение удобрений предпосевная подготовка почвы, подготовка семян, посев и уход за растениями, уборка и др.

Для реализации отдельных этапов возделывания (внесение удобрений, уборка кормовых культур и др.) используют машинно-тракторные агрегаты. Процессы внесения удобрений сопровождается изменением массы технологического материала. В связи с этим агрегат, выполняющий распределительные технологические операции можно рассматривать как тело переменной массы.

Основное уравнение тел переменной массы (1), представляющее собой в векторной форме дифференциальное уравнение движение точки переменной массы, называемое уравнением Мещерского [1-3]:

$$M \frac{d\bar{v}_T}{dt} = \bar{F}^e + \bar{v}_{\chi_1} \frac{dm}{dt} - \bar{v}_{\chi_2} \frac{dm}{dt}, \quad (1)$$

где:  $M$  – масса точки, изменяющаяся за счет обмена частицами с окружающей средой, в произвольный момент времени  $t$ ;  $\bar{v}_T$  – скорость движения материальной точки переменной массы;  $\bar{F}^e$  – геометрическая сумма приложенных к телу внешних сил;  $\bar{v}_{\chi_1}$  – относительная скорость отделяющихся частиц;  $\bar{v}_{\chi_2}$  – относительная скорость присоединяющихся частиц.

Учитывая, что процесс внесения удобрений с течением времени включает только отделение частиц, уравнение (1) примет вид:  $M \frac{d\bar{v}_T}{dt} = \bar{F}^e + \bar{v}_{\chi_1} \frac{dm}{dt}$ , (2), где  $\frac{dm}{dt}$  – расход массы в единицу времени.

Последнее слагаемое правой части (2) по размерности также является силой. Обозначив его через  $\bar{F}_p$  получим:  $M \frac{d\bar{v}_T}{dt} = \bar{F}^e \pm \bar{F}_p$  (3).

Таким образом, реактивный эффект сводится к тому, что на тело при его движении дополнительно действует сила  $\bar{F}_p$ , называемая реактивной силой.

Величина  $dm/dt$  численно равна массе, расходуемой за единицу времени, т.е. секундному расходу массы  $q$ .

Таким образом,  $\frac{dm}{dt} = q$ , Отсюда следует, что  $\bar{F}_p = \bar{v}_{\chi} q$ , (4), т.е. реактивная сила равна произведению секундного расхода массы на относительную скорость отделения массы и направлена противоположно скорости.

Рассмотрим действие реактивной силы  $\bar{F}_p$ , при работе машины для внесения удобрений, на примере РОУМ-24. В данном случае, реактивная сила равна произведению секундного расхода массы на относительную скорость отделения массы органических удобрений:

$$q = v B_k H \rho, \quad (5)$$

где  $v$  – скорость подающего транспортёра (0,01м/с);  $B_k$  – ширина кузова (2,25м);  $H$  – высота (1,85м);  $\rho$  – плотность отделяющихся частиц (1020 кг/м<sup>3</sup>).  $q = 42,5$  кг/с.

Для определения скорости отделения массы используем формулу:

$$v_{\chi} = \left( \frac{d\pi n}{60} \right), \quad (6)$$

где:  $d$ : – диаметр разбрасывающего барабана (0,5м);  $n$  – частота вращения разбрасывающего барабана (450 об/мин). В таком случая скорость отделения массы органических удобрений  $v_{\chi} = 11,78 \frac{M}{c}$ .

Полученные значения (5), (6) поставим в (4), в таком случае реактивная сила составит 500,65 Н.

На сегодняшний день при организации технологического процесса внесения удобрений не учитывается динамика изменения массы технологического материала.

Уравнение энергетического баланса отражает распределение энергии двигателя на выполнение основного технологического процесса, совершение работы в разных механизмах трактора и взаимодействие движителей с дорогой.

В общем случае мощностной баланс имеет вид:

$$N_e = N_{кр} + N_{ВОМ} + N_{тр} + N_{\delta} + N_f + N_i + N_{КОМ} + N_j + N_p + N_H + N_{\Pi}, \quad (7)$$

где  $N_e$  – эффективная мощность двигателя;  $N_{кр}$  – тяговая мощность на крюке трактора;  $N_{ВОМ}$  – мощность на валу отбора мощности;  $N_{тр}$ ,  $N_{\delta}$ ,  $N_f$ ,  $N_i$  – мощности, характеризующие расход энергии на трение в трансмиссии, буксование движителей, преодоление сопротивлений качению и подъема;  $N_{КОМ}$  – мощность, необходимая для создания условий труда тракториста;  $N_j$  – мощность сил инерции;  $N_p$  – мощность рассеивания, поглощаемая устройствами для снижения колебаний и другими упругими элементами конструкции трактора;  $N_H$  – недоиспользованная мощность, возникающая вследствие того, что двигатель не развивает полную эффективную мощность, если момент сопротивления носит переменный характер;  $N_{\Pi}$  – мощность, затрачиваемая на буксование движителей и качение трактора, возникающая дополнительно к статической составляющей  $N_n$  вследствие подворотов, осуществляемых на гоне.

При внесении удобрений составляющие баланса мощности принимаются постоянными, хотя их большая часть имеет функциональную зависимость от транспортируемой массы технологического материала.

Постоянно меняющееся значение массы удобрений оказывает влияние на динамические характеристики машинно-тракторного агрегата.

Исходя из условий второго закона Ньютона  $a = F/m$  (8), где  $F$  – тяговое усилие трактора, Н;  $m$  – суммарная масса машинно-тракторного агрегата, кг.

Рассмотрим тяговый баланс трактора  $P_{кр} = (P_k - P_{fmp}) + P_{fмаш}$  (9), где:  $P_{кр}$  – тяговое усилие трактора, Н;  $P_k$  – касательная сила тяги, Н;  $P_{fmp}$  – сила сопротивления качению трактора, Н;  $P_{fмаш}$  – сила сопротивления качению разбрасывателя, Н.

Упростим уравнение (9) следующим образом, примем первое слагаемое за постоянную величину, а  $P_{fмаш} = f_{стерни} \cdot (m_{разбр.} + m_{удобр.})$  (10), где:  $f_{стерни}$  – коэффициент сопротивления качению при движении машины по стерне (0,16);  $m_{разбр.}$ ,  $m_{удобр.}$  – конструкционная масса разбрасывателя и масса удобрений соответственно, кг.

Примем  $F = P_{кр}$ , ускорение в таком случае будет равно  $a = P_{кр}/m$ .

Из вышеизложенного следует, что количество транспортируемой массы органических удобрений изменяет общую массу машинно-тракторного агрегата и влияет на ускорение в целом.

Теоретическая функциональная зависимость ускорения машинно-тракторного агрегата от количества технологического материала представлена рисунком 1.

Для обеспечения требуемой дозы внесения необходимо поддерживать установленную скорость движения разбрасывателя.

Скорость агрегата во время разворота выбирается с учётом способа поворота и обеспечения безопасности манёвра, а при движении в загоне обусловлена агротехническими требованиями. Как правило, значения этих скоростей различные.

Зная ускорения  $a = \Delta v/t$  (11) агрегата, скорости движения при повороте и выполнении внесения удобрений, выразим из (11) время  $t = \Delta v/a$ , необходимо агрегату для выхода на скорость, установленную агротехническими требованиями, в соответствии с рисунком 2.

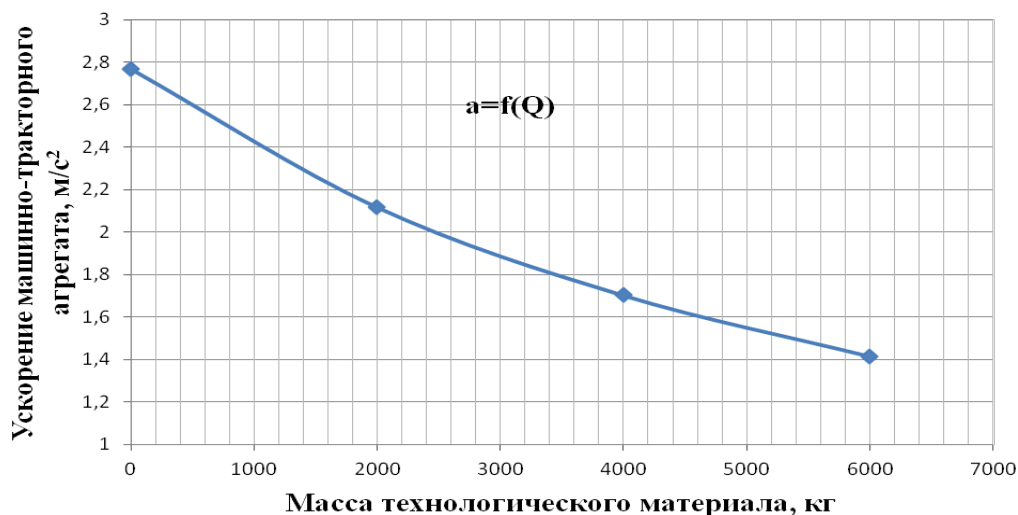


Рис. 1. Зависимость ускорения от изменения массы технологического материала

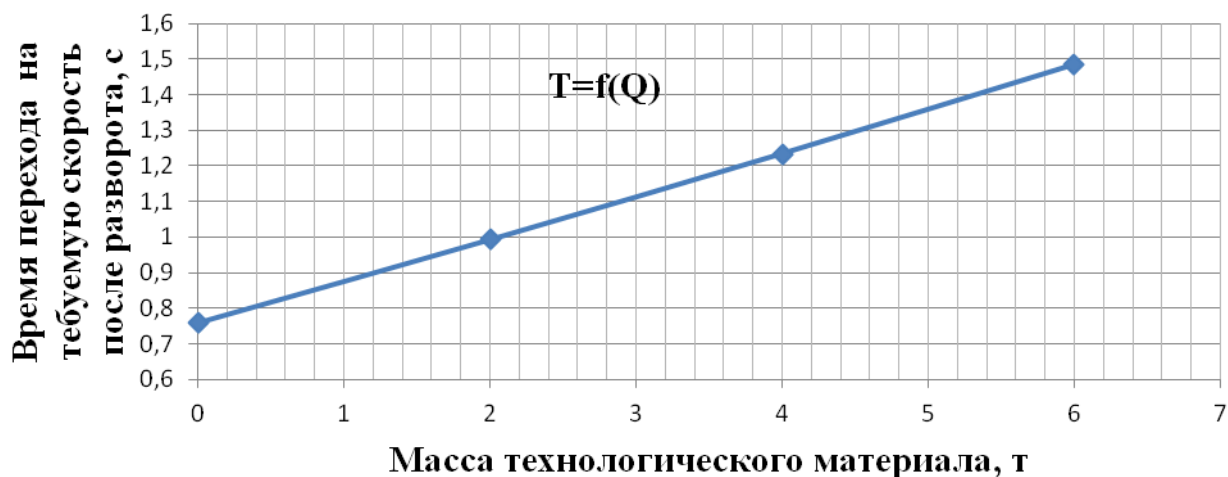


Рис. 2. Зависимость продолжительности движения агрегата с нарушением требуемой скорости от массы технологического материала

Следует отметить, что ранее не осуществляли изменение режимов работы разбрасывателя при выполнении технологических процессов в зависимости от количества технологического материала.

Изменение массы удобрений оказывает влияние на динамические характеристики разбрасывателя, что является следствием нарушения равномерности установленных доз внесения.

Принимая во внимание тот факт, что установка дозы внесения осуществляется путем изменения скорости движения или подачи удобрений, рекомендуется устанавливать определённую подачу во время разгона агрегата.

Современные машины для внесения органических удобрений не имеют механизма, позволяющего управлять подачей для обеспечения установленной нормы внесения, при изменении скорости движения машинно-тракторного агрегата. Решения этой проблемы может послужить применение вариатора для изменения секундной подачи технологического в зависимости от скорости разбрасывателя.

#### **Библиографический список**

1. Левшин А.Г. Модель оптимизации параметров транспортно-технологических автомобилей / А.Г. Левшин, В.П. Уваров, Н.А. Майстренко // Технология колёсных и гусеничных машин. – №1. – 2014. – С. 25-26.

2. Майстренко Н.А. Потребительские ориентиры эффективного использования перспективных транспортно-технологических средств / Н.А. Майстренко, В.П. Уваров // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – №1. – 2016. – С. 14-15.

3. Уваров, В.П. Оптимальное соотношение основных механизированных работ при прямоточном внесении удобрений / В.П. Уваров, А.Г. Левшин, Н.А. Майстренко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – №4. – 2016. – С. 12-15.

УДК 631.171:004

### **ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

**Хорт Дмитрий Олегович** заведующий лабораторией, ФГНУ ФНАЦ ВИМ

**Смирнов Игорь Геннадьевич** заведующий отделом, ФГНУ ФНАЦ ВИМ

**Филиппов Ростислав Александрович**, инженер, ФГНУ ФНАЦ ВИМ

**Аннотация:** Рассмотрена возможность применения современных сенсорных и робототехнических систем при проведении экспериментальных исследований в растениеводстве. В качестве основного инструмента для обеспечения точности и достоверности полевых данных предложено шасси полевого робота ВИМ-ЭЛЕКОМ. Рассмотрены методы сбора данных при мониторинге опытных участков, а также способы получения данных дистанционного зондирования.

Проанализированы средства для автоматизированной обработки экспериментальных данных на основе применения программных средств имитационного моделирования полевого эксперимента, которые осуществляют расчет динамики и кинематики механических систем, позволяют проектировать технологические процессы и моделировать поведение механических систем, определять траектории произвольных точек звеньев, их скорости и ускорения, статические и динамические усилия.

**Ключевые слова:** система, робототехнические средства, машинная технология, сенсоры, электронная карта.

По мере развития электроники, робототехники и информационных технологий активно разрабатываются и внедряются различные сенсорные системы, которые широко используются в полевых экспериментах в качестве основного инструмента для обеспечения точности и достоверности экспериментальных данных. Применение современных средств автоматизации и роботизации обеспечивает реализацию способов дистанционного зондирования агроценозов и управление производственным процессом сельскохозяйственных культур, позволяет контролировать выполнение технологических операций, в on-line режиме анализировать развитие болезней и вредителей на растениях, проводить мониторинг урожайности сельскохозяйственных культур [1-3].

К основным этапам области применения средств роботизации в экспериментальных исследованиях относятся:

- Планирование полевого эксперимента;
- Проведение эксперимента;
- Обработка экспериментальных данных.

Планирование полевых экспериментов начинается с мониторинга опытных участков, при этом применяются следующие методы сбора исходных данных:

- мониторинг полей с помощью высокоточных приёмников глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) в полевых условиях;
- анализ космических изображений высокого разрешения;
- комбинированный метод (электронная карта + высокоточные средства позиционирования).

При проведении экспериментальных исследований наиболее эффективным является применение комбинированного метода, который позволяет:

- создавать высокоточные карты: почвенного плодородия опытных делянок;
- осуществлять точную разбивку границ опытных делянок;
- создавать банк картографической информации: структура почвенного покрова, залегание грунтовых вод, содержание макро- и микроэлементов, агрохимические показатели, распределение урожайности сельскохозяйственных культур.

В настоящее время данные дистанционного зондирования предоставляются спутниковыми данными, данными аэрофотосъёмки и данными наземного обследования.

Анализ мирового научно-практического опыта показывает, что большинство средств дистанционного получения информации устанавливаются на наземные технические средства.

К основным системам наземного обследования относятся радарные системы, оптические системы, ультразвуковые системы, оптические и другие. Применение систем наземного обследования сельскохозяйственных культур в экспериментальных исследованиях позволяет оперативно осуществлять картирование плодородия почвы и урожайности культур

После получения информации об урожайности культур и наличии питательных элементов в почве составляются электронные карты, которые являются основой для

проведения экспериментов с применением робототехнических средств, как в полевых экспериментах, так и в сельскохозяйственном производстве [2, 3].

К основным видам сельскохозяйственных робототехнических средств относятся:

1. «Робот-трактор» – мобильный, трактор, предназначенный для сельскохозяйственных работ в беспилотном режиме и оснащённый системами точного позиционирования, вождения и управления серийными сельскохозяйственными машинами [4, 5].

2. Роботы для ухода за растениями.

2.1. Автономные роботы с различными сельскохозяйственными адаптерами (опрыскиватели, культиваторы, подкормщики, роботы для мониторинга состояния плодовых насаждений) [2].

2.2 Роботизированные сельскохозяйственные машины и устройства: анализируют свойства внешней среды и автоматически изменяют рабочие режимы в зависимости от условий (рисунок 1).



**Рис. 1. Роботы для ухода за растениями – разработки ФНАЦ ВИМ:**

*а - Многофункциональное робототехническое средство сельскохозяйственного назначения; б - Самоходный робот опрыскиватель ВИМ-ЭЛЕКОМ*

3. Роботы для уборки урожая:

- Роботизированные комбайны для сборки урожая, оснащенные автономными манипуляторами. Предназначены для съема плодов и обладают определёнными свойствами автономности при работе, имеют возможность анализировать свойства внешней среды и автоматически изменять рабочие режимы. Возможно исполнение в мобильном варианте и в качестве агрегата для мобильного сельскохозяйственного энергосредства [3].

Эффективное практическое применение сельскохозяйственных роботов при проведении экспериментальных исследований возможно при условии соблюдения основных требований:

1. Способность оперативного получения, анализа и обработки большого объема информации о состоянии объектов агросистемы и реализации управляющего воздействия при выполнении технологических операций.
2. Возможность оперативного удаленного изменения режима управления.
3. Возможность непрерывной автономной работы в течение 10...12 часов.
4. Повышенная проходимость.



5. Всесезонная эксплуатация.
6. Возможность группового применения.

После получения экспериментальных данных с помощью робототехнических систем важным является правильная их интерпретация и обработка статистических данных. Для этого существуют методики и программные продукты, способные достоверно обрабатывать экспериментальные данные. Наиболее широко распространёнными и эффективными являются программы: Statistica, Data-Fit, Matlab и другие.

Внедрение новых машин в современное сельское хозяйство сопряжено с большим количеством полевых экспериментов и массивом опытных данных. Практика показывает, что зачастую проведение большого количества экспериментов не всегда является возможным, в том числе по причине высокой стоимости разработки и испытания опытных образцов технических средств. Один из способов решения данной проблемы заключается в применении автоматизированного рабочего места конструктора и программных средств имитационного моделирования полевого эксперимента [4]. Например, такие как APM WinMashine и SolidWorks.

Средства имитационного моделирования осуществляют расчет динамики и кинематики механических систем, позволяют проектировать технологические процессы и моделировать поведение механических систем, в том числе находящихся в движении, и определять траектории произвольных точек звеньев, их скорости и ускорения, статические и динамические усилия.

Основными результатами применения робототехнических систем при экспериментальных исследованиях являются: обеспечение точности и достоверности полевых данных за счёт исключения «человеческого фактора» при выполнении экспериментов; увеличение производительности труда в 3..5 раз за счёт исключения ручного труда; сокращение сроков и стоимости проведения полевых экспериментов на 60...80 %.

### **Библиографический список**

1. Измайлов, А.Ю. Роботы для современных машинных технологий в растениеводстве / А.Ю. Измайлов, И.Г. Смирнов, Я.П. Лобачевский, Д.О. Хорт, Р.А. Филиппов // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации государственной программы развития сельского хозяйства: Сб. докл. науч. техн. конф. Ч.2 – М.: ВИМ. – 2015. – С. 129-132.
2. Самоходный робот опрыскиватель для обработки растений земляники и других низкорастущих культур: пат. 2592904 РФ №2015114149/13 / Измайлов А.Ю., Филиппов Р.А., Хорт Д.О., Смирнов И.Г., Гришин А.А., Гришин А.П., Марченко Л.А.; заявл. 16.04.2015; опублик. 27.07.2016, Бюл. №21.
3. Измайлов, А.Ю. Робототехнические средства для современного садоводства / А.Ю. Измайлов, И.Г. Смирнов, Д.О. Хорт, Р.А. Филиппов // Вестник МИЧГАУ. – № 2. – 2016. – С. 131-138.
4. Левшин, А.Г. Альтернативная методика получения и обработки первичных данных о работе машинно-тракторного агрегата в поле / А.Г. Левшин, А.Д. Курилкин // Инновационные технологии и технические средства для АПК Сб. докл. науч.-тех. конф. 2016, Воронежский ГАУ им. Императора Петра I. – 2016. – С.58-62.

5. Левшин, А.Г. Автоматическое пилотирование и диспетчеризация мобильных агрегатов / А.Г. Левшин, А.М.Башилов, В.А. Головки // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 2 (47). – 2011. – С. 18-22.

УДК 656.13.314.727(571.51):312.12

## **КЛАСТЕРИЗАЦИЯ РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА ПО УРОВНЮ МИГРАЦИИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ**

**Ондар Айлана Мергеновна** инженер кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье проведен анализ факторов, влияющих на миграцию сельского населения районов Республики Тыва. При кластеризации муниципальных районов учитывались 19 показателей, характеризующих: природно-климатические условия; дорожную сеть; инфраструктурные и социальные особенности региона. Обоснованы 3 группировки районов, в которых выделены типовые районы.

**Ключевые слова:** миграция сельского населения, аналитическая платформа deductor, кластеризация районов, карта Кохонена.

Демографическая ситуация в районах Республики Тыва характеризуется комплексом накопившихся проблем, препятствующих их переходу к устойчивому развитию. Проблемы развития сельских территорий обусловлены оттоком сельского населения. Это является следствием низкого уровня жизни населения, неразвитости социальной инфраструктуры жизнеобеспечения. Социальное развитие сельских территорий является одним из наиболее значимых внутренних факторов повышения качества и уровня жизни сельского населения [1].

Общая миграционная убыль в республике в 2017 году составила 1055 человек. Сельское население проживает в 144 сельских населенных пунктах 17 муниципальных районов [2].

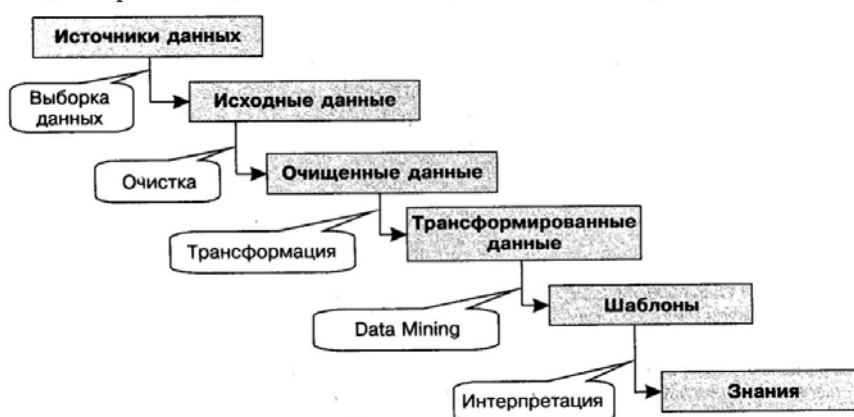
Для анализа причин миграции, группировки районов по особенностям и разработки мероприятий по транспортному обеспечению государственной программы по развитию сельских территорий проведена кластеризация районов по совокупности 19 показателей, характеризующих природно-климатические условия, дорожную сеть, инфраструктурные и социальные особенности региона. Исходные данные для каждого района республики представлены в виде многомерной матрицы  $X_{ij}$ , где  $i$  – номер района,  $j$  – номер показателя ( $j=0$  – текстовая переменная – название района).

При кластеризации учитывались следующие характеристики: территория района, количество сельских населенных пунктов, численность сельского населения, число выбывших, агроландшафт, плотность населения, высота снежного покрова, самая низкая температура района, средняя температура января, суммарные годовые осадки,

число сельских школ, число школьников, число детей чабанов, количество чабанских стойбищ, количество вызовов скорой медицинской помощи, общая протяженность автомобильных дорог и удельный вес дорог с твердым покрытием.

Для кластеризации районов республики выбрана аналитическая платформа Deductor Studio Academic 5.3. Программа позволяет оценить качество полученной исходной информации, провести кластеризацию и визуализировать результаты анализа [3].

Технологии и методики анализа данных, реализованные в этой платформе, позволяют пройти все этапы построения индивидуального сценария анализа данных: начиная от создания хранилища данных и заканчивая построением моделей и интерпретацией или визуализацией данных (рисунок 1) [4].



**Рис. 1. Этапы процесса получения знаний в аналитической платформе**

В процессе работы один из важных моментов при анализе заключается в проверке качества данных. Очистка данных необходима, для устранения ошибок, погрешностей, имеющих в исходных данных. Очищенные данные содержат наиболее ценную для анализа информацию, из которой устранены аномальные выбросы и шумы [3].

Перед использованием метода проведен корреляционный анализ миграции сельского населения и принятых для анализа данных (рисунок 2). В качестве критического уровня коэффициента парной корреляции для отбора наиболее значимых факторов было принято значение  $r_{кр} = 0,3$ . После определения наиболее значимых факторов для кластеризации использовался метод *Самоорганизующейся карты Кохонена*, основанный на проецировании многомерного пространства в пространство более низкой размерности с помощью упорядоченной структуры нейронов, представляющих  $n$ - мерный вектор-столбец исходных данных. Нейроны располагаются в узлах двухмерной сетки с шестиугольными ячейками и взаимодействуют друг с другом. Величина этого взаимодействия определяется расстоянием между нейронами на карте.

За счет классификации данных по внутреннему сходству они позволяют снизить размерность пространства и упрощают интерпретацию и понимание данных.



**Рис. 2. Диалоговое окно корреляционного анализа**

С помощью данного метода была проведена кластеризация для различных значений заданного числа кластеров: 2, 3 и 4. Топологические характеристики приведены в таблице 1.

*Таблица 1*

**Топологические характеристики кластеров**

Число кластеров	2		3			4			
	0	1	0	1	2	0	1	2	3
Номер кластера									
Расстояние до центра точки	0,17	0,14	0,28	0,16	0,08	0,26	0,17	0,00	0,00
Расстояние до центра кластера	0,42	0,45	0,53	0,32	0,35	0,35	0,30	0,00	0,34
Количество районов	10	7	4	6	7	6	8	1	2
Номер ячейки и число районов в ячейке	1-1	0-1	8-2	3-1	0-1	3-1	1-1	0-1	11-2
	2-3	3-1	10-2	7-3	1-1	7-3	2-3		
	9-2	7-3		11-2	2-3	8-2	9-2		
	10-2	8-2			9-2		10-2		
	11-2								

В таблице 1 можно увидеть количество районов в каждом кластере, и сколько районов попали в ту или иную ячейку. При числе кластеров 2 разбиение районов республики получилось следующим образом: в первую группу вошли 10 районов, во вторую группу 7 районов. При заданном числе кластеров 3 распределение районов равномерно, в первой группе – 4 района, во второй группе – 6, в третьей группе – 7 районов. Изменение характеристик расстояний от центра до точки и до кластера показано в таблице 1.

Разбиение кластеров на 4 группы дает неравномерное распределение районов, в третий кластер входит один район, что не дает использовать число кластеров 4, характеристики расстояний до центра точки и кластера дает нулевые значения. Причиной этого может быть ограниченный объем данных.

Ячейки карты Кохонена раскрашиваются в разные цвета в зависимости от значения весов нейронов, соответствующих каждой ячейке. Выделяются диапазоны значений весов. В проведенном исследовании остановились числе кластеров равном 3, имеющим равномерное распределение районов по группам, топологические характеристики и равномерное распределение районов в пределах ячеек.

На основании проведенных расчетов муниципальные районы сгруппировались в три кластера, распределение районов показано в таблице 2. Для дальнейшего анализа сельских территорий Республики Тыва из каждого кластера выбираются по одному **типовому району**, представляющего группу.

Таблица 2

**Кластеризация районов по трем кластерам**

Название района	Территория, тыс.кв.км	Миграц. убыль сельского населения	Плотность населения, чел/км <sup>2</sup>	Самая низкая температура, С	Всего автомобильных дорог, км
<b>0 кластер</b>					
Барун-Хемчикский	6,3	131	5	-50	182
Дзун-Хемчикский	6,5	22	3,6	-39	497,1
Каа-Хемский	25,7	146	5,58	-61	106,7
Монгун-Тайгинский	4,4	56	1,35	-39	414,5
Среднее	10,72	88,75	3,88	-47,25	300,08
<b>1 кластер</b>					
Бай-Тайгинский	7,9	48	1,33	-52	385,7
Кызылский	8,5	37	0,7	-50	244,4
Сут-Хольский	6,7	1	1	-50	686
Тере-Хольский	10	11	0,19	-44	326
Тес-Хемский	6,7	72	2,23	-59	337,1
Эрзинский	11,1	40	0,77	-60	168,1
Среднее	8,48	34,83	1,04	-52,5	357,88
<b>2 кластер</b>					
Овюрский	4,5	49	1,52	-48	35
Пий-Хемский	8,2	13	1,25	-45	86,4
Тандинский	5,1	0	2,77	-38	152,9
Тоджинский	44,8	145	0,15	-44	52,1
Улуг-Хемский	5,3	67	3,6	-43	97,7
Чаа-Хольский	2,9	25	2,11	-42	32,5
Чеди-Хольский	3,7	11	2,11	-47	53,6
Среднее	10,64	44,29	1,93	-43,86	72,89

Находим наиболее подходящий нейрон  $i(x)$  на шаге  $n$ , используя критерий минимума Евклидова расстояния (что эквивалентно максимуму скалярных произведений  $w_j^T x$ )

$$D_{jm} = \sqrt{\sum_i (x_{mi} - x_{ji})^2}$$

где  $D_{jm}$  – расстояние до центра  $j$ -го кластера (нейрона) до  $m$ -го наблюдения,  $x_{mi}$  –  $i$ -ая компонента входного вектора признаков  $m$ -го наблюдения,  $x_{ji}$  –  $i$ -ая компонента вектора положения  $j$ -го нейрона.

Обучение нейронной сети сводится к настройке положений нейронов –  $x_{ij}$  и определению нейрона ближайшего к заданному наблюдению (производится классификация наблюдений). Каждый вектор нормализуется в вектор с единичной длиной в пространстве весов.

Нейрон находится в центре топологической окрестности нейронов. Топологическая окрестность должна быть симметричной относительно точки максимума, определяемой при  $d_{j,i} = 0$ , где  $d_{j,i}$  – это латеральное расстояние между победившим  $i$  и соседними нейронами  $j$ . Типичным примером, удовлетворяющим условию выше,  $h_{ji}$  является функция Гаусса. Функция  $h_{ji}$  по окончании этапа должна охватывать только ближайших соседей.

Расстояние между объектами позволяет сделать выводы о степени их сходства или различия. После необходимых преобразований, итогом кластеризации стало разбиение всех объектов на три кластера. Координатами центра кластера являются величины весов всех связей, которые приходят к данному выходному нейрону от входных элементов. Поскольку каждый выходной нейрон (кластер) соединен с каждым входным нейроном, то получаем,  $n$  связей, то есть  $n$  координат для точки, соответствующей центру кластера.

Для учебного вектора вычисляют квадрат евклидова расстояния от него до каждого из кластерных элементов сети, находим минимальное из полученных значений и определяем элемент-победитель, для нейрона-победителя, а также для тех нейронов, которые попали в заданный радиус, выполняем корректировку весов связей. Обновляем значения нормы обучения и радиуса продолжаем обучение, если не выполнено условие остановки обучения. Остановка обучения происходит в том случае, если величины изменения весов становятся очень маленькими (таблица 2).

В результате проведенного кластерного анализа определены типовые районы с каждого кластера Монгун-Тайгинский, Тоджинский, Тере-Хольский имеющие характеристики наиболее близкие к средним значения кластера.

### Библиографический список

1. Ондар, А.М. Анализ транспортной инфраструктуры для социального развития сельских территорий Республики Тыва / А.М. Ондар // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2017. – №3. – С. 39-43.
2. Электронный ресурс [<http://www.krasstat.gks.ru/>]
3. Карпузова, В.И. Информационные системы и технологии в менеджменте АПК: Учебное пособие / В.И. Карпузова, Э.Н. Скрипченко, К.В. Чернышева, Н.В. Карпузова // М.: БИБКМ, ТРАНСЛОГ. – 2016. – 460 с.
4. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям: Учеб.пособие.2-ое изд., перераб.и доп.-СПб.:Питер. – 2010. – 41 с.

## АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ УКРЫВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАННЕГО КАРТОФЕЛЯ

**Бутузов Антон Евгеньевич**, старший преподаватель кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Произведен анализ существующих укрывных материалов. Применение укрывных материалов оказывает положительное влияние на динамику выращивания раннего картофеля благодаря обеспечению оптимального внутреннего микроклимата.

**Ключевые слова:** пленочный материал, защита посевов, динамика, изменения массы, повышение урожайности.

Существует большое множество современных синтетических укрывных материалов, таких как агроволокно, сотовый поликарбонат, полиэтиленовые пленки разной плотности и т.д. При выборе укрывного материала следует обращать внимание на важнейшие свойства пленки, такие как:

1. Светопроницаемость – очень важный элемент, чем выше прозрачность, тем лучше. Но для растений прямые лучи могут быть губительными. Для этого разработаны рассеивающие свет укрывные материалы, различающиеся по цвету.

2. Сохранение тепла – укрывные материалы также отличаются плотностью. Чем она выше, тем лучшими защитными свойствами она обладает. Такие укрывные материалы выдерживают даже сильные морозы и их используют в тепличном хозяйстве [1]. В частности, для создания необходимого микроклимата для посадок, лучше всего использовать полиэтиленовый материал нового поколения: светостабилизированный; армированный; воздушно-пузырчатый; агроволокно; поликарбонат; затеняющие сетки.

3. Прочность – хотя укрывной материал довольно простой и дешевый, многим хотелось бы использовать ее не один год. Поскольку, если речь идет о теплице, то укрывной материал постоянно подвергается воздействию внешней среды и перепадам температур.

4. Срок службы – укрывной материал может служить довольно долго, более пяти лет. А зависит срок эксплуатации от многих условий. В первую очередь, от его типа, способа использования и механического давления на поверхность. Поэтому, от правильного выбора пленочного материала зависит, как долго она прослужит.

Произведем анализ каждого из существующих укрывных материалов.

**Агроволокно.** Это легкий и прочный материал, известный еще как спанбонд, изготавливается из стабилизированного полипропилена, имеющего очень тонкую структуру. Он нетоксичен, не способен аккумулировать и выделять в окружающую среду вредные вещества, устойчив к воздействию ультрафиолетовых лучей. Имеет внешнее сходство с обычным тканевым полотном.

Технический углерод, входящий в состав агроволокна, поглощает достаточное

количество тепла, что способствует быстрому прогреванию грунта. В зависимости от вида его используют в различных вариантах - в качестве укрывного материала или мульчирующей пленки [2-4].

*Преимущества.* Способность спанбонда пропускать влагу и воздух обеспечивает хорошее развитие раннего картофеля. Такой «дышащий» материал не допускает перегрева всходов в жаркую погоду и защищает от низких температур, удерживая тепло значительно лучше, чем парниковая пленка. Некоторые марки спанбонда можно применять даже в качестве зимнего укрытия. В борьбе за сохранность урожая от птиц и насекомых-вредителей этот материал также окажет неоценимую помощь.

Выращивание под агроволокном раннего картофеля позволяет значительно уменьшить трудозатраты благодаря тому, что нет необходимости убирать сорняки, рыхлить почву. К тому же отсутствие грибковых заболеваний, поражающих клубни, избавляет от дополнительной обработки фунгицидами. Урожай с применением этого материала появляется на две недели раньше [2-4]. Пористая структура агроволокна позволяет поливать ранний картофель и вносить удобрения, не снимая покрытия.

Различают черное и белое агроволокно.

*Черное агроволокно.* Это мульчирующее агроволокно, основное назначение которого – борьба с сорняками. Материал расстилается на поверхности подготовленной почвы, после чего в нем вырезаются небольшие крестовидные лунки, в которые и высаживается рассада.

*Белое агроволокно.* Как правило, не требует создания конструкции в виде дуг или парников. Для создания оптимального микроклимата для раннего картофеля достаточно укрыть их сверху, закрепив полотно по краям. Растения получают достаточное количество воздуха и влаги. Значительно снижается и гибель побегов, которая часто происходит в результате парникового эффекта.

*Выбор плотности материала.* Агроволокно, плотность которого влияет на множество факторов выращивания раннего картофеля, следует рассматривать отдельно по цвету.

Для белого материала минимальной плотностью является 17 г на квадратный метр [2-4], а максимальной - 60 г на квадратный метр (подходит больше для теплиц). Преимуществом самого плотного варианта считается способность выдерживать температуры до -10<sup>0</sup>С и служить в самых северных регионах не менее двух сезонов. Для южных регионов, лучше всего выбирать ткань с минимальной плотностью, которая при этом пропускает больше всего света, но имеет меньшую прочность.

Плотность черного спанбонда влияет только на его способность обезопасить грунт от перепадов температур, поскольку свет не пропускает ни один вариант. Минимальной плотностью такой ткани является показатель в 60 г на квадратный метр, но встречаются и более тяжелые ткани.

Агроволокно доступно по приемлемой стоимости и может использоваться в течение нескольких сезонов (при условии правильного хранения). Также для улучшения урожайности агроволокно можно применять в паре – черное и белое одновременно. А если еще учесть получение более высоких и ранних урожаев, экономию времени на уход за посадками, то преимущества агроволокна несомненны.

*Сотовый поликарбонат.* Это панель, состоящая из двух или трех слоев, в поперечном сечении напоминающая соты, которые могут быть треугольной или



прямоугольной формы, между которыми располагаются продольно ориентированные ребра жесткости. Сотовый поликарбонат используется в основном при возделывании картофеля в теплицах.

Сотовый поликарбонат имеет высокую устойчивость к неблагоприятным условиям окружающей среды. Температурный режим использования зависит от марки материала, соблюдения правил технологии и качества сырья и находится в пределах от -40 до +130 градусов (-100 градусов для экстремально низких температур). При этом структура не разрушается. При воздействии высокой температуры или охлаждении могут произойти изменения линейных размеров.

Срок службы сотового поликарбоната составляет 10 лет.

**Укрывная полиэтиленовая пленка.** Современная полиэтиленовая пленка укрывная обладает отличными функциональными характеристиками: эластичностью; влаго- и морозоустойчивостью; способностью пропускать свет.

На сегодня – это самый доступный и распространенный вид укрывного материала. Чем больше толщина пленки, тем выше прочностные характеристики. И именно они позволяют противостоять таким проявлениям внешней среды, как ветер, дождь, тяжесть снега, перепад температур. Пленка выпускается в рулонах, шириной 3 и 6 метров, различной плотности.

Для монтажа применяют широкий скотч, и если требуется соединить полотнища пленки, то делают «нахлест», и проклеивают скотчем в несколько слоев. Если укрывной материал требуется только для защиты от холода и солнца, то лучше приобретать пленку небольшой толщины.

**Технические характеристики.** К основным техническим характеристикам полиэтиленовой пленки любого вида можно отнести: прочность на растяжение и разрыв, которую дает высокий коэффициент растяжения; водонепроницаемость и паронепроницаемость, при которых показатель влагопоглощения не превышает 2% объема – очень малая величина; проницаемость света для неокрашенных пленок составляет 80-90%.

**Отличные диэлектрические свойства:** невозможность разложения биологическим способом – гниением, грибковыми образованиями и т.п.; сохранение свойств в большом температурном диапазоне от -80 до +110 °С.

Различают гидрофильную, вспененную, армированную и чёрную.

**Гидрофильная.** Гидрофильная плёнка относится к светостабилизированным. Основное качество гидрофильного полотна заключается в скатывании с поверхности капель конденсата. Антистатические свойства поверхности препятствуют оседанию пыли, а следовательно светопрозрачность сохраняется надолго. Свето- и термостабилизаторы в составе материала увеличивают срок службы полотна, способность удерживать тепло.

Выращивание раннего картофеля укрытого гидрофильной мембраной, увеличивает урожайность и сокращает срок созревания на 10-15%.

**Вспененная.** Плёнка из вспененного полиэтилена белого цвета, с равномерной мелкоячеистой поверхностью. Поры материала закрыты, благодаря этому полотно имеет хорошую водостойкость и низкую теплопроводность. Полотно относится к трудногорючей группе материалов и тяжело воспламеняется.

Свойства вспененного полиэтилена: гибкость, эластичность, упругость;

экологическая чистота; химическая, микробиологическая устойчивость; долговечность, водостойкость; амортизация ударных нагрузок.

*Армированная.* Это трёхслойный материал, состоящий из двух слоёв светостабилизированной плёнки, между которыми расположена армировочная сетка. Промежуточная сетка изготовлена из полиэтилена высокого давления, придаёт полотну механическую прочность и устойчива к растяжению. Слои светостабилизированного полиэтилена сохраняют прозрачность.

Армированное полотно устойчиво к любым погодным условиям, способно выдерживать порывы ветра, град, ливни. Материал сохраняет все свойства в температурном диапазоне от -40 до +90 градусов.

Свойства армированного полиэтилена: ремонтпригодность, при разрыве внешних слоёв сетка не даёт разойтись отверстию. Повреждённое место можно легко отремонтировать; значительная прочность на разрыв и растяжение. Чем меньше ячейка армирующей сетки, тем прочнее трёхслойное полотно и меньше светопроницаемость материала.

*Чёрная.* Чёрными плёнками называют стабилизированные геомембраны. В полиэтилен высокого давления вводят сажу и окислители, материал становится непрозрачным, приобретает дополнительную эластичность, прочность [1].

Чёрную мембрану отличают следующие эксплуатационные качества: прочность, гибкость, эластичность; водо-, паро-, светонепроницаемость; лёгкость монтажа; защита от ультрафиолетового излучения.

*Безопасность при использовании.* Полиэтиленовая пленка – это очень удобный материал в отношении простоты работы с ним – легкий, гибкий и послушный рукам даже неподготовленного человека. Она легко режется и складывается, хорошо клеивается.

*Недостатки.* При использовании полиэтиленовой пленки следует помнить, что она: боится высоких температур, стареет под действием ультрафиолета (понижается ее прочность), при долгом нахождении в употреблении порог ее морозостойкости уменьшается. Срок службы во многом зависит от условий эксплуатации.

Таким образом, из множества современных синтетических укрывных материалов для получения ранней продукции столового картофеля больше всего подходит агроволокно различной плотности.

### **Библиографический список**

1. Кудряшов, Ю.С. Перспективные гибриды томата для необогреваемых пленочных теплиц / Ю.С. Кудряшов, М.Е. Дыйканова Картофель и овощи. – № 1. – 2009. – С. 21.
2. Гаспарян, И.Н. Укрывной материал в технологии возделывания картофеля / И.Н., Гаспарян, Дыйканова М.Е., А.Е. Бутузов // Материалы научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля» Под ред. С.В. Жеворы. 2018 .– Издательство: ППП «Типография Наука». – С 311-316.
3. Гаспарян, И.Н. Использование укрывного материала для получения ранней продукции картофеля / И.Н. Гаспарян, Судденко В.Г., Дыйканова М.Е., Бутузов А.Е. // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы XV Международной научной конференции. 2018 Издательство: Брянский государственный аграрный

университет (Кокино). – С. 676 - 680.

4. Бутузов, А.Е. Влияние укрывания на эффективность производства раннего картофеля в Московской области / А.Е. Бутузов, И.Н. Гаспарян, М.Е. Дыйканова, О.Н. Ивашова // Международный технико-экономический журнал. — № 3 – 2018. – С.15-20.

УДК 629.3:014.93, 631.37

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНДИКАТОРНЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ МАШИН С ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ (НА ПРИМЕРЕ АВТОТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ)**

**Егоров Вячеслав Владимирович**, аспирант кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Чечет Виктор Анатольевич**, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В работе рассматривается возможность совместного применения индикаторной и бортовой диагностики. Индикаторная диагностика более полно выявляет снижение ресурсопределяющих показателей двигателя, в то время как бортовая диагностика отражает неисправности его электронных систем. Также в работе отражены способы комплексного применения данных методов.

**Ключевые слова:** индикаторная диагностика, бортовая диагностика, мотор-тестер.

Современные тенденции в стратегиях эксплуатации машинно-тракторного парка свидетельствуют о необходимости перехода к плано-предупредительной стратегии технического обслуживания и ремонта (ТО и Р). Она обеспечивает более полное использование ресурса технических объектов за счёт проведения оперативной диагностики. Её эффективность была доказана ещё в 1970-х годах, однако, в то времена не существовало достаточно оперативных и мобильных средств диагностирования.

В настоящий же момент повсеместное распространение цифровой техники даёт достойную основу для широкого использования инновационных методов диагностики в рамках концепции, называемой системной диагностикой.

Её основой является трёхуровневая классификация методов диагностики: органолептические, индикаторные и углублённые. В рамках данной работы рассматриваются индикаторные методы. Они обладают низкой трудоёмкостью, однако также сниженная точность диагноза требует их комплексного применения. К индикаторным методам, в числе прочего, относятся:

- измерение расхода картерных газов для определения состояния сопряжений поршень – гильза;
- снятие осциллограмм пульсаций тока стартера – «относительная компрессия»;

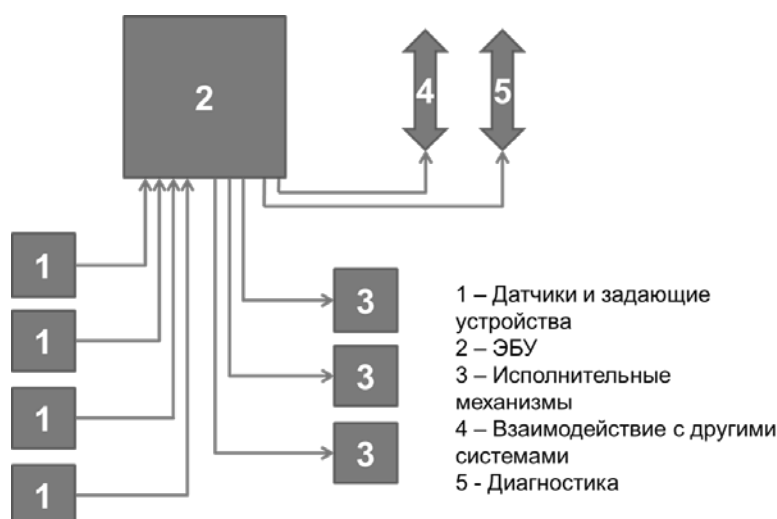
- бестормозные методы определения эффективных показателей ДВС: по максимальным и мгновенным значениям углового ускорения;
- анализ виброакустических, пневмогидравлических и магнитоэлектрических осциллограмм.

В настоящее время, с распространением электронных блоков управления техническими объектами, всё чаще упоминается «бортовая диагностика». Рассмотрим бортовую электронную систему управления, показанную на рисунке 1, как формирования подхода к возможностям бортовой диагностики.

**Датчики и задающие устройства** регистрируют условия эксплуатации и задаваемые величины, преобразуют физические величины в электрические сигналы.

**Электронный блок управления** обрабатывает сигналы датчиков и задающих устройств по определенным алгоритмам управления и регулирования, а также управляет исполнительными механизмами с помощью электрических выходных сигналов.

**Исполнительные механизмы** преобразуют электрические выходные сигналы ЭБУ в действие механических устройств.



**Рис. Схема взаимодействия бортовой электроники**

К бортовой диагностике, как правило, относят особый метод анализа управляющих и ответных сигналов. Выполняющая его система осуществляет активную и пассивную диагностику:

**Активное диагностирование** – проведение различных тестовых операций.

**Пассивное диагностирование** – сбор информации о состоянии блоков управления, датчиков, исполнительных механизмов с фиксацией распознанных ошибок.

Данные от диагностирования отображаются в виде так называемых кодов бортового компьютера.

Для считывания этих кодов применяются специализированные сканеры, подключаемые, как правило, через разъём стандарта OBD-II. Помимо того, они способны считывать некоторые физические величины, такие, как скорость движения, частоту оборотов двигателя, напряжение бортовой сети и т.д.

Автором в работе [1, 2] исследованы бортовые системы различной функциональности и сделан вывод о том, что подобные системы способны

диагностировать только бортовую электронику, не затрагивая при этом ресурсопределяющие показатели. Поскольку индикаторные методы также не всеисильны, будет целесообразным представить сравнительную характеристику индикаторной и бортовой диагностики в виде нижеследующей таблицы.

Таблица

Индикаторные методы	Бортовая диагностика
+ диагностика ресурсопределяющих показателей	+ высокая информативность применительно к электронным устройствам
± средняя информативность при диагностике электроники	
– низкая информативность при одиночном применении	– отсутствие диагностики ресурсопределяющих показателей – значительный процент неисправностей самой системы (до 80%) (см. работу [2])

Компромиссным решением являются мотор-тестеры, которые совмещают в себе индикаторную и электронную диагностику. Они используются для комплексного диагностирования и могут служить основой для оптимального совмещения рассматриваемых методов диагностики.

К их функциям по сравнению со сканерами можно отнести:

- одновременное измерение большого числа электрических сигналов в любых электрических цепях, включая высоковольтные;
- измерение неэлектрических сигналов (давление топлива, масла, воздуха);
- анализ состава отработавших газов.

Помимо того, мотор-тестер способен оказывать на систему испытательные воздействия и на основании ее реакции делать вывод о состоянии исполнительной механики. При измерении неэлектрических сигналов происходит их преобразование из аналогового в цифровой вид.

Мотор-тестер выполняется, как правило, на базе персонального компьютера и может быть стационарным, консольным или портативным.

Таким образом, комплексное применение индикаторных методов и бортовой диагностики способно значительно повысить точность постановки диагноза о техническом состоянии двигателя. Алгоритм их применения может быть реализован либо посредством технологических карт, либо путём применения экспертной системы. Авторами настоящей работы разрабатывается экспертная система, направленная на системную диагностику технических объектов, и совместное применение индикаторной и бортовой электроники является одной из её задач [3].

Применяя индикаторные методы совместно с бортовой диагностикой, можно существенно повысить эффективность ТО и ремонта путём их совместного применения при техническом обслуживании, начиная с ТО-2. При этом не только предотвращаются отказы и увеличивается полнота использования ресурса ДВС, но и путём своевременного ремонта или регулировки двигателя реализуется экономия топливо-смазочных материалов, повышаются экологические показатели.

### Библиографический список

1. Егоров, В.В. Область применения бортовой диагностики самоходных технических средств / В.В. Егоров // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 100-летию И.С. Шатилова, г. Москва, 6-7 июня 2017. – С. 295–297
2. Женеvский, Д.А. Анализ возможностей оценки технического состояния машин с помощью бортовых компьютерных систем на примере двигателя внутреннего сгорания / Д. А. Женеvский // М.: ФГОУ ВПО МГАУ. – 2012 – 8 с.
3. Егоров, В.В. Экспертная и индикаторная техническая диагностика в АПК, их интеграция / В.В. Егоров // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения В.П. Горячкина, г. Москва, 06-07 июня 2018. – С. 260-264.

УДК 631.3 004.12

### ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, ИЗГОТОВЛЕНИИ И РЕМОНТЕ МАШИН

*Леонов Олег Альбертович, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Шкаруба Нина Жоровна, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** *Определены основные функции и элементы системы метрологического обеспечения при проектировании, изготовлении и ремонте машин, реализация которых способствует достижению главной цели деятельности организации в области качества – удовлетворения требований потребителя. Предложенный подход позволит обеспечить качественное и эффективное МО при проектировании, изготовлении и ремонте сельхозтехники различного назначения.*

**Ключевые слова:** *качество, контроль качества, метрологическое обеспечение, система качества, удовлетворенность потребителя*

Качество конечной продукции зависит от множества факторов, наиболее важные среди них:

- качество схемно-технической отработки изделий;
- технологичность конструкции;
- качество применяемых технологических процессов;
- качество поставляемых материалов и комплектующих;
- качество контроля изделий на этапах проектирования и разработки, производства и испытаний.

Требования к метрологическому обеспечению производства [1, 2], процессов технического обслуживания и ремонта промышленной и сельскохозяйственной техники [3] представляют собой комплекс обязательных и рекомендуемых к исполнению

действий, направленных на обеспечение единства и требуемой точности измерений, повышение эффективности производства и удовлетворенности потребителя. Все требования должны быть зафиксированы во внутренней документации – как элемент реализации процессного подхода в системе менеджмента качества предприятия [4, 5].

Основными целями метрологического обеспечения машиностроительных и ремонтных предприятий являются:

- а) повышение качества работ;
- б) соблюдение метрологических правил и норм, обеспечение единства и требуемой точности измерений;
- в) обеспечение достоверного учета и повышение эффективности использования материальных и энергетических ресурсов;
- г) метрологическое обеспечение контроля условий труда и охраны окружающей среды;
- д) поддержание средств измерений, испытаний и контроля в постоянной пригодности к применению.

За контроль качества всех этих факторов отвечает метрологическая служба (МС) предприятия. Общий перечень задач метрологического обеспечения (МО), в частности – метрологической экспертизы (МЭ) на стадиях жизненного цикла продукции представлен в таблице 1.

Таблица 1

**Задачи метрологического обеспечения на стадиях жизненного цикла промышленной продукции**

№	Задачи метрологического обеспечения, решаемые на стадиях жизненного цикла продукции
1	<b>Разработка, согласование и утверждение ТТЗ</b>
	Разработка и обоснование требований к МО изделия
	Организация и проведение МЭ ТТЗ (ТЗ на составные части)
2	<b>Разработка</b>
2.1	Разработка эскизного (технического) проекта
	Разработка разделов МО эскизного (технического) проекта на изделие и составные части его в соответствии с требованиями ТТЗ (ТЗ)
	Организация и проведение МЭ материалов эскизного (технического) проекта. Разработка плана мероприятий по устранению недостатков, отмеченных при проведении МЭ эскизного (технического) проекта
	Уточнение требований к МО изделия в ТТЗ (ТЗ на составные части изделия) по результатам МЭ материалов эскизного (технического) проекта; выпуск дополнений к пояснительной записке эскизного (технического) проекта в части метрологического обеспечения изделия
2.2	Разработка рабочей конструкторской документации
	Разработка разделов конструкторской (в т.ч. эксплуатационной) и технологической документации опытного образца изделия в части вопросов МО. Разработка конструкторской (в т.ч. эксплуатационной) документации на систему контроля технического состояния изделия, включая МО средств измерений
	Разработка и аттестация МВИ, отраженных в КД и ТД
	Проведение МЭ конструкторской и технологической документации на изделие и его составные части.
2.3	Изготовление опытного образца изделия (составных частей) и проведение предварительных испытаний

	Проведение МЭ, поступившей на предприятие – изготовитель КД и ТД на вновь разработанные изделия
	Анализ состояния и организация работ по МО производства
	Разработка, аттестация и внедрение новых МВИ для технологических процессов, испытаний и проведения технического обслуживания при эксплуатации изделий
	Обеспечение поверенными средствами измерений и средствами их поверки
	Аттестация испытательного оборудования
	Разработка программы и методик предварительных испытаний составных частей и изделия в целом (в части метрологического обеспечения).
	Проведение МЭ программы и методик предварительных испытаний составных частей и изделия в целом.
	Оценка качества МО изделия в соответствии с программой и методикой предварительных испытаний, в т.ч. обеспечения средствами измерений и возможности их метрологического обслуживания.
	Проведение и организация МЭ изделия. Разработка плана мероприятий по устранению недостатков в части МО по результатам предварительных испытаний при проведении МЭ изделия.
2.4	Подготовка к государственным испытаниям
	Разработка программы и методик государственных испытаний (раздел МО).
	Метрологическая экспертиза методик государственных испытаний
2.5	Государственные испытания
	МО испытаний изделий
	Аттестация испытательного оборудования
	Проверка соответствия МО эксплуатации изделия требованиям ТТЗ в соответствии с программой и методикой государственных испытаний (в том числе оценка качества и эффективности систем контроля изделия)
	Обеспечение поверенными средствами измерений и средствами их поверки
	Обеспечение требуемых условий проведения измерений
	Проведение МЭ изделия. Разработка плана мероприятий и устранение недостатков, изложенных в акте государственных испытаний (в части МО)
3	<b>Производство</b>
	Установление параметров и характеристик технологических процессов, подлежащих контролю и измерениям.
	Выбор и назначение методов и средств измерений в технологических процессах, разработка и аттестация МВИ.
	Метрологическая экспертиза технологических процессов изготовления и документации.
	Обеспечение требуемых условий проведения измерений
	Обеспечение поверенными (калиброванными) средствами измерений и средствами их поверки (калибровки)
4	<b>Ремонт</b>
	Установление (уточнение) разработчиком ТД и РД значений контролируемых при ремонте параметров, а также параметров и характеристик технологических процессов, подлежащих измерению или контролю с нормируемой точностью, и условий выполнения измерений
	Обеспечение требуемых условий проведения измерений
	Разработка, аттестация и внедрение новых методик выполнения измерений
	Обеспечение подразделений и технических ремонтных служб поверенными (калиброванными) средствами измерений.
5	<b>На всех стадиях ЖЦ, видах работ, этапах работ</b>
	Осуществление метрологического надзора за соблюдением метрологических норм и правил, за состоянием и применением средств измерений, эталонов, аттестованных МВИ.



Таким образом, современное метрологическое обеспечение производства – это система обеспечения качества контроля, включающая:

научно-теоретические знания и методы, применяемые при проведении научно-исследовательских, экспериментальных, опытно – конструкторских и технологических работ;

деятельность по обеспечению единства измерений с использованием методик выполнения измерений и технических средств;

выбор критических контрольных точек, подлежащих обязательному контролю на всех этапах жизненного цикла продукции;

техничко-экономическое обоснование выбора средств измерений для контролируемых параметров;

мероприятия по поверке и юстировке средств измерений.

Современная система метрологического обеспечения обладает следующими характеристиками, присущими понятию «технической системы»:

наличие определенной целостности, функционального единства общей цели, назначения и пр.;

наличие множества элементов по типу и объему выполняемых функций;

сложность (полифункциональность) поведения;

высокая степень автоматизации;

нерегулярное, статистически распределенное во времени поступление внешних воздействий;

наличие составительного момента, т.е. такого функционирования, при котором надо учитывать конкуренцию отдельных частей;

наличие множества связей (положительных, отрицательных, одноплановых, многоплановых, функционирования, управления);

многоаспектность (техническая, экономическая, социальная, психологическая);

контринтуитивность (причина и следствие тесно не связаны ни во времени, ни в пространстве).

Исходя из определения системы управления измерениями как совокупности взаимосвязанных или взаимодействующих элементов, необходимых для достижения метрологического подтверждения пригодности и постоянного управления процессами измерения (ГОСТ Р ИСО 9000-2008) и задач метрологического обеспечения, решаемых на стадиях жизненного цикла продукции, дано определение главной цели деятельности метрологической службы предприятия.

Главная цель деятельности МС – организация, координация и непрерывное управление качеством выполнения работ и оказания услуг по обеспечению единства измерений на всех стадиях полного жизненного цикла продукции.

### **Библиографический список**

1. Леонов, О.А. Метрология, стандартизация и сертификация / О.А. Леонов, В.В. Карпузов // М.: ООО «Реарт». – 2017. – 188 с.

2. Тойгамбаев С.К. Метрология, стандартизация и сертификация / С.К. Тойгамбаев, П.В. Голицыцкий // – М.: Компания Спутник+. – 2017. – 375 с.

3. Голиницкий П.В., Тойгамбаев С.К. Измерение и контроль деталей транспортных и транспортно-технологических комплексов / П.В. Голиницкий, С.К. Тойгамбаев // М.: Компания Спутник+. – 2018. – 154 с.

4. Голиницкий, П.В. Разработка процедуры управления внутренней документацией для промышленного предприятия / П.В. Голиницкий, Ю.Г. Вергазова, У.Ю. Антонова // Компетентность. – № 7 (158). – 2018. – С. 20-25.

5. Бондарева, Г.И. Процессный подход к деятельности предприятий по ремонту машин в АПК / Г.И. Бондарева, Ю.Г. Вергазова, И.С. Митрофанов // Сельский механизатор. – № 5. – 2018. – С. 18-19.

УДК 658.562.07

### **ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ**

*Антонова Ульяна Юрьевна, ассистент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** *Статья посвящена применению контрольных точек на ремонтном предприятии, использование которых позволяет повысить качество выпускаемой продукции после проведения капитального ремонта.*

**Ключевые слова:** *ремонт, качество, гильза цилиндров, контрольные точки, дефектация, метрологическое обеспечение, селективная сборка, брак.*

Качество ремонта является сложной многоаспектной задачей. Для решения данной проблемы ремонтному предприятию необходимо учитывать множество взаимосвязанных технических, технологических, экономических, организационных, социальных, эргономических, экологических и других факторов. Мероприятия ремонтного предприятия, связанные в единую систему, направленную на обеспечение и управление качеством, дадут определенные результаты, которые повлияют на снижение затрат, связанных с плохим качеством [1]. Управление качеством в области ремонта машин необходимо вести системно, при этом основываясь на результатах научных исследований, исследований рынка, а также накопленного опыта.

Одним из главных факторов, оказывающим влияние на качество ремонта является технологический, к нему относятся: обеспечение полным объемом и качеством нормативно-технической документации; качество технологического оборудования и инструмента, качество моечно-очистительных работ и технологических процессов разборочно-сборочных работ, дефектовки, ремонта деталей и др.; обеспечение качества запасных частей и материалов; методы и средства контроля качества. Другим важным фактором обеспечения качества является метрологическое обеспечение ремонтного производства [2], где формируются, как затраты на контроль [3], включая стоимость средства измерений, так и потери в результате обнаружения брака, в том числе потери от погрешности измерений [4]. В связи с этим, актуальной задачей

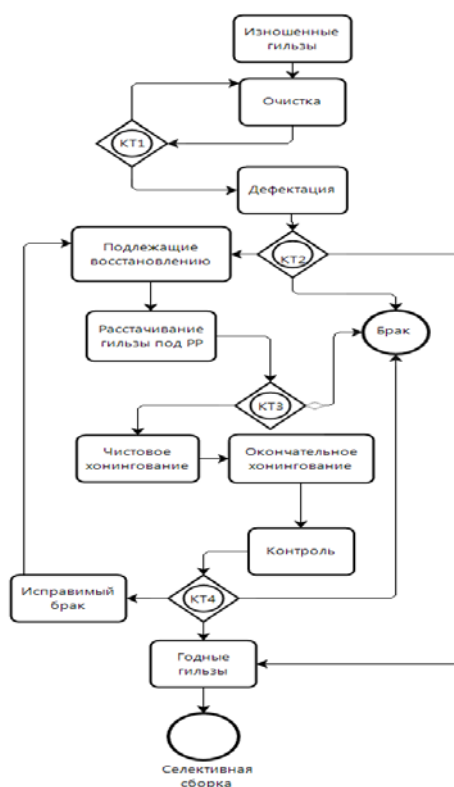
метрологического обеспечения ремонтного производства является обоснование и рациональный выбор средств контроля из заданной номенклатуры средств измерений и возможных методов.

Для обеспечения непрерывного и динамичного управления качеством на ремонтных предприятиях необходимо разработать схему технического контроля, в которой определяются детали и технологические операции, подлежащие выборочному или 100% контролю.

Рассмотрим на примере гильзы цилиндров двигателя ЗМЗ-402 с номинальным размером  $92,0^{+0,084}_{+0,024}$  мм, и имеющую два ремонтных размера (РР) через 0,5 мм –  $92,5^{+0,084}_{+0,024}$  мм,  $93,0^{+0,084}_{+0,024}$  мм.

Для полноценного мониторинга качества технологического процесса в рамках современной системы менеджмента качества необходимо назначить контрольные точки, где будет проводиться проверка на соответствие. Контрольная точка (КТ) – место проведения контроля для определения наличия дефектов детали. По результатам контроля делается заключение, подлежит ли деталь дальнейшей эксплуатации, ремонту или деталь является негодной и подлежит отправке ее в лом.

На рисунке 1 представлена схема расположения контрольных точек в технологическом процессе ремонта гильзы цилиндров.



**Рис. 1. Обоснование контрольных точек процесса ремонта гильз цилиндров**

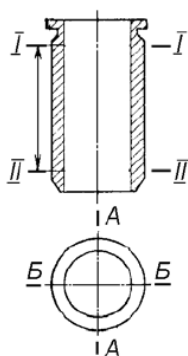
**КТ1** – После проведения операции мойка и очистка гильзы проверяется качество очистки визуальным осмотром, если обнаружена неполная очистка, то деталь отправляется повторно на мойку и очистку. Если качество мойки удовлетворительно, деталь поступает на следующую операцию – дефектацию.

**КТ2** – при проведении дефектации гильзы цилиндров проверяют параметры: внутренний диаметр гильзы цилиндров (рисунок 2), задиры, трещины, раковины, отклонение формы, диаметр верхнего центрирующего пояса, диаметр нижнего центрирующего пояса, высота от верхнего торца до упорного бурта.

Отклонения формы цилиндрических поверхностей подразделяются на отклонения профиля поперечного сечения (отклонение от круглости) и на отклонения профиля продольного сечения (конусообразность, бочкообразность, седлообразность, отклонение от цилиндричности).

Частным случаем отклонения от круглости являются овальность и огранка [5].

**КТ3** – при проведении контроля в данной контрольной точке рекомендовано измерять внутренний диаметр гильзы цилиндров для последующего правильного выбора режимов хонингования (частота вращения хонинговальной головки, время хонингования и т.д.).



**Рис. 2. Схема контроля внутреннего диаметра гильзы цилиндров:**

А-А, Б-Б – плоскости замеров; I- сечение, определяемое положением верхнего кольца при положении поршня в ВМТ; II- сечение, определяемое положением нижнего кольца при положении поршня в НМТ

**КТ4** – при осуществлении итогового контроля после проведения ремонта гильзы цилиндров (расточивание под следующий ремонтный размер) в гильзе проверяют внутренний диаметр, далее делается решение по гильзе – если диаметр соответствует, то гильза отправляется на селективную сборку с поршнем (перед этим отсортированная под групповой размер), или отправляется в неисправимый брак (при достижении предельно допустимого значения последнего ремонтного размера).

При определении внутреннего диаметра гильзы цилиндров для соответствующей группы селективной сборки, возьмем средний диаметр:

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^n D_i / 4 \quad (1)$$

где  $D_i$  – диаметр, измеренный в сечениях I-I в плоскостях А-А, Б-Б, и в сечениях II-II в плоскостях А-А, Б-Б (рис. 2);  $n=4$  – количество измерений диаметра.

Также проверяют шероховатость зеркала гильзы цилиндров и оценивают отклонение от формы.

Таким образом, на примере технологического процесса ремонта гильз цилиндров, разработана методика назначения контрольных точек для оценки качества процесса по этапам его реализации. Разработана методика итогового контроля гильзы цилиндров, где предложено оценивать качество по среднему размеру с учетом наибольшей овальности и конусообразности, полученных в результате контроля.

### Библиографический список

1. Леонов, О.А. Качество сельскохозяйственной техники и контроль при ее производстве и ремонте / О.А. Леонов, Г.И. Бондарева, Н.Ж. Шкаруба // Тракторы и сельхозмашины. – №3. – 2016. – С.30-32.
2. Леонов, О.А. Разработка системы менеджмента качества для предприятий технического сервиса / О.А. Леонов, Г.И. Бондарева, Н.Ж. Шкаруба и др. // М.: Издательство РГАУ-МСХА. – 2016. – 161 с.
3. Леонов О.А. Метрологическое обеспечение контроля гильз цилиндров при ремонте дизелей / О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова, У.Ю. Антонова // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. – № 6. – 2018. – С. 104-109.
4. Леонов О.А., Исследование затрат и потерь при контроле шеек коленчатого вала в условиях ремонтного производства / О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – № 2. – 2013. – С. 71-74.
5. Голицыцкий, П.В. Измерение и контроль деталей транспортных и транспортно-технологических комплексов / П.В. Голицыцкий, С.К. Тойгамбаев // М.: Компания Спутник+. – 2018. – 154 с.

УДК 658.562.07

### ПРОЦЕДУРА УПРАВЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Вергазова Юлия Геннадьевна**, старший преподаватель кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Антонова Ульяна Юрьевна**, ассистент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Рассмотрены особенности реализации процессного подхода применительно к машиностроительным предприятиям в области разработки основного реестра процессов верхнего уровня системы менеджмента качества. Порядок разработки документации в системе стандартов предприятия должен быть строго регламентирован. Для этого была разработана типовая процедура «Управление внутренней документацией», где описана последовательность разработки стандарта предприятия. Процедура может быть использована на всех типах ремонтных предприятий.

**Ключевые слова:** система менеджмента качества, процесс, процессный подход, реестр процессов, стандарт предприятия.

**Актуальность проблемы.** При внедрении систем менеджмента качества (СМК) реализуется процессный подход во всех сферах деятельности предприятия. Нормы требований к СМК установлены в международных стандартах ИСО серии 9000. Реализация процессного подхода предполагает в дальнейшем работу с элементами

экономики качества в связи с тем, что «входы» и «выходы» процессов должны нести информацию о соответствии и несоответствии, что может автоматически повлечь оценку стоимости брака, как несоответствия, или оценку затрат и себестоимости, как соответствия.

После положительного решения коллективом предприятия вопроса о создании системы качества, после формирования потребностей и ожиданий потребителей и разработки таких документов, как Политика и Цели организации в области качества, начинается важнейший этап разработки системы – систематизация, анализ и идентификация процессов. Эта деятельность относится к разработке второго уровня документов СМК. Выделение процессов, которые необходимы для нормальной работы СМК и их применение в функционировании машиностроительного производства, а также составление схем взаимодействия процессов реализуется в виде менеджмента рисков в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р ИСО 9001:2015. Создание системы анализа и идентификации процессов является, по сути формированием реестра процессов [1]. Конкретные реестры процессов производственного предприятия представляют перечень таких процессов, которые составлены из особенностей деятельности и стратегии предприятия в области качества, и все это базируется на предложенной классификации процессов. Формализация такого системного подхода к созданию реестра процессов невозможна. Чаще всего здесь используется статистические данные по процессам.

Во время анализа и идентификации процессов СМК требуется обеспечение и выполнение двух важнейших задач:

- 1) получение эффективно и результативно функционирующей СМК;
- 2) жесткое выполнение требований стандарта ИСО 9001:2015.

#### ***Результаты исследований и их анализ.***

В результате соблюдения требований стандартов предприятия по качеству, выполнения их норм и жесткого соблюдения дисциплины труда, идет снижение внутренних и внешних потерь от появления брака [2], особенно это важно при исследованиях эксплуатации продукции у потребителя и обращения заказчика, услуг по техническому обслуживанию и ремонту в гарантийных и пост гарантийных случаях. На основании требований стандартов происходит построение функциональных моделей технологических процессов [3], где формируется и обосновывается выход на экономические потери в случае снижения уровня качества, а также описывается эффект от улучшения качества изготовления машин и оказания услуг по техническому обслуживанию [4].

Особенно важно наладить систему расчета и определения затрат и потерь при контроле в условиях мелко- и крупносерийного производства. Это поможет обеспечить мониторинг, снизить потери и улучшить качество продукции [5].

Проведение идентификации процессов СМК, идентификации процедур, которые относятся процессу, анализ связей между процессами, выбор областей, для которых следует осуществлять мониторинг и измерения, формирование процедур, которые используются для внедрения процессов и использование данных с целью реализации процессов по формированию предупреждающих действий и управления рисками – вот важнейшие элементы разработки СМК.

Порядок разработки документации в системе стандартов машиностроительного предприятия необходимо строго регламентировать. С этой целью была разработана процедура «Управление внутренней документацией», (таблица).

**Вывод.** Для построения реестра процессов верхнего уровня системы менеджмента качества машиностроительных предприятий необходимо применять элементы процессного подхода – идентификацию, анализ связей, выбор областей и показателей мониторинга. Разработан перечень стандартов по восьми процессам и девятнадцати процедурам. Грамотная разработка системы стандартов предприятия в области формирования реестра процессов, является основой оптимального уровня качества продукции и удовлетворенности потребителей, у которых эксплуатируется изготавливаемая техника. Разработана блок – схема процедуры «Управление внутренней документацией».

Таблица

**Описание блок-схемы процедуры «Управление внутренней документацией»**

№ шага	Описание	Ответственный	Соисполнитель	Информация	Результат
1	Инициирование разработки стандарта. Подача и рассмотрение предложения	НО			Предложение
2.	Определение круга заинтересованных лиц, подразделений. 1. Согласование необходимости разработки стандарта. 2. Определение атрибутов стандарта. Стандарту присваивается номер. 3. Исполнение технических процедур инициирования разработки стандарта	УК	РП	ГД	Представление на имя генерального директора
3.	Распоряжение о разработке стандарта. Генеральный директор издает распоряжение о разработке стандарта, назначении ответственных исполнителей и сроков осуществления.	ГД	УК	НО	Распоряжение
4	Разрабатывается СОП? В случае разработки стандартной операционной процедуры осуществляется переход к разработке блок-схемы процедуры	ОР			Переход
5	Разработка и согласование блок-схемы. Ответственный за разработку стандарта составляет и согласовывает блок-схему с заинтересованными лицами	ОР			Разработана и согласована блок-схема
6	Разработка или доработка. 1. Изучение предметной области. 2. Поиск аналогичных стандартов. 3. Оценка трудоемкости разработки. 4. Составление плана-графика работ. 5. Составление проекта структуры стандарта. 6. Обсуждение проекта стандарта. 7. Доработка проекта стандарта.	ОР	ЗЛ	УК НО	Составлен проект документа

7	Согласование стандарта 1. Представление проекта стандарта 2. Рассмотрение проекта стандарта и плана внедрения стандарта 3. Сопровождение и утверждение	ОР		ЗЛ	Стандарт согласован
8	Рассмотрение и утверждение	ГД		УК	Стандарт утвержден
<b>Условные обозначения:</b> НО - Начальник отдела; УК - Уполномоченный по качеству; ГД - Генеральный директор; РП - Руководитель подразделения; ЗЛ – Заинтересованные лица; ОР - Ответственный за разработку и внедрение стандарта.					

### Библиографический список

1. Леонов, О.А. Разработка системы менеджмента качества для предприятий технического сервиса / О.А. Леонов, Г.И. Бондарева, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова // М.: Издательство РГАУ-МСХА. – 2016. – 161 с.
2. Бондарева, Г.И. Входной контроль и метрологическое обеспечение на предприятиях технического сервиса / Г.И. Бондарева, О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба // Сельский механизатор. – № 4. – 2017. – С. 36-38.
3. Леонов, О.А. Построение функциональной модели процесса «Техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники» с позиции требований международных стандартов на системы менеджмента качества / О.А. Леонов, Г.Н. Темасова // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 7. – 2009. – С. 35-40.
4. Бондарева, Г.И. Эффективность внедрения системы качества на предприятиях технического сервиса АПК / Г.И. Бондарева, О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова // Сельский механизатор. – № 4. – 2016. – С. 34-35.
5. Бондарева, Г.И. Составляющие качества ремонта / Г.И. Бондарева // Сельский механизатор. – № 7. – 2016. – С. 2-4.

УДК 621.713.2

### ПОСАДКИ СОЕДИНЕНИЙ ВАЛ – ВТУЛКА СО ШПОНКОЙ

**Вергазова Юлия Геннадьевна**, старший преподаватель кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** На основе методики расчета посадок с натягом разработана методика определения предельных технологических натягов для соединений «вал – втулка со шпонкой». Методика апробирована на редукторе Н 090.20 завода Моссельмаш и получены посадки для звездочки 30Н7/х6 и для шестерни 40Н9/з8.

**Ключевые слова:** ремонт машин; посадка; износ; натяг; соединение.



Проблема повышения надежности и качества отечественной сельскохозяйственной техники до сих пор остается важнейшей задачей на современном этапе развития АПК [1].

Неподвижные соединения очень часто используются конструкторами в узлах и агрегатах различной сельскохозяйственной техники. Это – соединения зубчатых колес, шкивов с валами, звездочек, опор подшипников скольжения с втулками, направляющих втулок с корпусами, и пр.

В настоящее время более 355 видов специальной техники для сельского хозяйства оснащены цепными передачами и редукторами [2]. Наибольшее распространение в звездочках цепных передач получили сопряжения типа «вал – втулка со шпонкой» звездочки, а в редукторах – «вал – втулка со шпонкой» шестерни. Относительную неподвижность поверхностей обеспечивают шпонки.

По техническим требованиям на ремонт деталей этих сопряжений необходимо создать гарантированный запас работоспособности, так как с отказом цилиндрических сопряжений со шпонками дальнейшая эксплуатация машины невозможна.

Подробный анализ точности сопряжений «вал – втулка со шпонкой» различного назначения был проведен в работе [3], и сделан вывод, что в основном в посадке присутствуют только зазоры, причем их величина значительна, что отрицательно влияет на долговечность соединения.

В качестве примера был произведен расчет посадок для сопряжений редуктора Н090.20.000 АО «Моссельмаш». На ведомом валу применяется посадка  $\varnothing 30^{+0,17/-0,05}$ , а для ведомой шестерни –  $\varnothing 40H7/k6$ .

В работе [4] была предложена усовершенствованная методика расчета и выбора посадок с натягом для соединений «вал – втулка со шпонкой». Основным нововведением методики является учет не только крутящего момента и осевой силы при расчете наименьших натягов, но и радиальной и консольной нагрузки, которые преждевременно раскрывают стык соединения. Введено ограничение по величине шероховатости поверхности, т.к. для посадок с натягом увеличение шероховатости приводит к значительному уменьшению реальной площади контакта, и, как следствие – перенапряжения на отдельных участках контактирования. Далее можно воспользоваться методикой точностного анализа по модели параметрического отказа и установить запас точности [5]. Для исследуемых сопряжений был проведен расчет посадок, исходные данные и результаты расчета сведены в таблицу.

Таблица

**Параметры рассчитанных посадок**

Номер	Параметр	Ед. изм.	Обозначение	Значение для соединений редуктора Н 090.20	
				звездочки	шестерни
1.	Диаметр соединения	м	$d_n$	$\varnothing 0,03$	$\varnothing 0,04$
2.	Материал вала	–	–	40Х	40Х
3.	Материал втулки	–	–	СЧ-20	18ХГТ
4.	Длина соединения	м	$l$	0,058	0,035
5.	Ширина шпонки	м	$b$	0,012	0,012
6.	Крутящий момент	Нм	$M_{кр}$	200	

Номер	Параметр	Ед. изм.	Обозначение	Значение для соединений редуктора Н 090.20	
				звездочки	шестерни
7.	Стандартная посадка из условия прочности и компенсации $M_{кр}$	–	–	30H8/y8	40H9/z8
8.	Стандартная посадка из условия разбираемости и компенсации $M_{кр}$	–	–	30H7/x6	–

Наибольшую величину имеет натяг, рассчитанный от действия крутящего момента – по критерию отсутствия смещения сопрягаемых поверхностей. Поэтому перемещения поверхности втулки относительно вала будут в пределах зазоров и деформаций сопряжения «ширина шпонки – ширина паза вала – ширина паза втулки» еще до появления зазора в сопряжении от действия радиальной силы. Чтобы этого избежать, лучше ограничиться наименьшим натягом, рассчитанным по критерию отсутствия относительного смещения поверхностей, хотя с точки зрения начала аварийного изнашивания можно ограничиваться натягом, обеспечивающим отсутствие раскрытия стыка и появления зазора, в который будет попадать пыль, грязь, влага, что приведет к еще большему изнашиванию деталей соединения. Для сопряжения «вал – втулка со шпонкой» звездочки определены наибольшая сила и наибольший натяг по критерию быстрой разбираемости в полевых условиях с помощью съемника. Такой натяг меньше наибольшего натяга, рассчитанного из условия отсутствия текучести более слабого материала детали в посадке, поэтому в качестве верхней границы будет выступать именно этот натяг. При определении поправки на температурное расширение для сопряжения «вал – втулка со шпонкой» звездочки было выявлено, что реальная температура эксплуатации данного сопряжения находится в пределах 0...60 °С, поэтому из-за различия коэффициентов линейного расширения материалов вала и втулки получается, что данная поправка имеет колебания от -1,6 до +0,8 мкм. В конце расчета были назначены посадки, представленные в таблице и на рисунке, откуда видно, что более жесткие условия по точности получаются при расчете посадки звездочки на вал  $\varnothing 30$  мм по критерию разбираемости, условие прочности не нарушается, эти посадки обеспечат наибольшую долговечность и возможность разборки – сборки в полевых условиях, т.к. это соединение находится на воздухе, изнашивается и корродирует. Для посадки шестерни  $\varnothing 40$  мм критерий разбираемости не используется – это малоизнашиваемое соединение, находящееся в редукторе и имеющее значительную степень защиты. Редукторы должны восстанавливаться на специализированных предприятиях.



Рис. Сравнение посадок по функциональности

#### Библиографический список

1. Леонов, О.А. Разработка системы менеджмента качества для предприятий технического сервиса / О.А. Леонов и др. // М.: Издательство РГАУ-МСХА. – 2016. – 161 с.
2. Леонов, О.А. Обеспечение норм взаимозаменяемости соединений «вал – втулка» при ремонте машин в АПК / О.А. Леонов, Ю.Г. Вергазова // Иркутск. – 2017. – 141 с.
3. Вергазова, Ю.Г. Влияние точностных и технологических параметров на долговечность соединения «вал-втулка» / Ю.Г. Вергазова // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 3. – 2014. – С. 17-19.
4. Леонов, О.А. Расчет посадок соединений со шпонками для сельскохозяйственной техники / О.А. Леонов, Ю.Г. Вергазова // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 2. – 2014. – С. 13-15.
5. Леонов, О.А. Взаимозаменяемость / О.А. Леонов, Ю.Г. Вергазова // М.: Изд-во «Лань». – 2018. – 208 с.

## СОЗДАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АПК

**Карпузов Василий Викторович**, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Представлена разработка подходов к созданию интегрированной системы менеджмента на предприятии технического сервиса АПК. Приводятся преимущества, алгоритм построения, основные этапы, и порядок организации деятельности по разработке и внедрению системы.

**Ключевые слова:** интегрированная система менеджмента; предприятие технического сервиса АПК; разработка системы менеджмента.

Под интегрированной системой менеджмента (ИСМ) понимается часть системы общего менеджмента организации, отвечающая требованиям двух и более международных или национальных стандартов на системы менеджмента и функционирующая как единое целое.

Преимуществами применения интегрированной системы менеджмента по сравнению с использованием отдельных систем менеджмента являются улучшение ориентации на бизнес, более целостный подход к менеджменту, сокращение противоречий между отдельными системами, сокращение дублирования работы и бюрократии, более результативное проведение аудитов.

Проведенный анализ возможной структуры ИСМ для предприятия технического сервиса АПК (ТС АПК) показал, что в современных условиях оптимальным вариантом является включение в состав ИСМ предприятия ТС АПК отдельных систем, представленных в таблице 1.

Таблица 1

### Консолидация требований отдельных систем менеджмента в ИСМ предприятия ТС АПК

Наименование системы менеджмента	Нормативный документ, устанавливающий требования к системе
Система менеджмента качества (СМК)	ГОСТ Р ИСО 9001–2015
Система экологического менеджмента (СЭМ)	ГОСТ Р ИСО 14001–2016
Система менеджмента охраны здоровья и безопасности труда (СМ ОЗБТ)	ИСО 45001:2018

Объединяя в себя комплекс нескольких стандартов на конкретные системы менеджмента, ИСМ устраняет дублирование их друг другом и снимает возможные противоречия между ними. Организационно-методической базой для создания ИСМ должны служить стандарты ИСО серии 9000. Это объясняется тем, что базовые понятия и принципы, сформулированные в этих стандартах, в наибольшей мере соответствуют понятиям и принципам общего менеджмента [1].

Наиболее широкое распространение при создании ИСМ предприятий и организаций получил аддитивный (последовательный) подход на основе выявления общих и специфических требований. Процесс разработки ИСМ аналогичен созданию СМК в соответствии с требованиями стандартов ИСО серии 9000 [2]. Алгоритм построения ИСМ предприятия ТС АПК на основе идентификации общих и специфических требований приведен на рисунке 1.



**Рис. 1. Алгоритм построения ИСМ предприятия ТС АПК на основе идентификации общих и специфических требований**

При создании ИСМ предприятия ТС АПК в качестве базовой системы менеджмента необходимо использовать СМК, т.к. она направлена на более комплексный охват деятельности предприятия по сравнению с СЭМ и СМ ОЗБТ [3]. Такой подход гарантирует наибольшую эффективность внедрения системы качества на предприятиях технического сервиса [4, 5]. Ниже представлен возможный вариант процесса создания ИСМ предприятия ТС АПК, включающий шесть этапов (таблица 2).

*Таблица 2*

**Этапы процесса создания ИСМ на предприятии ТС АПК**

Наименование этапа	Содержание этапа
1. Подготовка плана и создание инфраструктуры ИСМ	1.1. Разработка концепции интегрированной системы менеджмента предприятия ТС АПК
	1.2. Разработка проекта интегрированной системы менеджмента
	1.3. Создание инфраструктуры ИСМ
2. Обучение сотрудников предприятия ТС АПК по категориям	2.1. Обучение руководства предприятия ТС АПК
	2.2. Обучение временной рабочей группы и персонала предприятия ТС АПК
	2.3. Обучение внутренних аудиторов ИСМ
3. Разработка интегрированной системы менеджмента	3.1 Идентификация общих и специфических требований
	3.2 Установление процедур реализации требований
	3.3 Документирование общих и специфических требований
4. Внедрение интегрированной системы менеджмента	4.1. Аprobация интегрированной системы менеджмента
	4.2. Корректировка документации интегрированной системы менеджмента по результатам ее внедрения
	4.3. Разработка заключения о готовности интегрированной системы менеджмента к сертификации

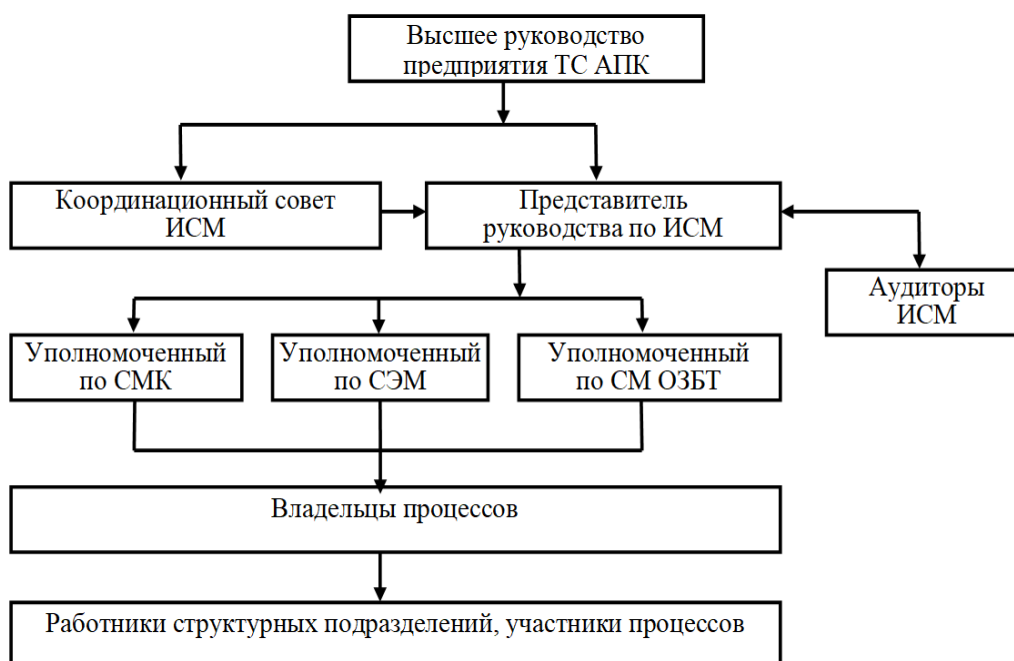
5. Анализ внедрения ИСМ и принятие решения о сертификации	5.1. Анализ внедрения и функционирования интегрированной системы менеджмента, корректирующие действия
	5.2. Разработка плана поддержания функционирования и последующего совершенствования ИСМ
	5.3. Принятие решения о сертификации интегрированной системы менеджмента
6. Сертификация интегрированной системы менеджмента	6.1. Выбор органа по сертификации ИСМ
	6.2. Организация взаимодействия с органом по сертификации интегрированной системы менеджмента
	6.3. Сертификация интегрированной системы менеджмента

Практика создания ИСМ на российских предприятиях показала, что создание ИСМ «под ключ» силами консалтинговой организации не позволяет получить эффективно и результативно действующую систему. Специфика и многочисленные особенности деятельности конкретного предприятия ТС АПК могут быть учтены только при создании ИСМ силами собственных работников и подразделений с привлечением в необходимых ситуациях высококвалифицированных консультантов. Основные участники работ при создании ИСМ на предприятии ТС АПК представлены на рисунке 2.

Каждый из участников создания ИСМ выполняет соответствующие функции, определяемые положениями о подразделениях и должностными инструкциями. Работа по созданию системы начинается с формирования организационной структуры управления ИСМ. Указанная деятельность должна включать следующие виды работ:

- назначение представителя руководства по ИСМ;
- создание службы качества, экологической службы, службы охраны труда (на небольших предприятиях – объединенной службы по ИСМ);
- создание координационного совета по ИСМ;
- назначение ответственных за ИСМ в структурных подразделениях;
- формирование рабочей группы.

На период создания ИСМ должна быть сформирована и утверждена приказом по предприятию временная объединенная рабочая группа. Нижний уровень в организационной структуре управления ИСМ предприятия ТС АПК представляют ответственные (уполномоченные) по ИСМ структурных подразделений. Они являются проводниками политики в области качества, экологии и охраны труда на всех уровнях структуры управления. Вместе с соответствующими службами уполномоченные участвуют в разработке документации ИСМ для своего подразделения, в проведении самооценки, внутренних аудитов, собирают и обрабатывают информацию по ИСМ в своем подразделении, разрабатывают и обеспечивают реализацию планов корректирующих и предупреждающих действий, обеспечивают подготовку и проведение внутренних аудитов в подразделении и т.д.



**Рис. 2. Участники работ при создании ИСМ предприятия ТС АПК**

Интегрированные системы менеджмента (качества, экологии и безопасности, других направлений менеджмента), отвечающие требованиям международных стандартов, следует рассматривать как предпосылку для устойчивого развития предприятия ТС АПК. Внедрение на предприятии интегрированной системы менеджмента повышает возможности реагирования на внутренние и внешние риски, обеспечивает удовлетворенность потребителей, повышение результативности и эффективности процессов, качества услуг по техническому обслуживанию и ремонту техники, имиджа и престижа предприятия технического сервиса АПК в целом.

### **Библиографический список**

1. Леонов, О.А. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие / О.А. Леонов, В.В. Карпузов, Н.Ж. Шкаруба, Н.Е. Кисенков // М.: Издательство КолосС. – 2009. – 468 с.
2. Соловьев, Р.Ю. Типовой проект построения эффективной системы менеджмента качества в соответствии со стандартами ИСО 9000 для предприятий технического сервиса в АПК / Р.Ю. Соловьев, В.П. Лялякин, В.К. Фрибус, М.И. Силина, М.Н. Костомахин, М.А. Красовский // М.: ГНУ ГОСНИТИ. – 2009. – 156 с.
3. Карпузов, В.В. «Методические рекомендации по созданию системы менеджмента качества на предприятии ТС АПК» / В.В. Карпузов, А.Н. Самордин // М.:ФГБНУ «Росинформагротех». – 2014. – 352 с.
4. Бондарева, Г.И. Построение современной системы качества на предприятиях технического сервиса / Г.И. Бондарева, О.А. Леонов // Сельский механизатор. – 2017. – № 8. – С. 34-35.
5. Бондарева, Г.И. Эффективность внедрения системы качества на предприятиях технического сервиса АПК / Г.И. Бондарева, О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова // Сельский механизатор. – № 4. – 2016. – С. 34-35.

## СОВРЕМЕННЫЕ ФУНКЦИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

**Куликов Александр Алексеевич**, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Рассмотрены основные функции, которые должны быть реализованы при современном подходе к метрологическому обеспечению предприятия. Показана связь метрологического обеспечения со стандартами менеджмента качества ИСО 9001.

**Ключевые слова:** метрологическое обеспечение, система качества, метрологические требования, измерения.

Система управления измерениями рассматривается как совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих элементов, необходимых для достижения метрологического подтверждения пригодности и постоянного управления процессами измерения (ГОСТ Р ИСО 9001-2015). Эта система должна быть вписана в систему менеджмента качества предприятия [1].

Главная цель деятельности метрологической службы – организация, координация и непрерывное управление качеством выполнения работ и оказания услуг по обеспечению единства измерений на всех стадиях полного жизненного цикла продукции. Это особенно важно для входного контроля [2].

Качество любой техники и контроль при ее производстве и ремонте должно обеспечиваться жесткими требованиями к метрологической службе [3]. Особенно это касается базовых узлов и агрегатов, таких как цилиндро-поршневая группа [4], коробки передач, мосты и др. Иначе будут такие потери, которые значительно выше затрат [5].

Достижение цели осуществляется путем реализации следующих функций.

Информационная функция – сбор, обработка, анализ, хранение и доведение до заинтересованных лиц информации о целях объекта и наличии на всех рабочих местах обмена информацией с заинтересованными сторонами.

Функция планирования – на основе полученной информации разработка планируемой документации (планов, графиков, схем, таблиц, инструкций), позволяющей четко представить цель объекта, мероприятия по ее достижению.

Технологическая функция – подбор, разработка, внедрение и освоение технологий (методов и средств достижения цели на всех рабочих местах).

Функция управления человеческими ресурсами – подбор, подготовка, переподготовка кадров, расстановка всех специалистов, способных выполнять мероприятия планов, полная укомплектованность всех рабочих мест персоналом соответствующей квалификации, доведение до персонала информации о квалификационных требованиях, мере ответственности и правах.

Организационная функция – организация рабочих мест, обеспечение условий деятельности, обеспечение необходимыми методиками, техническими средствами, информацией, содержащей требования к выполнению плановых заданий.



Функция управления – определение всех возможных сбойных ситуаций и отклонений в процессе достижения целей применяемыми средствами и методами, применение неординарных решений для достижения цели и передача необходимых инструкций на рабочие места.

Научно-техническая функция – регулярный обзор технических научных источников и достижений в сфере метрологического обеспечения, выбор новых методов, приобретение, внедрение и освоение современных методов и методик в процесс достижения цели.

Функция маркетинга – обзор рынка предложений новых технических средств, приобретение и внедрение технических средств.

Методическая функция – планирование и проведение обучения специалистов и исполнителей смежных производственных подразделений, выполняющих работы по метрологическому обеспечению, оказание консультативной помощи.

Функция оптимизации – сбор данных, анализ и учет затрат, выявление непроизводительных затрат, разработка мероприятий по снижению затрат, графиков движения и эксплуатации измерительного оборудования.

Функция контроля – проверка выполнения планов мероприятий, контроль качества работы исполнителей, разработка планов повышения качества, осуществление корректирующих действий по выявленным несоответствиям.

Функция надзора – контроль соблюдения метрологических требований как в сферах, так и вне сфер государственного регулирования, а также принятие мер по устранению нарушений, выявленных во время надзорных действий.

Чтобы деятельность метрологической службы предприятия полностью удовлетворяла требованиям государственных и международных стандартов к процедурам управления контрольным, измерительным и испытательным оборудованием необходимо внутри системы качества предприятия разработать и поддерживать в рабочем состоянии систему качества измерений, которая бы документально регламентировала основные процедуры выполнения отдельных видов деятельности по метрологическому обеспечению измерений.

При разработке системы качества измерений необходимо все элементы системы качества по ИСО 9001 интерпретировать применительно к продукции метрологической службы. При разработке системы качества измерений целесообразно использовать международный стандарт ISO 10012, который был подготовлен Техническим комитетом ISO/TK 176 «Менеджмент качества и обеспечение качества», Подкомитетом ПК 3 «Поддерживающие технологии». Данный стандарт содержит общие требования и руководство, касающиеся менеджмента измерительных процессов и метрологического подтверждения измерительного оборудования, используемого для обеспечения и демонстрации соответствия метрологическим требованиям. Он устанавливает требования к менеджменту качества в системе менеджмента измерений, которая может быть использована организацией, проводящей измерения, как часть всей системы менеджмента, а также для обеспечения соответствия метрологическим требованиям.

Эффективная система менеджмента измерений обеспечивает пригодность измерительного оборудования и измерительных процессов своему предназначенному использованию и является весьма важным инструментом для достижения целей качества продукции и управления риском при неправильных результатах измерения.

Цель системы менеджмента измерений заключается в управлении риском вероятности того, что измерительное оборудование и измерительные процессы дадут неправильные результаты, которые могут повлиять на качество продукции организации. Методы, используемые в системе менеджмента измерений весьма разнообразны: от верификации базового оборудования до статистических методов управления процессом измерения.

Одним из установленных в ISO 9000 принципов является процессный подход. Измерительные процессы следует рассматривать как специфические процессы, направленные на обеспечение качества продукции организации.

### **Библиографический список**

1. Леонов, О.А. Разработка системы менеджмента качества для предприятий технического сервиса / О.А. Леонов // М.: Издательство РГАУ-МСХА. – 2016. – 161 с.

2. Бондарева, Г.И. Входной контроль и метрологическое обеспечение на предприятиях технического сервиса / Г.И. Бондарева, О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба // Сельский механизатор. – № 4. – 2017. – С. 36-38.

3. Леонов, О.А. Качество сельскохозяйственной техники и контроль при ее производстве и ремонте / О.А. Леонов // Тракторы и сельхозмашины. – №3. – 2016. – С.30-32.

4. Леонов, О.А. Метрологическое обеспечение контроля гильз цилиндров при ремонте дизелей / О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова, У.Ю. Антонова // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. – № 6. – 2018. – С. 104-109.

5. Леонов, О.А. Исследование затрат и потерь при контроле шеек коленчатого вала в условиях ремонтного производства / О.А. Леонов // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 2. – 2013. – С. 71-74.

УДК 006:91

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА И КАЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ОТВЕРСТИЙ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ СЕРВИСЕ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ В АПК**

*Куликов Александр Алексеевич, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Сапожников Иван Иванович, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** Рассмотрены особенности методики измерения отверстий повышенной точности при техническом сервисе машин, составляющие погрешностей измерения, обоснован критерий выбора нутромеров.

**Ключевые слова:** погрешность измерения, методика измерения, суммарная погрешность, точность измерений.

В последние годы наблюдается возрождение и обновление производств в отраслях АПК. Важным фактором повышения качества услуг при техническом сервисе машин и оборудования является внедрение систем менеджмента качества [1] и соблюдение норм точности и прочности материалов деталей [2]. Встают вопросы и метрологического обеспечения производства [3]. Особенно актуален вопрос обеспечения точности измерения отверстий, изготовленных по 5 – 7 квалитетам точности. Это базовые ресурсопределяющие детали, такие как блоки и гильзы цилиндров, корпуса коробок передач, трансмиссии, водонасосное оборудование. Они имеют разные размеры, большую массу и изготовлены с высокой точностью. Измерение отверстий таких изделий при техническом сервисе выполняется только переносными нутромерами [4]. Номенклатура и выбор таких приборов весьма ограничен. Метрологические требования по выбору средств измерений установлены в ГОСТ 8.051-81 и РД 50-98-86 и для рассматриваемых квалитетов точности допускаемая погрешность измерения составляет 35% допуска на изготовление ( $\Delta_{u}^{don}=0,35T$ ) [5].

Приборы для измерения внутренних размеров входят в особую группу и характеризуются повышенной сложностью метода измерения и конструкции. При измерении отверстий прибор вводят в деталь на разную глубину и в разном положении, что меняет условия контакта. Приборы не самоустанавливаются относительно оси диаметра, а требуют предварительную установку на измеряемый размер. При техническом сервисе машин используются индикаторные двухточечные нутромеры с головками разной точности и форм отсчёта показаний. Измерения всегда связаны с погрешностью и неопределённостью результата. Под погрешностью прибора, указанной изготовителем, понимаем погрешность измерения этим прибором в нормированных (идеальных) условиях выполнения измерительного процесса.

На погрешность измерения влияют погрешность прибора (инструментальная погрешность), его техническое состояние, а также условия измерений, установка прибора на размер, методика выполнения измерений, состояние поверхности объекта, субъективные погрешности оператора и другие факторы.

Все влияющие факторы приносят в результат дополнительные погрешности, которые имеют случайный характер и не скорректированы.

Рассмотрим основные влияющие на результат составляющие погрешности.

Измерение отверстий двухточечными нутромерами проводится по методу отклонений, требующему установку на размер. Установка нутромеров на размер может быть выполнена по блоку концевых мер с боковиками, собранными в струбцине, аттестованному кольцу, специальному настроечному приспособлению и по образцу. Расчётно-экспериментальные данные по погрешности установки показывают, что они растут с увеличением диаметра при всех методах настройки, но коэффициент влияния разный и составляет от 0,2 до 1 от инструментальной погрешности. Установка по аттестованному кольцу в два раза точнее, чем по блоку концевых мер длины. Применение микронных головок увеличивает коэффициент влияния.

Совмещение линии измерения с диаметром отверстия у двухточечных нутромеров осуществляется устройством центрирующего мостика путём покачивания прибора при измерении в осевой плоскости в пределах трёх – пяти показаний отсчётного устройства, принимая минимальные значения показаний. Погрешность центрирования увеличивает риски от 0,3 до 0,8 от инструментальной составляющей в зависимости от размеров и точности головок.

Температурные погрешности всегда сопутствуют измерениям, поскольку выполняются в основном с отклонением от нормальной температуры, равной 20°C. Погрешность растёт с увеличением перепада температур и размера, при перепаде  $\pm 3^\circ\text{C}$  и размерах свыше 200 мм становится доминирующей. Для уменьшения и стабилизации температурных погрешностей необходимо прибор при измерении держать за теплоизолирующую ручку, проводить выравнивание температур объектов измерения и прибора, а высокоточные измерения выполнять в помещениях с температурой  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Субъективные погрешности связаны с оператором и зависят от его квалификации и навыка в работе с прибором и сопровождают все этапы измерительного процесса от выполнения установочных работ на размер до получения результата. При этом различают ошибки наблюдений и ошибки действия оператора. При высокой квалификации коэффициент влияния составляет 0,2-0,3 от погрешности прибора. Все измеряемые поверхности деталей имеют микронеровности, следы масел, загрязнений, износ, а некоторые и коррозию, что также увеличивает суммарную погрешность и снижает качество измерений.

Двухточечные нутромеры могут быть установлены на размер по аттестованному микрометру, блоком концевых мер с боковиками, собранными в струбцине, калибровочному кольцу, по специальному настроечному приспособлению и по образцу.

Установку по микрометру проводить не рекомендуется из-за большой погрешности самого процесса установки. При установке на размер по блоку концевых мер с боковиками возникают погрешности от притирки мер (чем меньше размер мер, тем больше погрешность притирки) и погрешности от деформации зажима в струбцине.

Рекомендуется установку нутромеров на размер проводить по установочным кольцам и настроечному приспособлению. Можно настраивать и по образцу. Расчётно-экспериментальные погрешности установки на размер представлены в таблице.

*Таблица*

**Составляющие погрешности измерения двухточечными индикаторными нутромерами при отсчётных устройствах 0,01 мм / 0,001 мм**

№ п/п	Вид погрешности	Интервалы диаметров отверстий, мм			
		18-50	50-120	120-260	260-500
1	Погрешности прибора при измерении в идеальных условиях в пределах 0,8 перемещения измерительного стержня, мкм	11 / 4	14 / 4	16 / 5	20 / 7
2	Погрешность установки на размер, мкм:				
	по блоку концевых мер	2	3,5	5	7
	по аттестованному кольцу	1	1,5	2	3
	по специальному приспособлению	1,5	2,0	3	4
3	Погрешность от совмещения линии измерения с диаметром отверстия (погрешность центрирования), мкм	3 / 1,5	4 / 2,5	6 / 4	8 / 6

4	Температурная погрешность при перепаде 3°С, мкм	3 / 2	5 / 3	8 / 4	10 / 6
5	Субъективные погрешности, мкм	3 / 1,5	3 / 2	4 / 2,5	5 / 3
6	Погрешности от влияния шероховатости поверхности и эксплуатационных загрязнений, мкм	3	3	4	4
7	Суммарные погрешности измерения, мкм: при установке по блоку концевых мер и отсчётном устройстве 0,01 мм	12,7	16,4	20,3	25,6
	при установке по приспособлению и отсчётном устройстве 0,001 мм	6	7	9,4	12,7

Суммарное воздействие всех факторов риска имеет случайный характер и увеличивает суммарную погрешность измерения, рассчитанную квадратичным сложением, в 1,3-1,8 раза от инструментальной погрешности. При этом для микронных головок коэффициент влияния больше.

Таким образом, для обеспечения единства и качества измерений отверстий, изготовленных по 5-7 квалитетам точности, критерий выбора средств измерений должен учитывать, всю суммарную погрешность и ужесточён.

Допускаемая погрешность измерения нутромерами должна соответствовать менее пятой части допуска ( $\Delta_{доп} \leq 0,2T$ ).

#### Библиографический список

1. Леонов, О.А. Разработка системы менеджмента качества для предприятий технического сервиса / О.А. Леонов, Г.И. Бондарева, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова // М.: Издательство РГАУ-МСХА. – 2016. – 161 с.
2. Леонов, О.А. Обеспечение норм взаимозаменяемости соединений «вал – втулка» при ремонте машин в АПК / О.А. Леонов, Ю.Г. Вергазова // Иркутск. – 2017. – 141 с.
3. Леонов, О.А. Качество сельскохозяйственной техники и контроль при ее производстве и ремонте / О.А. Леонов, Г.И. Бондарева, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова // Тракторы и сельхозмашины. – №3. – 2016. – С.30-32.
4. Леонов О.А. Метрологическое обеспечение контроля гильз цилиндров при ремонте дизелей / О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова, У.Ю. Антонова // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. – № 6. – 2018. – С. 104-109.
5. Бондарева, Г.И. Входной контроль и метрологическое обеспечение на предприятиях технического сервиса / Г.И. Бондарева, О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба // Сельский механизатор. – № 4. – 2017. – С. 36-38.

УДК 621.797. (631.354.2)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ И ЗАЗОРОМ НА ПРИМЕРЕ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ «VECTOR»**

*Лебедев Анатолий Тимофеевич, профессор кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ*

*Павлюк Роман Владимирович, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ*

**Аннотация:** В статье представлено исследование вероятности получения шпоночных соединений с натягом и зазором на примере зерноуборочных комбайнов «VECTOR». Проанализированы отклонения размеров деталей сопряжений, поступающих в качестве запасных частей в различные торговые фирмы Ставропольского края. Представлены описание конструктивных особенностей предложенных технических решений и практические рекомендации по их применению.

**Ключевые слова:** зерноуборочный комбайн, восстановление, ступица, шпоночное соединение, посадка.

В настоящее время с введением санкций и различных торговых войн существует значительный рост цен сельскохозяйственную технику, как отечественного, так и импортного производства, и топливо-смазочные материалы при низких ценах на аграрную продукцию внутри страны. Поэтому сельскохозяйственные товаропроизводители не могут своевременно менять изношенную технику, в результате чего из-за роста износа машинно-тракторного парка возрастает роль ремонтно-обслуживающей базы предприятий.

Но при этом в таком подходе не акцентируется внимание на особенностях работ конкретных деталей, которые могут иметь несколько рабочих поверхностей, принципиально отличающихся своим функциональным назначением. Учет такой специфики, реализуемой нами на практике, позволяет существенно повысить как надежность самой машины, так и эффективность технологии, в которой она функционирует [1].

Из таблиц дефектации, указанных в специальных руководствах, нормах и правилах изготовления и ремонта, следует, что в большинстве случаев определённые ограничения по эксплуатации имеют многочисленные пары трения деталей, в частности, шпонки, шпоночные пазы, работающие, как правило, в сложных условиях реверса и попадания абразива [2].

Неточное изготовление шпоночно-шлицевых соединений приводит к тому, что шпонка в пазу начинает перекашиваться, не равномерно воспринимая возникающие усилия, и, как следствие, быстро изнашивается и сминается, повреждая пазы вала и втулки [3]. Поэтому для выявления причин возникновения данного вида отказов были проанализированы геометрические параметры деталей шпоночных соединений, поступающих в качестве запасных частей.

Для исследований был выбран зерноуборочный комбайн «VECTOR 410», получивший широкое распространение в фермерских хозяйствах Ставропольского края.

В шпоночных соединениях зерноуборочных комбайнов для диаметров  $\varnothing 30...65$  мм применяют шпонки с размерами  $8 \times 7 \times 40$ ,  $12 \times 8 \times 40$ ,  $14 \times 9 \times 125$  и  $18 \times 11 \times 200$  [1]. Детали в шпоночных соединениях одновременно сопряжены по трем посадкам: «вал - ступица», «паз вала – шпонка» и «паз ступицы - шпонка». Причем во всех трех видах посадок техническими условиями завода изготовителя предусмотрен зазор, напрямую влияющий на работоспособность соединения в целом [4].

Для исследования свойств рабочих поверхностей деталей шпоночных соединений было использовано оборудование и приборы инновационной лаборатории "Учебно-научно-производственный центр «Восстановление и упрочнение деталей машин»" Ставропольского ГАУ.

Измерение ширины шпонок и диаметра валов проводилось контактным методом с помощью электронных микрометров МКЦ-25, МКЦ-50 и МКЦ-75, соответственно, с точностью отсчета 0,001 мм, а шпоночных пазов и внутренних диаметров шкивов применением нутромеров индикаторных НИ-18 и НИ-50 с индикаторной головкой 1ИГ [1].

Для определения качества изготовления деталей шпоночного соединения осуществлялась их выборка общим количеством 50 шт. каждого типоразмера, представленных выше.

Измерение диаметральных размеров сопряжения «вал-втулка» показало присутствие брака и при сборке существует явная возможность образования зазора в данном соединении (рисунок 1) [1].

Проведенными исследованиями установлено, что рассеяние зазоров и натягов подчиняется закону нормального распределения и допуск деталей равен величине поля рассеяния, т.е.  $T=6\sigma_{\text{пос}}$ .

Учитывая случайный характер при сборке среднее квадратическое отклонение посадки  $\sigma_{\text{пос}}$  определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{пос}} = \sqrt{\sigma_{\text{ступ}}^2 + \sigma_{\text{вал}}^2}, \quad (1)$$

где  $\sigma_{\text{ступ}} = \frac{T_D}{6}$  – среднее квадратическое отклонение диаметра ступицы шкива, мм;

$\sigma_{\text{вал}} = \frac{T_d}{6}$  – среднее квадратическое отклонение диаметра вала, мм;

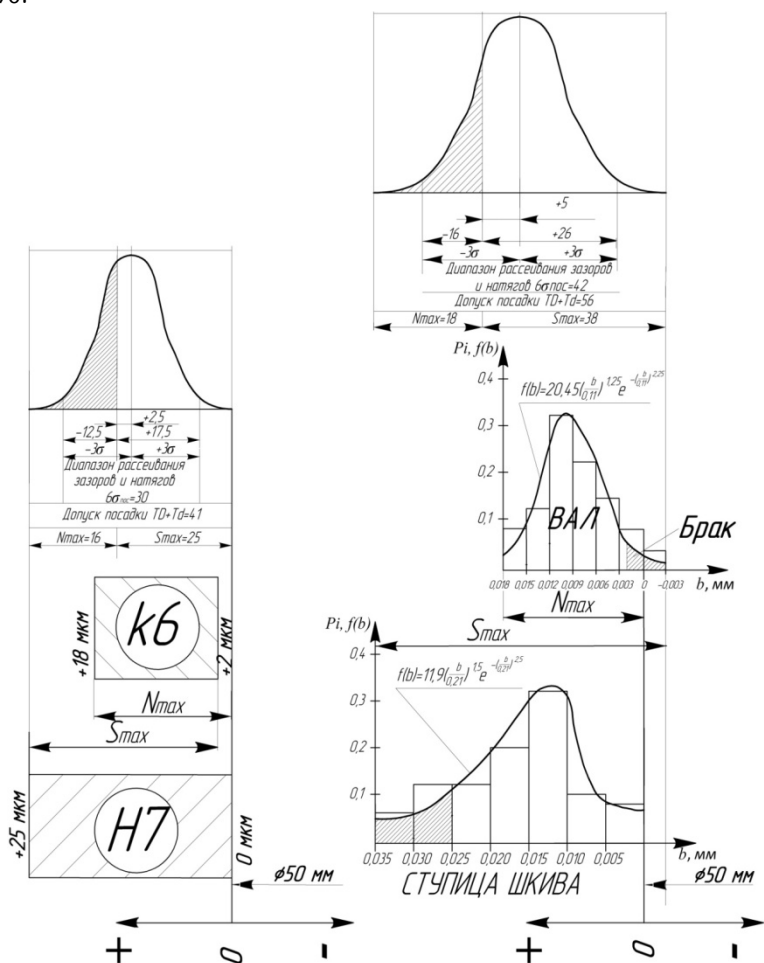
$T_D$  и  $T_d$  – допуски размеров ступицы шкива и вала, соответственно.

Определение вероятности получения зазоров и натягов в рассматриваемом соединении осуществлялось нормированной функцией Лапласа по формуле:

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z e^{-\frac{z^2}{2\sigma^2}} dz, \quad (2)$$

Теоретическая вероятность получения зазоров в сопряжении «вал-втулка»  $\varnothing 50$  отбойного битера комбайна «VECTOR 410» (незаштрихованная площадь по кривой распределения) составляет 69,1%, а экспериментальная, полученная на основе микрометража, 76,2%. В этом случае вероятностный натяг равен 30,9% и 23,8%,

соответственно. Опытный вероятностный натяг – 16 мкм и зазор +26 являются практически предельными. Следует отметить возможность появления брака в данном сопряжении до 12%.



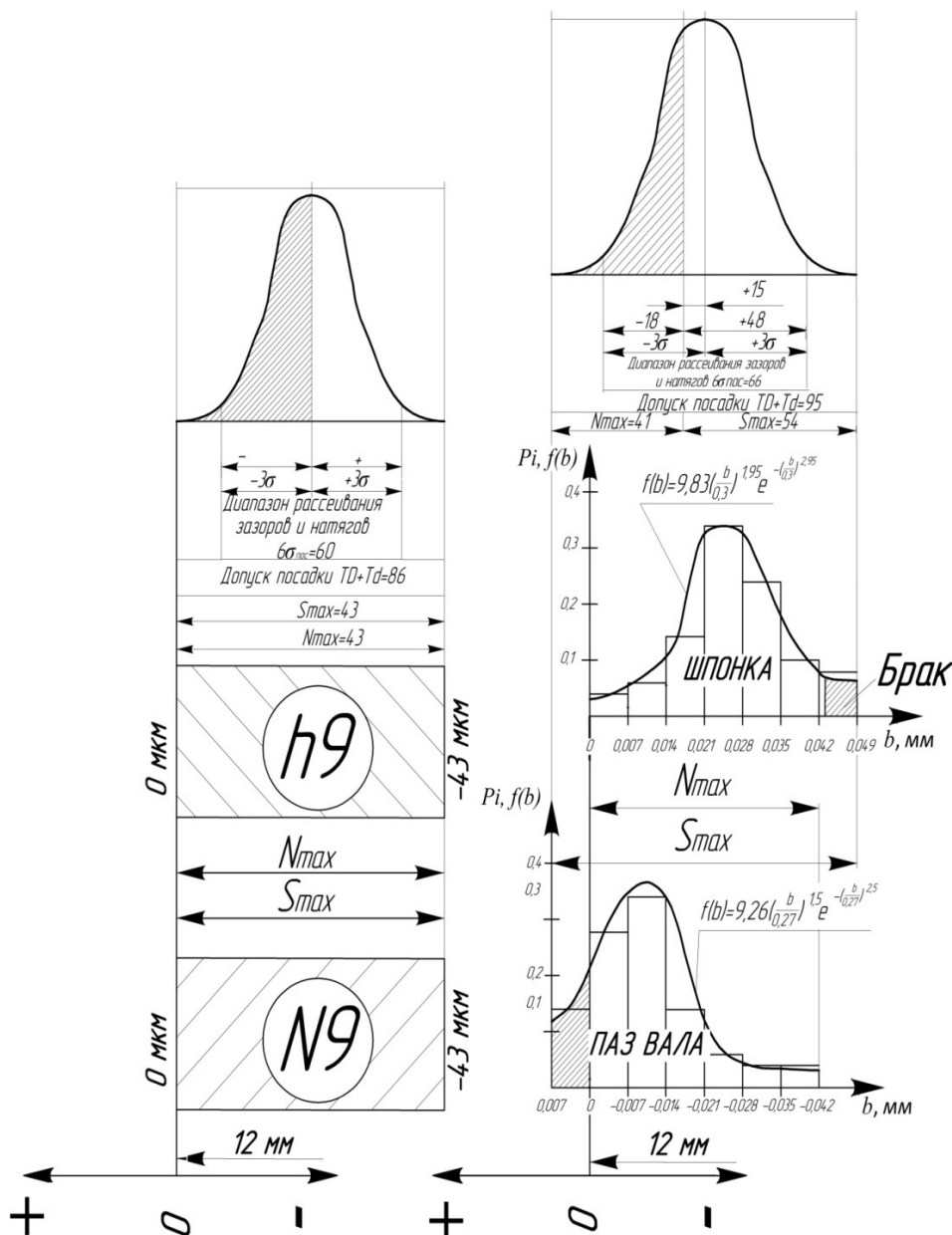
**Рис. 1. Вероятность получения соединений с натягом и зазором в сопряжении «вал-ступица шкива» Ø50 мм отбойного бitera комбайна «VECTOR 410»:**

а) теоретическая; б) экспериментальная, с графическим построением опытного распределения

Аналогично складывается ситуация с остальными видами посадок. Так, в качестве примера, рассмотрим посадку «паз вала – шпонка», применяемую в сопряжении заднего контрпривода «шкив РСМ.-10.01.34.060А и вал 101.01.34.601» зерноуборочного комбайна «VECTOR 410» (рисунок 2). В данном соединении

применяется посадка  $12\text{ N9/h9} \left( \begin{array}{c} -0,043 \\ -0,043 \end{array} \right)$ .





**Рис. 2. Вероятность получения соединений с натягом и зазором в сопряжении «паз вала – шпонка» с шириной 12 мм заднего контрпривода комбайна «VECTOR 410»:**  
 а) теоретическая; б) экспериментальная, с графическим построением опытного распределения

Анализ сопряжения «паз вала – шпонка» 12 мм заднего контрпривода комбайна «VECTOR 410» показал, что теоретическая вероятность получения зазора и натяга равна 50%, тогда как экспериментальное значение существенно отличается и составляет 91,31% и 8,69%, соответственно.

Из проведенных исследований геометрических параметров деталей шпоночных соединений, поступающих в качестве запасных частей, выявлено, что полученные экспериментальные значения находятся на верхних границах полей допусков, что заведомо обуславливает низкий ресурс соединения [4].

Конструктивная компоновка механических приводов зерноуборочных комбайнов предусматривает то, что шпоночные соединения располагаются на выходных концах валов, что является необходимым условием для разборки-сборки, например, при замене подшипников. Поэтому применение нанокomпонентных полимерных составов, ультра- и

наноконпозиционного химического никелирования и других технических решений для получения посадок с натягом в этих случаях не целесообразно [1].

Действенным решением может служить установка вместо существующих шпоночных соединений, где это позволяют технические требования, съемной ступицы для монтажа вращающегося элемента на приводном валу, которая может быть изготовлена в виде ремонтного комплекта с достаточной точностью в ремонтных мастерских хозяйств. Следует отметить, что существуют также некоторые ограничения на установку предлагаемой съемной ступицы, которая не может быть применена в подвижных соединениях. В первую очередь ремонтный комплект должен снизить время восстановления работоспособности соединения.

#### **Библиографический список**

1. Лебедев, А.Т. Надежность и эффективность шпоночных соединений / А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, Р.А. Магомедов, П.А. Лебедев, А.В. Захарин // Ставрополь. – 2015. – 140 с.
2. Лебедев, А.Т. Особенности работы и долговечность шпоночных соединений механических приводов / А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, А.В. Захарин, П.А. Лебедев, Г.Г. Шматко // Наука в центральной России. – № 2 (32). – 2018. – С. 12-19.
3. Pavlyuk, R., Calculation of the transmitted torque upgraded fixed connection / R. Pavlyuk, A. Lebedev, A. Zacharin, P. Lebedev // В сборнике: Engineering for Rural Development Proceedings. – 2017. – С. 207-211.
4. Лебедев, А.Т. Рабочие поверхности шпоночных соединений зерноуборочных комбайнов / А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, А.В. Захарин, П.А. Лебедев, Ю.И. Жевора, Е.В. Зубенко // Наука в центральной России. – № 5 (29). – 2017. – С. 50-56.

УДК 658.562.012.7

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДЕКСОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

*Петухов Александр Евгеньевич, старший преподаватель кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Пчелкин Александр Андреевич, ассистент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** В статье рассматриваются индексы воспроизводимости и применение табличного способа управления качеством в ремонтном производстве. Выделяется проблема количественной оценки децентрализованности процесса. Даются рекомендации для улучшения потенциальных характеристик измерительного процесса.

**Ключевые слова:** Качество, воспроизводимость, измерительный процесс, ремонт, статистика.

Метрологическое обеспечение производства приобретает все большее значение в оценке качества технологического процесса [1]. Это выражается в оценке сходимости, воспроизводимости и точности результатов измерений [2] и постоянного повышения точности технологических процессов. Ужесточаются требования к экологичности, поэтому и точность определения, например, характеристик двигателей при испытании должна быть выше. В мелкосерийном производстве необходимо уже применение точных универсальных средств измерений. Формируются элементы контроля [3]. Обеспечение точности гарантирует уменьшение потерь от брака [4]. А вопросы метрологического обеспечения производства неразрывно связаны с качеством ее производства и ремонта [5].

Расчет численных значений индексов воспроизводимости и надежности процесса и их сопоставление позволяет решать целый комплекс стратегических и тактических задач, в сфере статистического управления качеством, включая, количественную оценку потенциальных и реальных возможностей повышения качества измерительных и контрольных процессов в ремонтном производстве.

Не менее важной проблемой является количественная оценка децентрированности процесса, что позволяет сопоставить потенциальные возможности технологического процесса, с его возможностями в реальных условиях ремонтного производства. При этом можно выяснить, насколько процесс соответствует реальным условиям ремонтного производства; насколько ожидаемый технический и экономический эффект соответствует действительности.

Безусловно, индекс потенциальной воспроизводимости процесса  $S_p$  является его важнейшей статистической характеристикой, но в практике управления качеством всякий раз потребуются выявить реальные возможности технического сервиса, для оценки которых предложен критерий реальной воспроизводимости процесса  $S_{rk}$ .

Индекс реальной воспроизводимости (фактор надежности) процесса –  $S_{rk}$  характеризует реальные возможности данного измерительного процесса и свидетельствует о стабильности реальных, плохо воспроизводимых условиях, когда имеют место систематические отклонения от нормы качества, вызванные внешними факторами негативного воздействия на технологический процесс.

В реальных условиях ремонтного производства всегда имеют место систематические отклонения от нормы качества, децентрирующие процесс. Хотя они не нашли отражения в индексе потенциальной воспроизводимости процесса  $S_p$ , характеризующем лишь специфические особенности и потенциальные возможностями производства, но они нашли отражение в указанном индексе надежности  $S_{rk}$ , численное значение которого не столько зависит от величины стандартного отклонения  $a$ , сколько от степени децентрированности процесса, характеризуемой величиной  $k$ , называемой коэффициентом децентрированности процесса.

Для оценки воздействия внешних факторов на реальный технологический процесс вычисляют численный критерий реальной воспроизводимости процесса  $S_{rk}$ , который также называется «индексом надежности» процесса.

Если ремонтное производство спроектировано неудачно, то его потенциальные возможности относительно качества, изначально невысоки, а реальные возможности становятся еще ниже. Следовательно, для улучшения потенциальных характеристик

измерительного процесса потребуется либо полностью изменить процесс, либо хотя бы модернизировать его.

Так, если  $C_p > 1$ , а  $C_{pk} < 1$ , то еще не все потеряно. Достаточно выявить некий источник систематического отклонения от нормы качества и удалить его, чтобы наладить процесс. Но если  $C_p < 1$ , то единственный способ увеличения его потенциальных возможностей, это снижение величины стандартного отклонения, которая является универсальным статистическим критерием управляемости многофакторного процесса, по результатам выборочного контроля.

Повышение индекса воспроизводимости процесса сопровождается уменьшением размаха отклонений от нормы качества и ширины кривой статистического распределения. Если она оказывается в пределах поля допуска и не пересекает его границ, то потенциально процесс управляем и воспроизводим.

Когда реальное распределение смешанного типа не соответствует закону нормального статистического распределения и вместо статистики Гаусса приходится пользоваться закономерностями аномального распределения, которые здесь ближе к реальному распределению, удобно применять табличный способ управления качеством.

В ситуации, когда все математические выкладки, включая интегральное исчисление, с целью оценки площадей, находящихся под отрезками кривой статистического распределения в пределах поля допуска или вне его, проводятся по заранее намеченному плану, для каждого ремонтного производства составляются таблицы интегральных значений нормализованных величин, которыми пользуются на практике с целью численной оценки тех или иных показателей качества, например, для экспрессной оценки численного значения уровня (степени) дефектности.

Для расчетно-графической оценки контролируемых показателей качества деталей машин: числа дефектных изделий  $n$  или степени дефектности деталей  $p$  всякий раз потребуется вычислить некую интегральную площадь под отрезком кривой статистического распределения Пуассона, отсекаемой ближайшей границей поля допуска, за его пределами.

Однако для взятия определенного интеграла, с целью вычисления площади под отрезком кривой распределения Пуассона, потребуется специальная математическая подготовка, а также, навыки по решению непростых задач интегрального исчисления.

В связи с указанными математическими трудностями должен применяться достаточно простой и доступный табличный способ численной оценки площадей под участками кривой статистического распределения, степени дефектности деталей машин и др. величин, характеризующих их качество, где все экспериментальные и расчетные данные приводят к нормализованному виду и затем, с помощью специальных таблиц интегральных значений нормализованных величин, по величине нормализованного показателя  $U$  можно определить, скажем, степень дефектности выпускаемой продукции.

### **Библиографический список**

1. Леонов, О.А. Метрологическое обеспечение контроля гильз цилиндров при ремонте дизелей / О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова, У.Ю. Антонова // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. – № 6. – 2018. – С. 104-109.

2. Шкаруба, Н.Ж. Оценка сходимости и воспроизводимости измерительного процесса при дефектации диаметров шеек коленчатого вала / Н.Ж. Шкаруба // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 1. – 2015. – С. 42-46.

3. Бондарева, Г.И. Входной контроль и метрологическое обеспечение на предприятиях технического сервиса / Г.И. Бондарева, О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба // Сельский механизатор. – № 4. – 2017. – С. 36-38.

4. Леонов, О.А. Исследование затрат и потерь при контроле шеек коленчатого вала в условиях ремонтного производства / О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 2. – 2013. – С. 71-74.

5. Леонов, О.А. Качество сельскохозяйственной техники и контроль при ее производстве и ремонте / О.А. Леонов, Г.И. Бондарева, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова // Тракторы и сельхозмашины. – №3. – 2016. – С.30-32.

УДК 658.562.5

## **РАЗРАБОТКА КАЛИБРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ШЛИЦЕВЫХ ОТВЕРСТИЙ КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ АВТОМОБИЛЕЙ ГАЗ**

*Петухов Дмитрий Михайлович, инженер кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** В статье приведена методика и результаты разработки калибра для контроля шлицевых отверстий карданной передачи автомобилей ГАЗ с целью использования на предприятиях технического сервиса.

**Ключевые слова:** Калибр, шлицевое отверстие, качество, контроль, карданная передача.

Особенности эксплуатации отечественных машин предусматривают проведение регулярных капитальных ремонтов из-за низкой надежности как новой, так и отремонтированной техники [1]. Базовые причины брака – использование изношенного оборудования и низкое качество обеспечения операций контроля [2]. Конструкторский фактор тоже присутствует – нормы точности выбираются по методам подобию и аналогии [3], а материалы деталей используются из номенклатуры дешевых и низкосортных [4].

Управление качеством в современных условиях возможно только при соблюдении требований стандартов ИСО 9000 [5]. Улучшение качества ремонта возможно и путем организации операций контроля. Вначале необходимо выбрать средства измерений. Существуют современные алгоритмы выбора средств измерений, позволяющие оценить потери от неправильного забракования и принятия деталей и определить затраты на контроль. Далее возможно исследование затрат и потерь, и их

оптимизация, что приведет к уменьшению затрат на качество. Экономия достигается и при применении новейших средств измерений. Новые средства измерений внедряются в стандарты предприятия. При выборочном контроле проверка соответствия требованиям осуществляется только у случайно выбранных деталей из партии и по их качеству либо принимают, либо бракуют всю партию.

**В ремонтном производстве для контроля деталей рационально использовать калибры.**

Достоинства калибров:

простота конструкций, относительная легкость изготовления, а следовательно, невысокая стоимость;

контроль производится в условиях, приближенных к условиям сборки, что обеспечивает взаимозаменяемость;

простота и низкая трудоемкость применения;

высокая износостойкость, особенно армированных твердых сплавов.

Недостатки:

отсутствие числовых данных о размере объекта;

неизвестна погрешность контроля, так как она обуславливается не только размерами калибра, но и размерами детали, состоящей ее поверхности, неопределенным измерительным усилием, температурными деформациями и т.д.;

не выявляются практически отношения геометрической формы детали.

**Требования, предъявляемые к калибрам:**

точность размера, которая достигается как способом обработки, так и способом измерения при изготовлении и поверке;

высокая износостойкость, твердость и качество измерительных поверхностей, которые достигаются закалкой этих поверхностей, армированием твердым сплавом, хромированием и т.д.;

стабильность рабочих размеров, которая достигается снятием внутренних напряжений;

наибольшая жесткость при наименьшей массе, которая достигается конструктивными решениям;

быстрота и удобство контроля, которое достигают выбором конструкции калибро;

антикоррозийность, которая бывает наиболее эффективна при хромировании рабочих поверхностей.

Шлицевое соединение карданной передачи автомобиля Газель, подвижное, нагрузка местная умеренная, способ центрирования по внутреннему диаметру  $d$ :

$$d-8\times 36H7/f7\times 40H12/a11\times 7D9/h8,$$

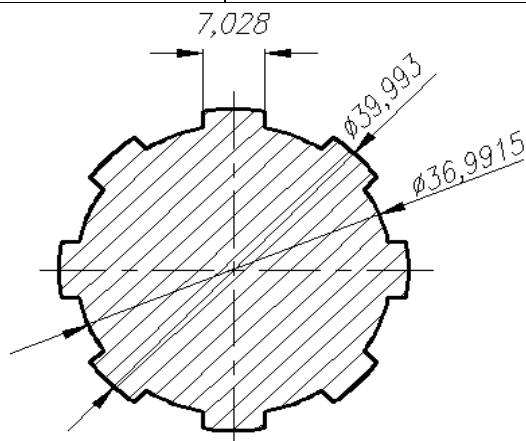
где  $z = 8$  – число зубьев;  $d = 36$  мм – внутренний диаметр;  $D = 40$  мм – наружный диаметр;  $b = 7$  мм – ширина зуба.

По ГОСТ 7951 – 80 находим размеры проходного комплексного калибра пробки. Согласно ГОСТ 24960 – 81 «Калибры для шлицевых прямобочных соединений», выбираем вид проходного комплексного калибра – пробки.

По ГОСТ 7951 – 80 находим допуски калибров – пробок для прямобочных шлицевых соединений при центрировании по  $d$  и сводим в таблицу.

Значения допусков размеров калибра – пробки

Размеры	Допуски на изготовление калибров		
	Z	H	Y
d	8,5	7,0	19,0
D	7,0	4,0	13,0
b	12	4,0	18,0



**Рис. Эскиз калибра - пробки шлицевого прямобочного соединения карданной передачи автомобиля Газель d–8×36H7/f7×40H12/a11×7D9/h8**

Таким образом, разработан калибр – пробка для контроля шлицевого отверстия карданной передачи автомобиля Газель при ремонте. Применение данного калибра позволит снизить трудоемкость контроля в 2...3 раза. Этим калибром можно контролировать как поступающие на предприятие шлицевые валы от завода – изготовителя, так и изношенный ремонтный фонд.

#### Библиографический список

1. Бондарева, Г.И. Составляющие качества ремонта / Г.И. Бондарева, О.А. Леонов // Сельский механизатор. – № 7. – 2016. – С. 2-4.
2. Леонов, О.А. Качество сельскохозяйственной техники и контроль при ее производстве и ремонте / О.А. Леонов, Г.И. Бондарева, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова // Тракторы и сельхозмашины. – №3. – 2016. – С.30-32.
3. Леонов, О.А. Обеспечение норм взаимозаменяемости соединений «вал – втулка» при ремонте машин в АПК / О.А. Леонов, Ю.Г. Вергазова // Иркутск. – 2017. – 141 с.
4. Бондарева, Г.И. Входной контроль и метрологическое обеспечение на предприятиях технического сервиса / Г.И. Бондарева, О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба // Сельский механизатор. – № 4. – 2017. – С. 36-38.
5. Леонов, О.А. и др. Разработка системы менеджмента качества для предприятий технического сервиса / О.А. Леонов и др. // М.: Издательство РГАУ-МСХА. 2016. – 161 с.

## УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА ПО КОНТРОЛЬНЫМ КАРТАМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АПК

**Пчелкин Александр Андреевич**, ассистент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Петухов Александр Евгеньевич**, старший преподаватель кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Применительно к предприятиям технического сервиса рассматриваются контрольные карты контроля качества по количественному и по альтернативному признаку. Делается сравнение карт для оценки эффективности и их применения для анализа и управления процессами.

**Ключевые слова:** процесс, контроль, качество, карта, техника, сервис, воспроизводимость, отклонение, дисперсия.

Качеству уделяется большое внимание при производстве и ремонте техники [1]. Существует типовая модель системы качества для процессов ремонта [2]. Система контроля качества на ремонтных предприятиях требуется для оценки деятельности по качеству и браку. Оценка внутренних потерь [3] самая сложная составляющая при оценке брака. Информация о браке предполагает наличие инструментов контроля качества: контрольных листов, контрольных карт и диаграмм разброса. Входной контроль и метрологическое обеспечение на предприятиях технического сервиса должно соответствовать современным нормам [4].

Управление процессом с использованием контрольных карт получило название статистического управления процессами. Задача такого управления – это поддержание процесса в стабильном, статистически управляемом состоянии, гарантирующем соответствие результатов процесса установленным требованиям. Признаком статистически управляемого состояния процесса является отсутствие на контрольной карте точек за контрольными границами, трендов и необычных структур точек внутри контрольных границ.

Статистические методы широко используются в управлении качеством на предприятиях технического сервиса [5]. Контрольные карты получили широкое распространение на предприятиях машиностроения и технического сервиса, с помощью карт контролируются предельные отклонения размеров и допусков по ЕСДП, но данный метод может быть применен для оценки качества работы предприятия любого профиля. Внедрение контрольных карт – одно из эффективных мероприятий в системе качества на предприятиях технического сервиса, снижение брака и потерь будет влиять на увеличение рентабельности.

Цель контрольных карт – обнаружить неестественные изменения в данных из повторяющихся процессов и дать критерии для обнаружения отсутствия статистической управляемости. Процесс находится в статистически управляемом состоянии, если изменчивость вызвана только случайными причинами. При определении этого



приемлемого уровня изменчивости любое отклонение от него считают результатом действия особых причин, которые следует выявить, исключить или ослабить. Зачастую карты контроля строят по результатам мониторинга качества, проводимого через равные промежутки времени.

Для того, чтобы оценить уровень дефектности, по результатам выборочного выходного контроля строят карты контроля качества по количественному признаку (x-карта, R-карта, s-карта) и по альтернативному признаку (р-карта, пр-карта, с-карта).

Наиболее точная и всеобъемлющая информация может быть получена по карте стандартных отклонений, по s-карте, так как контролируемая величина стандартного отклонения выборочной дисперсии является универсальным статистическим критерием, отражающим весь комплекс факторов влияния на многофакторный технологический процесс.

В практике статистических количественных оценок, с целью управления качеством, x-карты пока остаются наиболее распространенными, что объясняется простотой их построения и обращения с ними. В то время как для построения s-карты уже потребуются более длинные компьютерные расчеты. Сегодня это не является серьезным препятствием в развитии статистических методов. Поэтому s-карты контроля имеют некоторое преимущество в плане статистической оценки потенциальных возможностей многофакторных и многопараметровых технологических процессов.

Если все результаты контроля находятся в пределах поля допуска, то процесса выполняется нормально, без дефектов. Но если полученный график воспроизводимости процесса, в отношении ее качества, пересекает границы поля допуска, то это становится объектом пристального внимания, так как любое пересечение границы поля допуска.

По аналогичной схеме строятся карты контроля по альтернативному признаку, к которым относится пр-карта – график зависимости числа дефектов в контролируемой партии изделий от номера серии (от 1 до m), а также, р-карта контроля уровня (степени) дефектности выпускаемых изделий, где р есть отношение количества дефектов пр к объему выборки n:  $p = n_p / n$ .

Иногда, вместо р-карты, строят с-карту, по которой исследуется зависимость величины с – числа дефектов, приходящихся на одну партию изделий, от номера серии параллельных испытаний. Но чаще по альтернативной карте контроля оценивается уровень дефектности штучных изделий, что характерно для предприятий машиностроения и предприятий технического сервиса.

Для оценки эффективности работы технического сервиса более подходят карты контроля по количественному признаку, которые более информативны, чем карты контроля по альтернативному признаку, скажем, пр- или р-карты.

Несмотря на то, что все карты контроля строятся по единому принципу и по одному шаблону, всякий раз, следует учитывать некоторые специфические особенности построения пр- и р-карт контроля, где принимают во внимание то обстоятельство, что величины числа дефектов ( $n_p$ ) или степени дефектности ( $p$ ) не могут принимать отрицательных значений.

По картам контроля обсуждаются результаты мониторинга качества и безопасности и принимаются оптимальные технические решения по повышению эффективности работы технического сервиса.

Карта контроля представляет собой график некой зависимости того или иного показателя качества от времени проведения мониторинга. Каждая карта несет в себе лишь частную информацию о воспроизводимости процесса, в отношении качества, поэтому обычно исследуются две или более карт контроля, построенных по результатам статистических исследований различных показателей качества. Это также позволяет точно оценить риски по результатам выходного контроля и по характерному расположению точек относительно ЦЛ и границ поля допуска, свидетельствующих о тенденциях развития процесса, обеспечить необходимые условия бездефектности.

Таким образом, задачей статистического управления процессами является обеспечение и поддержание процессов на приемлемом и стабильном уровне. Главный статистический инструмент, используемый для этого, – контрольная карта, – графический способ представления и сопоставления информации, основанной на последовательности выборок, отражающих текущее состояние процесса, с границами, установленными на основе внутренне присущей процессу изменчивости. Метод контрольных карт помогает определить, действительно ли процесс достиг статистически управляемого состояния на правильно заданном уровне или остается в этом состоянии, а затем поддерживать управление и высокую степень однородности важнейших характеристик, посредством непрерывной записи информации о качестве. Использование контрольных карт и их тщательный анализ ведут не только к лучшему пониманию и совершенствованию процессов, но и к принятию решений по анализируемому процессу в виде предупреждающих и корректирующих мероприятий в рамках системы менеджмента качества.

### **Библиографический список**

1. Бондарева, Г.И. Составляющие качества ремонта / Г.И. Бондарева и др. // Сельский механизатор. – № 7. – 2016. – С. 2-4.
2. Леонов, О.А. Разработка системы менеджмента качества для предприятий технического сервиса / О.А. Леонов и др. // М.: РГАУ-МСХА. – 2016. – 161 с.
3. Леонов, О.А. Методика оценки внутренних потерь для предприятий ТС в АПК при внедрении системы менеджмента качества / О.А. Леонов, Г.Н. Темасова // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 1 (52). – 2012. – С. 128-129.
4. Бондарева, Г.И. Входной контроль и метрологическое обеспечение на предприятиях технического сервиса / Г.И. Бондарева, О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба // Сельский механизатор. – № 4. – 2017. – С. 36-38.
5. Леонов, О.А. Метрологическое обеспечение контроля гильз цилиндров при ремонте дизелей / О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова, У.Ю. Антонова // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. – № 6. – 2018. – С. 104-109.

## SWOT-АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ТС В АПК

**Самордин Андрей Николаевич**, главный консультант департамента машиностроения при Правительстве РФ

**Аннотация:** В статье рассматриваются индексы воспроизводимости и применение табличного способа управления качеством в ремонтном производстве. Выделяется проблема количественной оценки децентрализованности процесса. Даются рекомендации для улучшения потенциальных характеристик измерительного процесса.

**Ключевые слова:** Качество, воспроизводимость, измерительный процесс, ремонт, статистика

Услуги по ремонту машин априори предполагают повышенное число претензий потребителя [1] из-за низкого качества входящего ремонтного фонда, недостаточной квалификации рабочих, низкого уровня оплаты труда и др. факторов. Снижается эффективность использования системы менеджмента качества в соответствии с требованиями стандартов ИСО 9000 [2]. Недостаточные процессы контроля приводят к увеличению затрат, связанных с качеством в виде переделок и гарантийных ремонтов [3], имеют тенденцию к росту затраты на измерения, испытания и контроль [4], увеличиваются внутренние потери от брака [5]. Растет и число отказов техники у потребителя, что определяется внешними потерями от брака на предприятии.

Хорошим инструментом реализации деятельности по предварительной оценке является SWOT-анализ деятельности предприятия ТС АПК.

SWOT – это аббревиатура от четырех английских слов: Strength (сильная сторона), Weakness (слабая сторона), Opportunity (возможность) и Threat (угроза). Сильные стороны – это возможности, ресурсы, опыт и знания персонала, на которые опирается организация. Слабые стороны – это нехватка знаний, дефицит возможностей и ресурсов по сравнению с конкурентами. Возможности и угрозы относятся к внешнему окружению предприятия (организации).

SWOT-анализ проводится для определения перспектив развития предприятия и разработки стратегии, политики и целей предприятия в области качества. При проведении SWOT-анализа анализируется текущее состояние деятельности предприятия по всем направлениям и окружающего воздействия.

Методику проведения SWOT-анализа предприятия ТС АПК можно рассмотреть на представленном ниже примере. На первом этапе проводится экспертная оценка деятельности предприятия по пяти-, десятибалльной или какой-либо другой шкале (рисунок). По результатам экспертной оценки строится график (таблица).

Заполненная таблица анализа и график являются основой для заполнения бланка SWOT-анализа, таблица.

В рамках проведения SWOT-анализа исследуются основные факторы внешней среды, непосредственно воздействующие на предприятие ТС АПК (клиентура, конкуренты, каналы распределения, поставщики), которые влияют на деятельность

предприятия, а также «внутренняя среда» (сильные и слабые стороны предприятия или конкретного маркетингового проекта).

Основная цель SWOT-анализа заключается в выявлении новых маркетинговых возможностей. Возможности предприятия ТС АПК классифицируются в соответствии с их эффективностью и вероятностью успеха. В ходе анализа сильных и слабых сторон обычно рассматривают внутреннюю структуру, ресурсы и организационную деятельность предприятия ТС АПК.

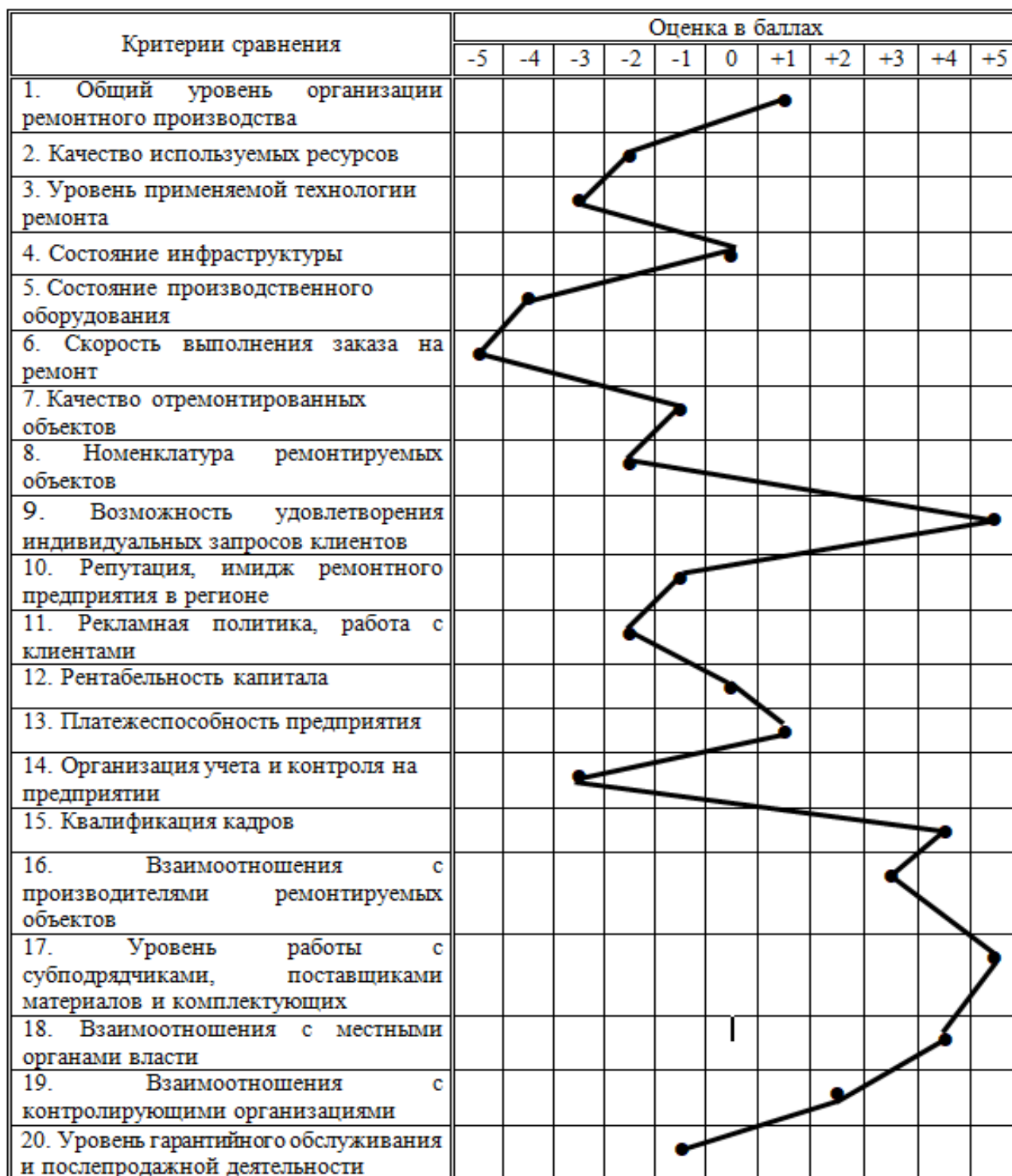


Рис. Анализ сильных и слабых сторон предприятия технического сервиса

## Бланк «SWOT-анализ» предприятия технического сервиса

Сильные стороны	Слабые стороны
1. Высокая квалификация кадров 2. Хорошие отношения с органами власти 3. Возможность удовлетворения индивидуальных запросов 4. Отлаженная система материально-технического обеспечения производства 5. Хороший уровень работы с субподрядчиками, поставщиками материалов и комплектующих 6. Налаженные взаимоотношения с производителями ремонтируемых объектов	1. Слабое обновление технологического оборудования 2. Длительные сроки выполнения заказов по ремонту объектов 3. Отсутствие четкой системы учета и контроля на предприятии 4. Недостаточное внедрение новых технологических процессов ремонта 5. Невысокое качество используемых ресурсов 6. Низкий уровень применяемой технологии ремонта
Возможности	Угрозы
1. Повышение спроса на услуги по ремонту объектов 2. Возможность организации ремонта импортируемой техники 3. Повышение платежеспособности клиентов 4. Привлечение новых клиентов	1. Активизация конкурентов 2. Низкий межремонтный ресурс отремонтированных объектов 3. Потеря имиджа предприятия в регионе

После маркетинговой оценки и SWOT-анализа деятельности предприятия необходимо проанализировать стратегический план развития предприятия, внешние и внутренние факторы, влияющие на достижение стратегических целей, а также оперативные планы работы по отдельным направлениям.

При проведении *анализа системы управления деятельностью предприятия* необходимо дать оценку существующей организационной структуре предприятия и выработать предложения по ее совершенствованию и оптимизации в рамках реализации проекта по созданию СМК. Аналогичная работа должна быть проведена в отношении управления документационным обеспечением деятельности предприятия, а также в отношении внутреннего обмена информацией и оптимизации существующих информационных потоков.

*Анализ выполнения обязательных требований и требований потребителей к качеству продукции и услуг* должен включать рассмотрение вопросов управления закупками, а также процессами реализации услуг и послепродажного сервисного обслуживания.

Необходимо проанализировать существующую ситуацию в отношении номенклатуры закупок, выбора и оценки поставщиков, входного контроля сырья, материалов и комплектующих. Должны быть проанализированы все элементы процесса реализации услуг, включая технологические процессы производства, требования к персоналу, управление устройствами для мониторинга и измерений, окончательные испытания, система сервисного обслуживания и работа с потребителями.

### Библиографический список

1. Бондарева Г.И. Составляющие качества ремонта // Сельский механизатор. – № 7. – 2016. – С. 2-4.
2. Леонов О.А., Темасова Г.Н. Построение функциональной модели процесса «Техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники» с позиции требований международных стандартов на системы менеджмента качества // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 7. – 2009. – С. 35-40.
3. Бондарева Г.И., Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Входной контроль и метрологическое обеспечение на предприятиях технического сервиса// Сельский механизатор. – № 4. – 2017. – С. 36-38.
4. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Исследование затрат и потерь при контроле шеек коленчатого вала в условиях ремонтного производства // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 2. – 2013. – С. 71-74.
5. Леонов О.А., Темасова Г.Н. Методика оценки внутренних потерь для предприятий ТС в АПК при внедрении системы менеджмента качества // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2012. – № 1. – С. 128-129.

УДК 631.3 004.12

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМБИНАЦИИ МЕТОДОВ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО РЕМОНТУ МАШИН

**Сапожников Иван Иванович**, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье рассматривается создание комбинированной системы менеджмента качества производства, где необходимо учесть факторы, обеспечивающие эффективную работу процессного подхода, использовать современные методы менеджмента качества, такие, как Бережливое производство, «6 сигм», сочетая это с концепцией Всеобщего управления качеством.

**Ключевые слова:** качество, система качества, Бережливое производство, шесть сигм, Всеобщее управление качеством.

Системы менеджмента качества (СМК) стали повсеместно внедряться на Российских предприятиях в области ремонта техники [1]. С целью повышения качества ремонта машин на современном этапе развития [2] необходимо использовать перспективные методологии и инструменты менеджмента качества. Процессный подход

в работе СМК является базой для реализации таких методов [3]. Постоянное повышение уровня качества выпускаемой продукции и снижение затрат на качество – главная идея проекта. Вначале требуется использование семи классических инструментов, что решит проблемы на 95%, а применение статистических методов контроля качества позволит более глубоко анализировать процессы.

Изношенный станочный парк ремонтных предприятий не обеспечивает обработку под допуски и посадки, назначенных при конструировании техники и при разработке технических требований на ремонт. Точность станков низкая, и как следствие появляются внутренние потери [4] в виде исправимого и неисправимого брака. При слабом контроле внутреннего брака растут и внешние потери, что приводит к утрате доверия потребителя и большим потерям на внеплановый ремонт отказавшей техники. Продукция, поступающая на ремонтные предприятия в виде запасных частей от недобросовестных поставщиков, также наносит вред из-за низкого качества или его отсутствия. Затраты на контроль, которые имеет предприятие, не ведут к созданию материальных ценностей, но они необходимы для обнаружения брака [5]. Затраты на превентивные действия слабо отражаются на общем объеме затрат на качество из-за их фактического отсутствия. Таким образом, эффективность функционирования СМК низкая. Динамика составляющих затрат на качество в виде внутренних и внешних потерь, затрат на контроль и предупредительные мероприятия лишь подтверждает это. А расчет экономических показателей предприятия, таких как доходность продаж и рентабельность показывает их незначительное увеличение.

Внедрение современных методов управления качеством метрологического обеспечения предприятий позволяет уменьшить затраты на контроль. Так, при выходном контроле можно назначить современные точные и не энергоемкие средства измерений мощности и расхода топлива для испытаний ДВС, оценив их погрешность не по требованиям нормативных документов, а с позиции точности и обеспечения допуска. Выбор средства измерений для внутреннего контроля качества деталей проводится из номенклатуры средств измерений линейных величин. При этом возможна оптимизация затрат на измерения и потерь при наличии погрешности измерений и брака.

В период конкуренции необходимо найти эффективную методологию, которая позволит повысить качество, снизить издержки и ускорить производство. В качестве основы создания СМК должны использоваться методы стандартизации.

Для создания современной СМК используют интеграцию наиболее известных концепций Бережливого производства (БП), Всеобщего управления качеством (TQM), «6 сигм» и, в последнее время, логистических принципов.

TQM – идейная установка, стиль работы, направленный на непрерывное улучшение деятельности организации, основанный на интеграции многочисленных наработок и опыта в области управления качеством. Главная идея TQM – достижение долгосрочного успеха организации за счет максимального выполнения запросов потребителей при оптимизации издержек.

Концепция БП направлена на борьбу со всеми видами потерь, в различных сферах деятельности организации. БП направлено на вовлечение в процесс оптимизации каждого сотрудника. Главная цель БП - создание ценностей для потребителя и устранение потерь при достижении этих ценностей.

Метод «6 сигм» понимается как комплекс методов и средств повышения качества и стабильности протекания процесса. Метод «6 сигм» ориентирован на повышение стабильности операций, производящих ценности.

Объединение методов БП и «6 сигм» позволит реализовать деятельность, которая будет направлена на анализ критических точек и потерь в процессах производства. TQM, «6 сигм» и БП при правильном сочетании оптимизируют деятельность по достижению наивысшего качества и снижению затрат, связанных с процессом создания потребительской стоимости.

Эффективное внедрение принципов управления качеством можно осуществить только в их совокупности. Каждый из существующих подходов должен быть рассмотрен как часть единой системы. Причем объединение нескольких инструментов в одну систему предполагает наличие синергетического эффекта.

Построение СМК предприятия основано на процессной модели управления, которая становится базой для внедрения методов БП. Стабильность процессов в этой системе обеспечивает концепция «6 сигм», а логистические методы позволят придать деятельности потоковую направленность для возможности дальнейшей оптимизации параметров этих потоков. При такой интеграции методов «формально» описанная система менеджмента качества начинает действительно работать, а БП не ограничивается попытками улучшить отдельные элементы производственного процесса.

Современные тенденции в области управления качеством связаны с интеграцией различных методов и средств в производственном процессе. То есть необходимо анализировать качество не отдельного продукта, а процесса, который формирует параметры будущего изделия, тем самым определяя конечное качество изделия. Задача управления качеством производства переносится на более широкое понятие управление качеством процессов, которые сопровождают весь цикл создания изделия от поступления заявки до процесса поставки готовой продукции потребителю.

Управление качеством процесса в производстве заключается в использовании совокупности методов и средств, позволяющих обеспечить требуемый уровень качества параметров потока за счет оперативного реагирования на возникающие несоответствия.

Таким образом, при создании комбинированной СМК производства важно учесть факторы, обеспечивающие эффективную работу процессного подхода, использовать современные методы менеджмента качества, такие, как Бережливое производство, «6 сигм», сочетая это с концепцией Всеобщего управления качеством.

### **Библиографический список**

1. Леонов, О.А. Разработка системы менеджмента качества для предприятий технического сервиса / О.А. Леонов, Г.И. Бондарева, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова // М.: Издательство РГАУ-МСХА. – 2016. – 161 с.

2. Леонов, О.А. Качество сельскохозяйственной техники и контроль при ее производстве и ремонте / О.А. Леонов, Г.И. Бондарева, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова // Тракторы и сельхозмашины. – №3. – 2016. – С.30-32.

3. Леонов, О.А. Построение функциональной модели процесса «Техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники» с позиции требований международных стандартов на системы менеджмента качества / О.А. Леонов, Г.Н. Темасова // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего



профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 7. – 2009. – С. 35-40.

4. Леонов О.А., Темасова Г.Н. Методика оценки внутренних потерь для предприятий ТС в АПК при внедрении системы менеджмента качества // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 1. – 2012. – С. 128-129.

5. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Исследование затрат и потерь при контроле шеек коленчатого вала в условиях ремонтного производства // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 2. – 2013. – С. 71-74.

УДК 621.731.1

## КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Селезнёва Наталья Игоревна, доцент Дмитровского рыбохозяйственного технологического института (филиал), ФГБОУ ВО Астраханский ГТУ*

**Аннотация:** Рассмотрены основные критерии оценки качества технологического оборудования ремонтных предприятий, а также методика определения суммарных издержек с учетом потерь от брака.

**Ключевые слова:** точность, затраты, потери, технологическое оборудование, оценка качества.

Технический сервис, как деятельность, связанная с ремонтом машин вторичного рынка, предполагает повышенное число претензий потребителя [1] из-за низкого качества целого ряда процессов, особенно связанных с механической обработкой деталей, где брак возникает из-за применения изношенного оборудования. Данные отклонения возникают и из-за изношенности ремонтного фонда, технологической оснастки, квалификации кадров и низкой эффективности использования системы менеджмента качества в соответствии с требованиями стандартов ИСО 9000 [2]. Плохая организация контроля приводит к росту затрат на качество [3], особенно в виде переделок и гарантийных ремонтов, а также на затрат на контроль [4], в том числе повторный.

Изношенное оборудование ремонтных предприятий не обеспечивает заданные допуски и отклонения, если производится обработка под ремонтный размер, из-за этого растут внутренние потери, в виде количества забракованных деталей [5]. Увеличивается и число отказов техники у потребителя, что выражается в виде внешних издержек от брака на предприятии.

В настоящее время технологическое оборудование для ремонта деталей

подбирается и оценивается по следующим основным критериям:

1. Стоимость.
2. Производительность.
3. Эксплуатационные затраты.
4. Точность.

Первые три критерия являются экономическими, а точность – техническим, поэтому их взаимная увязка составляет существенную проблему, которая не была решена до настоящего времени. Наша задача показать, что точность – это и экономический критерий, причем не менее важный по своей экономической сущности, чем три вышеназванных.

Известно, что нарушение норм точности при окончательной обработке новых или ремонтируемых деталей ведет к появлению исправимого и неисправимого брака.

При оценке эффективности оборудования, как правило, используют комплексный метод с применением интегрального показателя качества. Интегральный показатель представляет собой отношение полезного эффекта от эксплуатации изделия в натуральных единицах к суммарным затратам на ее производство и эксплуатацию или потребление. Другими словами, интегральный показатель выражает экономический эффект от использования продукции, полученный на 1 рубль затрат. И в данной ситуации необходимо помнить, что потери, возникающие от исправимого и неисправимого брака, обязательно нужно учитывать.

Для того чтобы проанализировать показатели качества и экономические показатели оборудования, необходимо суммировать затраты, связанные с созданием продукции на данном оборудовании, и потери, возникающие при создании этой продукции из-за отклонений технологического процесса от установленных норм качества продукции.

При оценке какого-либо оборудования и выполняемого им процесса удобнее всего пользоваться показателями технологичности, такими как материалоемкость оборудования, энергоемкость, трудоемкость, материалоемкость технологического процесса (расход материалов при выполнении данной технологической операции), которые обобщенно называются показателями ресурсоемкости.

Любые ресурсы в процессе создания из них или с помощью них продукции переносят свою стоимость на продукцию. Поэтому у каждого ресурса есть своя расценка.

Таким образом, удельные затраты, с точки зрения оценки качества, можно представлять в виде произведения показателя ресурсоемкости на свою расценку и все это в расчете на единицу полезного эффекта – продукции.

При создании продукции неизменно появляются потери – исправимый или неисправимый брак. Чтобы оценить эти потери, мы ввели такой показатель как вероятность возникновения потерь от исправимого и неисправимого брака. Удельные потери, также как и удельные затраты, удобно представлять в форме произведения вероятности возникновения потерь и расценки вида потерь на единицу продукции.

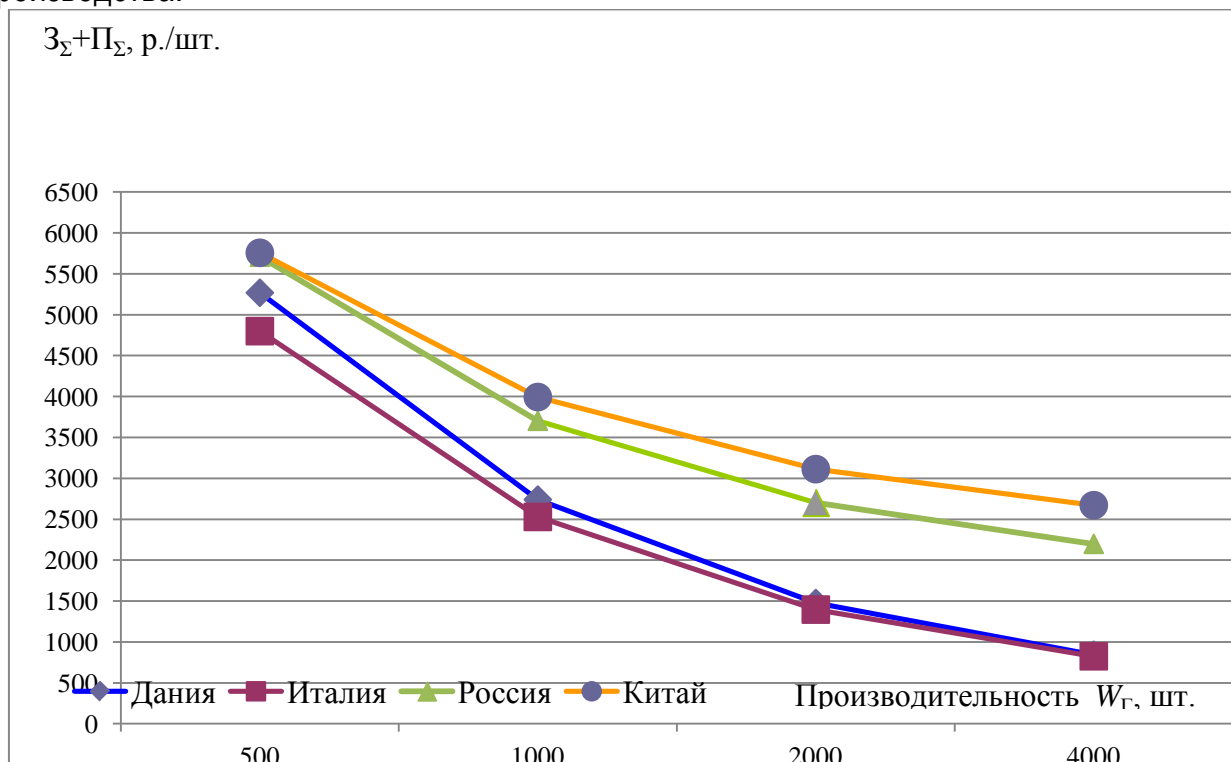
Суммарные удельные издержки представляют собой сумму удельных затрат на качество и удельных потерь от исправимого и неисправимого брака.

В общем виде суммарные удельные издержки в расчете на единицу продукции будут выглядеть так

$$I_k = \prod_{i=1}^x k_i \cdot \sum_{i=1}^n c_i \cdot p_i \cdot \prod_{j=1}^z k_{ij} + \prod_{i=1}^u k_i \cdot \sum_{i=1}^m c_i \cdot p_{\text{бpi}} \cdot \prod_{j=1}^y k_{ij} \quad (1)$$

где  $I_k$  – суммарные удельные издержки на качество в расчете на единицу продукции (руб./шт.);  $c_i$  – расценка используемого  $i$ -го ресурса (руб./ед. ресурса);  $p_i$  – ресурсоемкость  $i$ -го ресурса (ед. ресурса/шт.);  $z$  – число коэффициентов;  $k_{ij}$  – корректирующий  $j$ -й коэффициент использования  $i$ -го ресурса или учета дополнительных затрат (потерь);  $c_i$  – стоимость  $i$ -го вида потерь от одного дефектного изделия (руб./шт.);  $p_{\text{бpi}}$  – вероятность возникновения потерь  $i$ -го вида;  $k_i$  – коэффициент учета дополнительных затрат, начислений, потерь и др. экономических факторов, не оказывающих прямого влияния на затраты и потери, но увеличивающих данные затраты или потери при рассмотрении участка, цеха, предприятия в целом;  $x, u$  – число коэффициентов для корректирования затрат и потерь;  $n, m$  – число видов затрат и потерь.

Формула (1) позволяет выявить влияние каждого показателя ресурсоемкости – материалоемкости, трудоемкости, энергоемкости работ, а также расценок на эти ресурсы на уровень качества оборудования. Причем здесь учитывается и вероятность возникновения потерь, помноженная на стоимость брака. Брак, например, при механической обработке, может иметь разную стоимость. Так, при обработке валов, с левой стороны от допуска появляется неисправимый брак, с правой – исправимый. В первом случае мы теряем деталь целиком в лом, это значительные потери. Во втором случае – рабочий проводит повторную обработку и потери будут незначительны, но их тоже необходимо учитывать. Также из-за исправимого брака нарушается ритмичность производства.



**Рис. Себестоимость обработки коленчатых валов под ремонтный размер с учетом потерь от брака на станках различных марок**

При увеличении программы производства совокупные затраты уменьшаются. При оценке станков с учетом потерь от брака становится ясно, что наименьшие затраты у более дорогих и точных станков.

Результаты расчета показывают (рисунок), что как правило, покупка предприятием более дешевого технологического оборудования с низкими показателями точности приводит к значительному увеличению потерь от исправимого и неисправимого брака, и наоборот, покупка дорогого высокоточного оборудования позволяет снизить производственный брак, но при этом величина амортизации оборудования в общих затратах значительно выше.

### **Библиографический список**

1. Бондарева, Г.И. Составляющие качества ремонта / Г.И. Бондарева // Сельский механизатор. – № 7. – 2016. – С. 2-4.

2. Леонов, О.А. Разработка системы менеджмента качества для предприятий технического сервиса / О.А. Леонов и др. // М.: Издательство РГАУ-МСХА. – 2016. – 161 с.

3. Бондарева, Г.И. Эффективность внедрения системы качества на предприятиях технического сервиса АПК / Г.И. Бондарева, О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова // Сельский механизатор. – № 4. – 2016. – С. 34-35.

4. Бондарева, Г.И. Входной контроль и метрологическое обеспечение на предприятиях технического сервиса / Г.И. Бондарева, О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба // Сельский механизатор. – № 4. – 2017. – С. 36-38.

5. Леонов, О.А. Методика оценки внутренних потерь для предприятий ТС в АПК при внедрении системы менеджмента качества / О.А. Леонов, Г.Н. Темасова // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 1. – 2012. – С. 128-129.

УДК 631.173.004.12

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАТЕГОРИЙ ЗАТРАТ НА СООТВЕТСТВИЕ И ПОТЕРЬ ОТ НЕСООТВЕСТВИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА**

*Темасова Галина Николаевна, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** Обосновано, что для предприятий технического сервиса наиболее целесообразной является группировка затрат на качество по категориям процессов: затраты на соответствие, затраты вследствие несоответствия и базовые затраты на процесс.

**Ключевые слова:** технический сервис, процессный подход, качество, затраты на соответствие, потери от несоответствия.

Необходимость проведение таких процедур, как ремонт узлов и агрегатов, необходим практически для любой продукции, которая расходует свой ресурс в процессе эксплуатации. Начинаются ремонтные воздействия, которые аналогичны машиностроительному производству, только приходится иметь дело с уже изношенными деталями, которые нужно дефектовать. Ремонт техники – сложный процесс, и обеспечение качества здесь ниже, чем в машиностроении по целому ряду причин, связанных с базовыми элементами: *men's – method's – machines* [1]. Квалификация персонала – ниже, чем в машиностроении по причине низкой зарплаты, а по причине не массового а единичного производства используются другие методы и технологическое оборудование, не обеспечивающие должного качества [2]. Особое место занимают проблемы обеспечения надежности и точности сборочных единиц после ремонта и расчет этих параметров [3]. Для выявления проблем при анализе качества применяют процессный подход, и экономические методы оценки качества [4].

Построение функциональной модели процесса [5] начинают с обобщенной модели. На каждом этапе производственного процесса возникают затраты на качество, которые, с одной стороны могут повышать общую сумму затрат на ремонт, а с другой – являются выгодными капитальными вложениями при их правильном распределении.

На основе процессного подхода учет затрат ведется по каждому процессу, как в укрупненном выражении, так и при разбиении на подпроцессы, осуществляемым на предприятии. Такой подход позволяет не только рассчитать затраты по категориям, но и принимать логичные управленческие решения в области регулирования процессов по категориям качества, сравнивая динамику видов и подвидов затрат на качество и выявляя несоответствия между изменением затрат, потерь и эффективностью процессов.

Общие затраты на процесс, включают в себя: затраты на соответствие; потери от несоответствия; базовые затраты на процесс.

Управление процессом подразумевает прежде всего управление затратами на этот процесс.

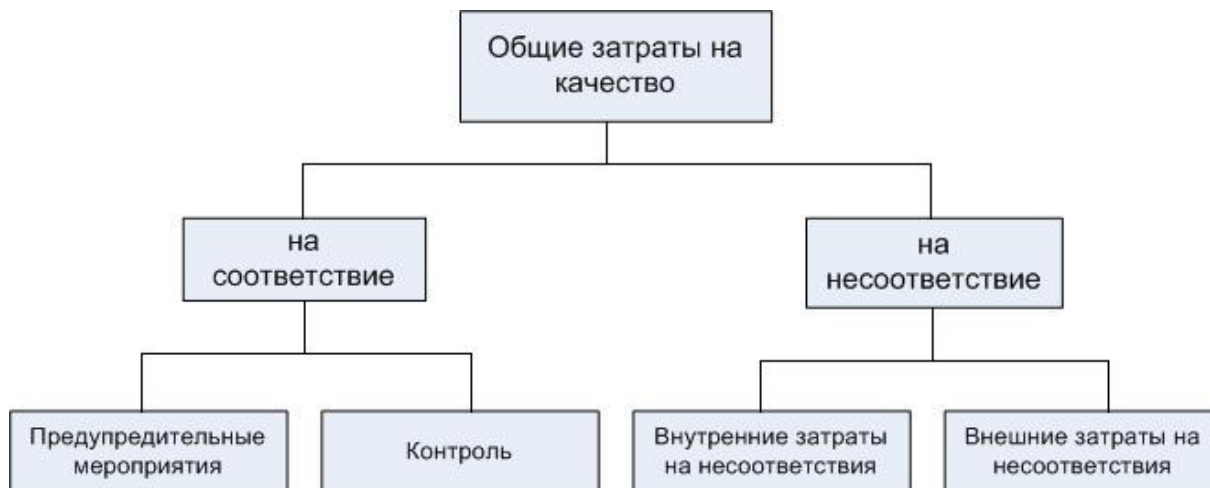
С учетом общепринятой терминологии, затраты на процесс включают:

а) *Затраты на соответствие* – это внутренние затраты на обеспечение наиболее эффективным способом соответствия продукции или услуг декларированным (заявленным) стандартам, определяемым заданным специфицированным процессам.

Затраты на соответствие включают в себя затраты на предупредительные мероприятия и оценочные работы.

Предупредительные затраты – это затраты на предотвращение возможности возникновения несоответствия, т.е. затраты, связанные с какой-либо деятельностью, которая снижает оценочные затраты и издержки вследствие дефектов и отказов.

Оценочные затраты определяются при первоначальном установлении соответствия изделия требованиям к качеству; они не включают затраты из-за переделок или повторного контроля, которые следуют за отказом;



**Рис. Категории и виды затрат на качество**

б) *Потери от несоответствия* – это затраты понесенные организацией вследствие недостатков в существующем процессе. Потери, или издержки вследствие отказов подразделяются на издержки вследствие внутренних и внешних отказов.

Издержки вследствие внутренних отказов возникают из-за неадекватного качества, обнаруживаемого до передачи изделия от поставщика к покупателю.

Издержки вследствие внешних отказов – следствие неадекватного качества, обнаруживаемого после передачи изделия от поставщика к покупателю.

В процессе ремонта агрегатов и сборочных единиц возникают общие затраты на процесс. Эти затраты можно калькулировать как суммарно по процессу ремонта так и выделять по этапам работ. Рассмотрим укрупненную последовательность оценки затрат на качество по процессу ремонта машин.

Базовые затраты на процесс формируются как себестоимость ремонта агрегатов и сборочных единиц, в т.ч. кузовов, двигателей, трансмиссии, ходовой части, навесных агрегатов и т.д.). Затраты, связанные с несоответствиями – по сути своей это потери от брака. Они включают в себя издержки вследствие внутренних отказов (брак, обнаруженный на предприятии), и издержки вследствие внешних отказов (брак, обнаруженный у потребителя).

Затраты на оценку процесса – есть ни что иное, как затраты на измерение параметров качества каждого процесса, издержки на входной контроль и контроль качества готовой продукции. Здесь возможна оптимизация затрат на измерения и потерь от погрешности измерений. Затраты на контроль можно сгруппировать как единый процесс, т.к. методический подход их оценки – одинаков. После группировки и первоначального расчета, применяя критерий оптимального качества, можно оптимизировать величины затрат на несоответствие и соответствие путем уравнивания снижения потерь и роста соответствующих категорий затрат с учетом факторов весомости.

Наиболее рациональной для предприятий технического сервиса является калькуляция затрат на качество по укрупненным категориям процессов: затраты на соответствие, затраты вследствие несоответствия и базовые затраты на процесс. Эта сортировка обусловлена очень хорошей степенью применимости международных

стандартов серии ИСО 9000 именно для предприятий машиностроения, а также самой универсальностью трактовки стандартов на системы менеджмента качества.

### **Библиографический список**

1. Бондарева, Г.И. Составляющие качества ремонта / Г.И. Бондарева // Сельский механизатор. – № 7. – 2016. – С. 2-4.
2. Леонов, О.А. Качество сельскохозяйственной техники и контроль при ее производстве и ремонте / О.А. Леонов, Г.И. Бондарева, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова // Тракторы и сельхозмашины. – №3. – 2016. – С.30-32.
3. Леонов, О.А. Обеспечение норм взаимозаменяемости соединений «вал – втулка» при ремонте машин в АПК / О.А. Леонов, Ю.Г. Вергазова // Иркутск, – 2017. – 141 с.
4. Бондарева, Г.И. Эффективность внедрения системы качества на предприятиях технического сервиса АПК / Г.И. Бондарева, О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба, Ю.Г. Вергазова // Сельский механизатор. – № 4. – 2016. – С. 34-35.
5. Леонов, О.А. Построение функциональной модели процесса «Техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники» с позиции требований международных стандартов на системы менеджмента качества / О.А. Леонов, Г.Н. Темасова // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 7. – 2009. – С. 35-40.

УДК 65.012.1

### **ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОВСЯНОЙ КРУПЫ НА ЭТАПАХ ТОВАРОДВИЖЕНИЯ**

*Черкасова Эльмира Исламовна, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Голицинский Павел Вячеславович, старший преподаватель кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

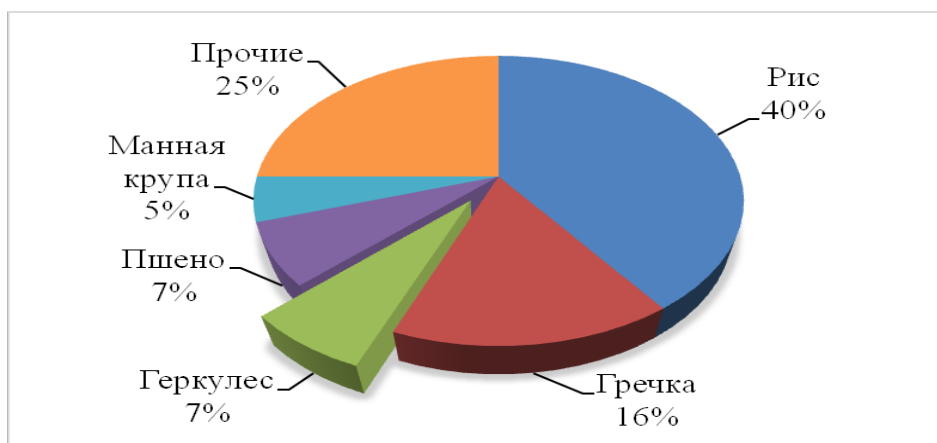
**Аннотация:** Работа посвящена организации процесса прослеживаемости качества овсяной крупы на современном этапе с применением информационных технологий и экономическим затратам на внедрение.

**Ключевые слова:** качество, овсяная крупа, жизненный цикл продукта, прослеживаемость, затраты на внедрение.

Одним из важнейших факторов, влияющих на состояние здоровья и продолжительность жизни человека, является питание. Однако рацион современного человека не всегда соответствует нормам сбалансированного питания. Это связано с

потреблением продукции быстрого приготовления, продукции «фаст-фуд», которые отличаются высоким содержанием сахара и жира, а также малоподвижный образ жизни, и все это приводит к возникновению различных хронических заболеваний. В связи с этим одним из приоритетных направлений Государственной политики РФ является обеспечение продовольственной безопасности, пропаганда здорового образа жизни и формирование системы полноценного питания [1].

В основе пирамиды питания, разработанной Всемирной организацией здравоохранения, находятся продукты из зерновых культур. Российский рынок круп долгое время был стабильным сегментом, в котором особых изменений не происходило. Однако по мере роста популярности и пропаганды здорового образа жизни спрос на полезные продукты стал увеличиваться. Поэтому в настоящее время производители круп стали расширять ассортимент, разрабатывать новую продукцию, уделяя внимание потребителям на ее пищевую ценность. На потребительском рынке страны в широком ассортименте представлены многокомпонентные хлопья быстрого приготовления, полученные из нескольких видов круп, но преобладающим компонентом, которые практически встречаются во всех хлопьях, являются – овсяные. Если рассматривать российский рынок потребления круп, то овсяные хлопья входят в тройку лидеров, после рисовой и гречневой, за счет высокой пищевой ценности.



**Рис. Доля различных видов круп в общем объеме потребления, 2014-2017г., в %**

Крупа относится к продовольственным товарам с длительным сроком хранения, и некоторые виды круп могут сохраняться до года, Однако из-за особенности распределения жира в зерне и содержании жирных кислот овсяные хлопья имеют не большой срок хранения 4 месяца [2]. Обязательными условиями для хранения продуктов с пониженной влажностью являются относительная влажность воздуха в помещениях, не более 70%, а температура должна быть не выше 25 С и без резких перепадов.

Важнейшей составляющей, влияющей на уровень качества выпускаемой продукции на пищевых предприятиях, является осуществление постоянного входного контроля сырья, контроля на всех технологических этапах и контроля качества готовой продукции. Основная задача заключается в оценке соответствия процесса или продукции и обнаружение несоответствий нормам, а также их дальнейшее устранение [3].



При несоблюдении условий хранения и транспортирования в крупе накапливаются разнообразные продукты окисления липидов, в том числе токсичные. Продукты окисления липидов, взаимодействуя с другими веществами крупы, образуют комплексы и соединения различной прочности и снижают биологическую и пищевую ценность не только жиров, но белков, углеводов и других соединений [4]. Крупа при этом прогоркает, стойкость ее при дальнейшем хранении резко снижается. Кислотное число жира при хранении возрастает. Возникновение дефектов повлияет на показатели качества крупы и потребительские свойства готового продукта [5].

Для нейтрализации негативных последствий на имидж производителя от несоблюдения условий и сроков хранения и транспортирования можно использовать радиочастотные метки, в которые записывается информация об интернет ресурсе на котором размещена информация о данной конкретной партии. Помимо показателей качества конкретной партии овсяной крупы и даты её производства производитель также может указать из какого зерна была произведена продукция, сведения о регионе отправки, и данные о посреднике, которому была отгружена партия.

Для исключения подмены данных индикатора влажности и RFID метки их необходимо разместить внутри упаковки содержащей элементы защиты от вскрытия. С целью предотвращения прямого контакта крупы с индикатором влажности и RFID меткой их можно помещать в влагопроницаемые мешки.

Экономические затраты на внедрения данной системы будут чрезвычайно невелики, по произведенным расчетам на этапе внедрения затраты производителя могут составить 450 тыс. руб., поставщика – 200 тыс. руб. Стоимость одноразовых компонентов (RFID метка и индикатор влажности) не превысит 20 рублей.

Сейчас маркировку с использованием RFID меток используют для меховых изделий, но в ближайшее время подобную практику хотят распространить на обувь, детские вещи и лекарства. Распространение подобной маркировки неизбежно снизит стоимость как внедрения, так и используемых одноразовых компонентов.

### **Библиографический список**

1. Черкасова, Э.И. Организация процесса прослеживаемости качества пшеничной муки / Э.И. Черкасова, П.В. Голиницкий // Компетентность. – № 4. – 2018. – С. 43-47.
2. Потороко, И.Ю. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров. Учебное пособие / И.Ю. Потороко, И.В. Калинина, Э.И. Черкасова // Челябинск. – 2008. – 122 с.
3. Леонов, О.А. Управление качеством / О.А. Леонов, Г.Н. Темасова, Ю.Г. Вергазова // М. 2015. – 180 с.
4. Черкасова, Э.И. Влияние термического обеззараживания на комплекс микроорганизмов и качество многокомпонентных смесей растительного происхождения. Дис. ... канд. с.-х. наук. Красноярск. – 2006. – 140 с.
5. Юсупова Г.Г., Кретова Ю.И., Черкасова Э.И., Черкасова М.О. Обеспечение микробиологической безопасности зернового продовольственного сырья / Г.Г. Юсупова, Ю.И. Кретова, Э.И. Черкасова, М.О. Черкасова // Хлебопродукты. – № 4. – 2013. – С. 60-63.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Черкасова Эльмира Исламовна**, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Голицыцкий Павел Вячеславович**, старший преподаватель кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

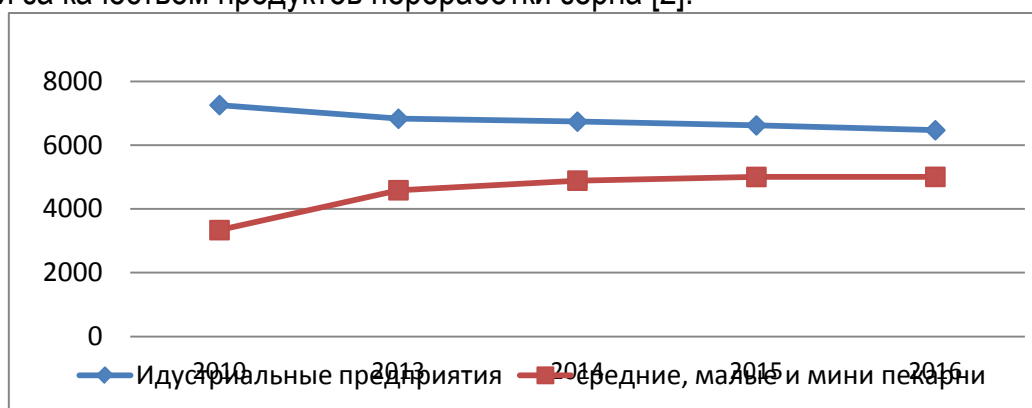
**Аннотация:** Работа посвящена организации процесса прослеживаемости качества пшеничной муки на современном этапе с применением информационных технологий и экономическим затратам на внедрение.

**Ключевые слова:** качество, пшеничная мука, жизненный цикл продукта, прослеживаемость, затраты на внедрение.

Хлебопекарная промышленность относится к ведущим пищевым отраслям АПК. А одной из приоритетных задач, стоящих перед агропромышленным комплексом на сегодняшний день, является повышение качества и безопасности производимой продукции. Одним из основных продуктов питания в рационе большинства жителей нашей страны является хлеб и хлебобулочные изделия. Хлеб потребляют все слои населения, независимо от возраста, пола и социального статуса [1]. Общая численность в России хлебопекарных предприятий составляет около 13 тысяч, из них основную долю занимают малый и средний бизнес, крупные торговые сети, а в последние годы и небольшие магазины шаговой доступности имеют собственными мини-пекарни.

Как видно из рисунка 1 объем производства хлебобулочных изделий на промышленных предприятиях уменьшается, а на малых предприятиях увеличивается.

Однако в последнее время участились жалобы потребителей на плохое качество муки и хлеба. Одной из причин ухудшения является отсутствие единой системы контроля за качеством продуктов переработки зерна [2].



**Рис. 1. Структура производства хлебобулочных изделий в РФ, тыс. тонн**

Как известно, одним из основных факторов, влияющих на качество готового продукта, является сырье. Мука – это основной компонент большинства зерномучных товаров, а установление и предотвращение ее от возможных причин несоответствия уровню качества является залогом качества и безопасности готовой продукции [3].

Мука относится к продовольственным товарам с длительным сроком хранения, так как имеет не высокое содержание воды. Обязательными условиями хранения являются: относительная влажность воздуха помещений для хранения не более 70%, температура не выше 25°C без резких перепадов температур, соблюдение товарного соседства.

Особенно опасно перемещение влаги в муке при наличии перепада температур, так как это создает предпосылки для образования конденсационной влаги в определенных участках и возникновения микробиологических очагов [4].

При несоблюдении условий хранения и транспортирования накапливается свободная вода, активируется деятельность ферментов, что резко снижает сохраняемость и нередко ведет к порче муки. Кроме того, повышенная влажность муки существенно влияет на свойства белков и крахмала, снижает ее способность к набуханию и ухудшает хлебопекарные свойства, повышение влажности на 1% снижает выход хлеба примерно на 1,5%.

Важнейшей составляющей, влияющей на уровень качества выпускаемой продукции на пищевых предприятиях, является осуществление постоянного входного контроля сырья, контроля на всех технологических этапах и контроля качества готовой продукции. Основная задача заключается в оценке соответствия процесса или продукции и обнаружение несоответствий нормам, а также их дальнейшее устранение [5].

Не на всех этапах жизненного цикла пшеничной муки (рисунок 2) осуществляется контроль качества, если на промышленных предприятиях как правило осуществляется входной контроль, то на мини пекарнях, а особенно на предприятиях розничной торговой сети не всегда есть возможность оценить качество муки и приходится всецело полагаться на честность поставщика. При этом как было сказано выше, на качество сырья могут влиять не только технологические этапы производства, но и не соблюдение условий транспортировки и хранения, при этом претензии по качеству к готовой продукции, как правило, направляют производителю, а не поставщику сырья.



**Рис. 2. Этапы жизненного цикла пшеничной муки**

I-производство, II- поставка, III- переработка.

●-контроль качества продукции осуществляется, ●- контроль качества не осуществляется, ●- входной контроль качества осуществляется только на промышленных предприятиях

Для нейтрализации негативных последствий на имидж производителя от несоблюдения условий хранения и транспортирования муки можно использовать радиочастотные метки, например, пассивные RFID метки без возможности перезаписи или метки NFC-PASS в которые записывается информация об интернет ресурсе на котором размещена информация о данной конкретной партии. Помимо показателей качества конкретной партии муки и даты её производства производитель также может указать из какого зерна была произведена продукция, сведения о регионе отправки, и данные о посреднике, которому была отгружена партия.

Также при договоренности с посредниками информацию на ресурсе можно дополнить данными о перемещениях муки и цепочки доставки, т.к. даже перемещение на короткое расстояние (в соседний регион), но с большим числом перекупщиков может привести ухудшению качества.

Основной проблемой при транспортировке и хранении является не соблюдение условий и как следствие, повышение влажности, нарастание кислотности муки, что естественно повлияет на качество хлеба. Для количественной оценки относительной влажности внутри упаковки можно использовать бумажные индикаторы максимальной влажности без содержания кобальта и галогенов с четырьмя уровнями – 5, 10, 15 и 20%, несмотря на то, что это экспресс метод погрешность показаний не превышает 5%.

Для исключения подмены данных индикатора влажности и RFID метки их необходимо разместить внутри упаковки содержащей элементы защиты от вскрытия. С целью предотвращения прямого контакта муки с индикатором влажности и RFID меткой их можно помещать в влагопроницаемые мешки.

Может показаться, что экономические затраты на внедрения данной системы будут чрезвычайно велики, но по произведенным расчетам на этапе внедрения затраты производителя могут составить 450 тыс. руб., поставщика – 200 тыс. руб., пекарни до 50 тыс. рублей. Стоимость одноразовых компонентов (RFID метка и индикатор влажности, упакованные в мешок) не превысит 20 рублей.

Самым дорогим одноразовым элементом контроля является индикатор влажности его стоимость может достигать 10 руб. за штуку, но при больших оптовых закупках цена одной штуки может снизиться до 5 руб.

Использование надежных и современных средств идентификации и контроля условий хранения товара, таких как радиочастотные метки и индикаторы максимальной влажности позволит «честным» производителям муки создать дополнительное конкурентное преимущество и оптимизировать каналы поставки, а мини пекарням повысить качество продукта без значительного увеличения его стоимости для конечного потребителя.

### **Библиографический список**

1. Черкасова, Э.И. Организация процесса прослеживаемости качества пшеничной муки / Э.И. Черкасова, П.В. Голиницкий // Компетентность. – № 4. – 2018. – С. 43-47.
2. Черкасова, Э.И. Влияние термического обеззараживания на комплекс микроорганизмов и качество многокомпонентных смесей растительного происхождения. Дис. ... канд. с.-х. наук. Красноярск. – 2006. – 140 с.
3. Потороко, И.Ю. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров. Учебное пособие / И.Ю. Потороко, И.В. Калинина, Э.И. Черкасова // Челябинск. – 2008. – 122 с.
4. Черкасова, Э.И. Использование СВЧ-поля для обеспечения микробиологической безопасности продуктов растительного происхождения / Э.И. Черкасова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – Т. 2. – № 1. – 2014. – С. 67-71.
3. Леонов, О.А. Управление качеством / О.А. Леонов, Г.Н. Темасова, Ю.Г. Вергазова // М. 2015. – 180 с.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ОТ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ДОПУСКОВОМ КОНТРОЛЕ ДЕТАЛЕЙ

**Шкаруба Нина Жоровна**, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Леонов Олег Альбертович**, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье показано, что в результате наличия погрешности измерений всегда будут иметь место неправильно принятые и неправильно забракованные изделия, но оценивание потерь при контроле изделий требует индивидуального подхода и моделирования методологического обеспечения производства для каждого конкретного случая.

**Ключевые слова:** качество, контроль, средство измерений, погрешность, потери при контроле.

Одна и та же погрешность измерений в различных случаях имеет разную экономическую ценность.

Определение технико-экономических показателей при использовании средств измерений и влияния погрешности измерений на эти показатели разработано еще недостаточно [1]. Основная трудность таких расчетов заключается в том, что процесс измерения не сопровождается созданием материальных ценностей.

Для выявления функции потерь рассмотрим процесс контроля [2], рисунок, где представлена графическая взаимосвязь между допуском контролируемого параметра  $T$ , технологическим рассеянием контролируемого параметра  $\omega_{\text{тех}}$  и погрешностью измерений  $\Delta_{\text{lim}}$ .

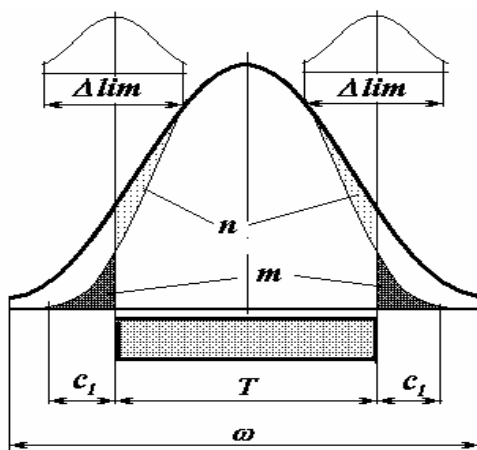


Рис. Схема процесса контроля

Если бы погрешность измерений  $\Delta_{\text{lim}} = 0$ , то осечка бракованных деталей при контроле происходила бы по вертикальной прямой, рис. Но всегда  $\Delta_{\text{lim}} > 0$ , поэтому отсечка происходит по кривой. Таким образом, часть годных изделий попадает в

бракованные, что характеризуется  $n$  – количеством неправильно забракованных изделий (в %) от количества измеренных. Часть бракованных изделий попадает в годные, что характеризуется  $m$  – количеством неправильно принятых изделий (в %) от количества измеренных. Параметр  $c$  – вероятностная величина выхода размера за предельные у неправильно принятых изделий.

В литературе приводится следующая зависимость для определения функции потерь при измерительном контроле качества продукции [3]:

$$П_{кп} = N \cdot n \cdot C_n + N \cdot m \cdot C_m, \quad (1)$$

где  $N$  – общее количество изделий, подлежащих контролю в течение года, ед.;  $n$  – доля ложно забракованных изделий от общего количества;  $C_n$  – средние потери, возникающие от ложного забракования изделия, руб/ед.;  $m$  – доля бракованных изделий, признанных годными;  $C_m$  – затраты, вызванные проникновением в производственный процесс или к потребителю бракованных изделий, руб/ед.

Неправильное забракование изделия в ряде случаев обнаруживается в производственном цикле, например – при повторном контроле только бракованных изделий [4]. Здесь будут совершенно другие затраты, по сравнению с тем, если бы изделие пошло бы в лом.

Аналогично, неправильное принятие изделий, приводит к проникновению в производственный процесс бракованных изделий, где возможно обнаружение брака, например – при запрессовке большего чем положено вала в отверстие – трещины, разрушение соединения, но если пошли только пластические деформации, не заметные внешне – брак не обнаружился, то это приведет к отказу при работе соединения.

Возможно исчезновение (поглощение) неправильного принятого брака при соединении его с годными изделиями (эффект вероятностного сложения зон рассеяния вместо полей допусков).

Таким образом, из зависимости (1) можно получить следующее выражение для более точной оценки потерь при контроле качества продукции:

$$П_{кп} = N \cdot n \cdot C_{но} \cdot P_{но} + N \cdot n \cdot C_n \cdot (1 - P_{но}) + N \cdot m \cdot C_{мо} \cdot P_{мо} + N \cdot m \cdot C_m \cdot (1 - P_{мо}) \cdot P_{мп} \cdot (1 - P_{ми}), \quad (2)$$

где  $C_{но}$  – затраты на обнаружение неправильно забракованных изделий;  $P_{но}$ ,  $P_{мо}$  – вероятности обнаружения неправильно забракованных и неправильно принятых изделий;  $C_{мо}$  – затраты на изготовление и обнаружение неправильно принятых изделий;  $P_{мп}$  – вероятность выхода из строя изделия в процессе дальнейшего использования или отказа у потребителя;  $P_{ми}$  – вероятность исчезновения брака.

Выражение (2) не является законченной функцией определения влияния всех возможных случаев на потери при контроле качества продукции. Литературные источники содержат методику определения параметров  $n$  и  $m$  только для случая совпадения середины поля рассеяния с серединой поля допуска. Причем эти параметры берутся в удвоенном виде (слева и справа), рис. Возможны такие ситуации, когда по экономическим и техническим соображениям забракование изделия слева не приводит к таким же последствиям, как и забракование справа. Например – исправимый и неисправимый брак при контроле размеров деталей.

На основании вышеизложенного, выражение (2) может принять следующий вид:

$$П_{кп} = [N \cdot n_l \cdot C_{пол} \cdot P_{пол} + N \cdot n_l \cdot C_{пл} \cdot (1 - P_{пол}) + N \cdot m_l \cdot C_{мол} \cdot P_{мол} + N \cdot m_l \cdot C_{мл} \cdot (1 - P_{мол}) \cdot P_{мл}]$$

$$\begin{aligned} & \cdot (1 - P_{\text{мил}})] + [N \cdot n_{\text{л}} \cdot C_{\text{ноп}} \cdot P_{\text{ноп}} + N \cdot n_{\text{п}} \cdot C_{\text{пп}} \cdot (1 - P_{\text{ноп}}) + N \cdot m_{\text{л}} \cdot C_{\text{моп}} \cdot P_{\text{моп}} + N \cdot m_{\text{п}} \cdot C_{\text{мп}} \cdot \\ & \cdot (1 - P_{\text{моп}}) \cdot P_{\text{мп}} \cdot (1 - P_{\text{мил}})], \end{aligned} \quad (3)$$

где индексы значат: л – с левой стороны допуска; п – с правой стороны допуска.

Таким образом, оценивание потерь при контроле изделий требует индивидуального подхода и грамотного подхода к методологическому обеспечению для каждого конкретного случая. Эти подходы должны быть четко проанализированы при контроле качества изделий после финишной обработки перед сборкой и при наличии системы менеджмента качества на предприятии – описаны в стандартах на процессы контроля [4, 5]. Лучше, если будут разработаны специальные контрольные листки для оценки не только фактически бракованных и требующих исправления изделий, но и оценки неправильно забракованных и неправильно принятых деталей. Это достигается путем повторного анализа выборки более точными средствами измерений. Именно такими действиями можно сделать вывод о пригодности средств измерений к данной операции контроля, даже если все условия выбора средств измерений и графики соблюдения поверки или калибровки выполняются. Погрешность средства измерений может наносить существенный ущерб при контроле, особенно если стоимость изделий будет высокая или их выход из строя у потребителя будет приводить к значительному ущербу.

### Библиографический список

1. Тойгамбаев, С.К. Метрология, стандартизация и сертификация / С.К. Тойгамбаев, П.В. Голиницкий // М.: Компания Спутник +. – 2017.
2. Голиницкий, П.В. Измерение и контроль деталей транспортных и транспортно-технологических комплексов / П.В. Голиницкий, С.К. Тойгамбаев // М.: Компания Спутник +. – 2018. – 154 с.
3. Леонов, О.А. Оценка качества измерительных процессов в ремонтном производстве / О.А. Леонов, Г.И. Бондарева, Н.Ж. Шкаруба // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 2. – 2013. – С. 36.
4. Голиницкий, П.В. Разработка процедуры управления внутренней документацией для промышленного предприятия / П.В. Голиницкий, Ю.Г. Вергазова, У.Ю. Антонова // Компетентность. – № 7 (158). – 2018. – С. 20-25.
5. Бондарева, Г.И. Процессный подход к деятельности предприятий по ремонту машин в АПК / Г.И. Бондарева, Ю.Г. Вергазова, И.С. Митрофанов // Сельский механизатор. – № 5. – 2018. – С. 18-19.

## КАРДАНЫЕ ВАЛЫ В ТЕХНИКЕ: ПРИМЕНЕНИЕ И ОЦЕНКА

**Пастухов Александр Геннадиевич**, профессор кафедры технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина

**Тимашов Евгений Петрович**, доцент кафедры гостинично-туристического сервиса, коммерции и рекламы, АНО ВО Белгородский УКЭП

**Бахарев Дмитрий Николаевич**, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина

**Шарая Ольга Александровна**, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина

**Аннотация:** Проведен анализ применения карданных валов в трансмиссиях тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин по параметрам длины и передаваемого крутящего момента, связанного с типоразмером используемых карданных шарниров.

**Ключевые слова:** карданная передача, длина, типоразмер, применяемость, распределение.

**Постановка проблемы.** Повышение надежности агрегатов механических трансмиссий тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин при их конструировании и эксплуатации ведется по основным направлениям, среди которых: 1) обеспечение оптимальных условий и температурных режимов работы деталей, соединений и узлов; 2) обеспечение прочности и жесткости валов механических передач, устойчивости к вибрациям и колебаниям; 3) динамическая балансировка карданных валов и другие [1].

Анализ потенциальных свойств исследуемого агрегата свидетельствует о том, что карданный вал, имея массу, момент инерции, структуру кинематики шарниров, переменный характер нагруженности крутящим и изгибающим моментами, подвижность шлицевого соединения и несоосность отдельных элементов, вызванную зазорами в них и допусками при сборке, представляет собой мощный источник возмущения крутильных и изгибных колебаний, ощущаемых как вибрации и воздействующих на узлы и связанные с ней механизмы машин, что приводит к нарушению условий и режимов их работы и способствует появлению отказов деталей и их соединений [2, 3].

Основным параметром карданных передач является длина  $L_K$  вала между центрами шипов крестовин карданных шарниров. Допустимую длину  $L_{Kmax}$  вала передачи определяют исходя из критической частоты его вращения  $n_{Kp}$ , которые связаны следующими зависимостями [2]

$$n_{Kp} = 1,185 \cdot 10^7 \cdot \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{L_K^2}, \quad (1)$$

$$L_{Kmax} = \sqrt{0,83 \cdot 10^7 \cdot \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{n_{Kmax}}}, \quad (2)$$



где  $D, d$  – наружный и внутренний диаметры карданного вала, см;  $n_{Kmax}$  – максимальная частота вращения карданного вала, мин<sup>-1</sup>.

В соответствии с ОСТ 37.001.053-74 «Валы карданные. Технические требования к установке. Нормы дисбаланса» допустимой является длина, при которой максимальная частота вращения карданного вала, соответствующая максимальной скорости движения машины, не превышает 70% расчетной критической частоты вращения вала. В этой связи предположение о том, что длина карданных валов, частота вращения, передаваемый крутящий момент и параметры долговечности взаимосвязаны. Таким образом, анализ применимости карданных валов в трансмиссиях тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин по длине валов и типоразмерам карданных шарниров является актуальным.

**Анализ исследований и публикаций.** Детали и сборочные единицы, применяемые в механических трансмиссиях техники, классифицируют в зависимости от их геометрических размеров, а применительно к карданным валам можно добавить и передаваемый крутящий момент, характеризуемый типоразмером. Вопросы распределения длин и диаметров валов машин, работающих в сельском хозяйстве рассмотрены в работах Е.Л. Воловика и других ученых, где систематизированы данные по автомобилям, тракторам и сельскохозяйственным машинам, и выявлена частота применения валов определенного диаметра и длины. Откуда можно сделать вывод о том, что наибольшее распространение получили валы диаметром 30...45 мм и длиной 300...400 мм. Используем данный системный подход для установления статистических характеристик применимости карданных валов в механических трансмиссиях техники в зависимости от типоразмера шарниров и длины вала [2, 3].

**Цель исследования** – выявление распределения карданных валов по применимости в различных видах техники с учетом длины и передаваемого крутящего момента (типоразмера).

Для достижения поставленной цели следует решить задачи:

- 1) собрать данные по использованию карданных валов в тракторах, автомобилях и сельскохозяйственных машинах;
- 2) систематизировать материал по длинам валов и типоразмеру;
- 3) установить наиболее часто применимый типоразмер шарниров и длину карданных валов.

**Материал исследований.** В качестве исходных принимаем данные технической библиотеки «Почти все о карданных валах» Гродненского завода карданных валов Республики Беларусь ([www.grokard.grodno.by](http://www.grokard.grodno.by)).

Составим таблицы количества карданных валов, применяемых в тракторах в зависимости от определенного типоразмера карданных шарниров (от II до VII по диаметру шипа и номеру подшипника) и длин валов (до 600, 800, 1000, 1200, 1400 и более 1400 мм). Пример таблицы с данными, характеризующими применимость карданных валов с шарнирами II типоразмера и длиной валов до 600 мм (диаметр шипа 16,3 мм, подшипник 704902К4) представлен в таблице.

Аналогичную систематизацию проводим по тем же видам техники с учетом длин и типоразмеров шарниров карданных валов. Для придания наглядности полученным результатам представим двумерные графические модели зависимостей количества карданных валов, применяемых в технике, от типоразмера шарниров и длин валов.

Переходя от количественных значений к частостям, получаем следующие графические модели применимости карданных валов по видам техники в зависимости от типоразмеров шарниров (рисунок 1) и длин валов (рисунок 2).

Таблица

**Распределение карданных валов длиной до 600 мм  
II типоразмера шарниров, применяемых в тракторах**

Обозначение	Применяемость	L <sub>min</sub> по фланцам и max ход, мм	Присоединительные размеры фланца, мм	Масса, кг	Прим.
1	2	3	4	5	6
220-2304030	Вал карданный для трактора МТЗ-220	583	Шлицы m=1,5, z=15 Øнар.=24,7 Øвн.=21,7	3,64	схема 5
220-2304030-01	Вал карданный для трактора МТЗ-220	483	тоже	3,44	схема 5
20-2201000	Вал карданный от КПП на ВОМ трактора К-20	470 и 35	4 отв.хØ8,1 на Ø 80 Ø 47,595 вн.=21,7 глубина 4,5	5,05	схема 2
20-2201000-20	Вал карданный для тракторов К-20	505 и 35	тоже	5,18	схема 2
20-2201000-30	Вал карданный для тракторов К-20	560 и 35	тоже	5,35	схема 2
20-2303000-02	Вал карданный привода колёс трактора К-20	203	4 отв.хØ8,1 на Ø 80 Ø 47,595 глубина 4,5 шлицы D10x25x30	2,9	схема 6
702.22.09.000-02	Вал карданный для тракторов К-702	252	4 отв.хØ8,1 на Ø 80 Ø 7,595 глубина 4,5	4,3	схема 4
2765015-2209000	Вал карданный для тракторов К-701, К-702	232	тоже	4,3	схема 4
20-2201000	Вал карданный от КПП на ВОМ трактора К-20	470 и 35	4 отв.хØ8,1 на Ø 80 Ø 47,595 вн.=21,7 глубина 4,5	5,05	схема 2

Примечания:

1. Карданные валы типоразмера II – Применяемые крестовины с подшипниками в сборе 412-2201025, 2121-2201025-20 (размер по торцам подшипников 83,05 мм, наружный диаметр подшипника 28 мм, масса 0,43 кг, номинальный крутящий момент 1000 Нм).

2. Схема 2 – двухшарнирный карданный вал со шлицевым соединением, схема – 4 – двухшарнирный карданный вал, схема 5 – двухшарнирная карданная вилка с шлицевыми хвостовиками, схема 6 – двухшарнирная карданная вилка.

Анализ графической информации, (в процентах) по применимости в различных видах техники карданных валов в зависимости от типоразмера шарниров (рисунок 1) и длины валов (рисунок 2), позволяет сделать следующие выводы [4]:

1) карданные валы с шарнирами II, III и IV типоразмеров примерно одинаково представлены в трансмиссиях автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин, а типоразмеры V, VI и VII наибольшее распространение находят в автомобилях;

2) карданные валы длиной 600...1000 мм соизмеримо представлены в трансмиссиях автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин, а валы длиной более 1000 мм наиболее представлены в автомобилях.

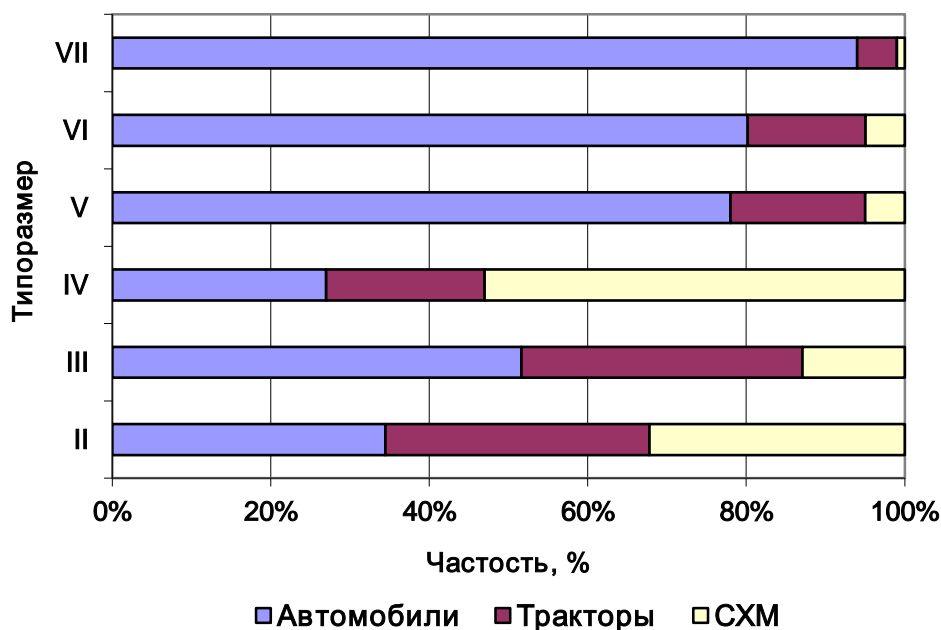


Рис. 1. Распределение карданных валов по видам техники в зависимости от типоразмера шарниров

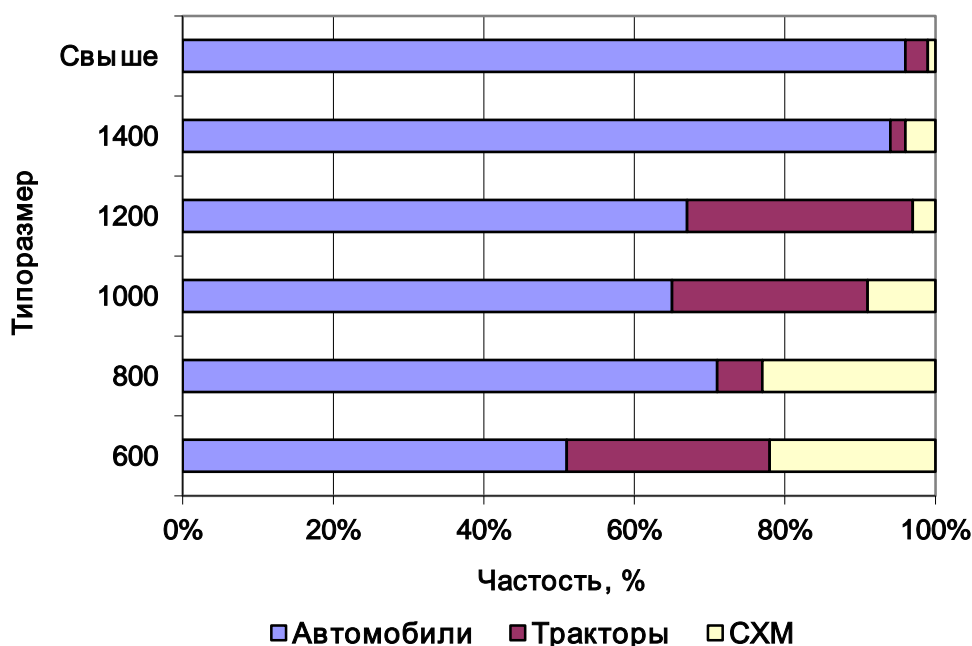


Рис. 2. Распределение карданных валов по видам техники в зависимости от длины валов

**Выводы и перспективы исследований.** На основании представленных выше соображений обобщаем полученные результаты [5]:

1) широкое применение карданных валов с шарнирами II, III и IV типоразмеров, имеющих длину валов 600...1000 мм, в трансмиссиях автомобилей,

тракторов и сельскохозяйственных машин свидетельствует об актуальности и востребованности конструкторско-эксплуатационного направления мероприятий по повышению их долговечности;

2) представленные распределения карданных валов по трансмиссиям видов техники позволяют установить перечень машин и степень учета влияния в исследованиях их долговечности условий и режимов эксплуатации;

3) возможные перспективы исследований по данной тематике открываются в разработке мероприятий по обеспечению долговечности карданных валов с учетом их применимости по типоразмерам и длине в технике.

### **Библиографический список**

1. Ерохин, М.Н. Детали машин и основы конструирования: учебник / М.Н. Ерохин, С.П. Казанцев, А.В. Карп и др. // Под ред. М.Н. Ерохина. – М.: КолосС. – 2011. – 512 с.

2. Ерохин, М.Н. Надежность карданных передач трансмиссий сельскохозяйственной техники в эксплуатации: монография / М.Н. Ерохин, А.Г. Пастухов // Белгород: Изд-во БелГСХА. – 2008. – 160 с.

3. Пастухов, А.Г. Повышение долговечности карданных шарниров транспортных и технологических машин в эксплуатации: монография / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов // Старый Оскол: Изд-во СТИ (филиал) ГТУ МИСиС. – 2009. – 73 с.

4. Леонов, О.А. Метрология, стандартизация и сертификация / О.А. Леонов, В.В. Карпузов, Н.Ж. Шкаруба, Н.Е. Кисенков // Под ред. О.А. Леонова. – М.: КолосС. – 2009. – 568 с.

5. Кравченко, И.Н. Технологические процессы в техническом сервисе машин и оборудования: учебное пособие / И.Н. Кравченко, А.Ф. Пузряков, В.М. Корнеев, А.Г. Пастухов [и др.] // М.: ИНФРА-М. – 2017. – 346 с.

УДК 681.786.23

### **ПРИМЕНЕНИЕ 3D СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕОМЕТРИИ ФРИКЦИОННЫХ ДИСКОВ**

**Арумугам Гриша**, инженер ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

**Аннотация:** В работе произведены подготовительные операции по оценке геометрии дисков коробки передач трактора К-701 методом 3D сканирования. Выбраны средства измерения для проверки точности полученных данных.

**Ключевые слова:** 3D сканирование, сканирование, 3D модель, оценка точности, измерение.

Современные тенденции развития технологий в области проектирования и изготовления деталей подразумевают все большее использование средств компьютерного моделирования на всех этапах жизненного цикла изделия. Широкое распространение получили разнообразные САD-программы, позволяющие при

проектировании нового изделия создавать трехмерные модели деталей, а также САМ-пакеты, позволяющие автоматизировать обработку деталей с использованием полученных трехмерных моделей на станках с ЧПУ. В условиях повсеместной цифровизации процессов, связанных с проектированием и изготовлением деталей, выявляются новые производственные и научные задачи, такие как создание виртуальных моделей уже существующих деталей. В зависимости от конечной цели и геометрической сложности объекта для этого могут применяться методы ручного обмера или методы трёхмерного сканирования.

Ручной обмер деталей с использованием таких измерительных средств, как штанген инструмент, угломеры, щупы и т.д., применим только для объектов, имеющих достаточно простую геометрическую форму, и в том случае, когда к модели предъявляются пониженные требования по точности форм и размеров. Для сложных деталей с повышенными требованиями по точности к модели применяют методы трехмерного сканирования, подразделяющиеся на контактные и бесконтактные. К контактным методам относят сканирование с помощью различных вариаций координатно-измерительных машин, общим принципом действия которых является применение щупа, контактирующего с поверхностью тела объекта. Контактный 3D-сканер отличается наибольшей точностью работы, однако, в процессе сканирования существует опасность повреждения или изменения формы объекта при воздействии контактного щупа. Также недостатком контактного метода сканирования является большая трудоемкость работ при необходимости получении координат всех точек тела [1].

К бесконтактным методам трехмерного сканирования относят сканирование с помощью оптических и лазерных сканеров. По принципу действия сканеры делятся на активные и пассивные. Активные сканеры испускают определенные виды излучений (свет, ультразвук или рентгеновские лучи) и фиксируют отраженное или проходящее через объект излучение. Пассивные сканеры собственное излучение не испускают; вместо этого они используют отраженный свет из окружающего пространства. Большинство сканеров данного типа предназначены для обнаружения отраженного излучения от спектра света видимого диапазона, поскольку видимый свет является наиболее доступным источником внешнего излучения для объектов. Пассивные методы сканирования отличаются относительной дешевизной, поскольку в большинстве случаев не нуждаются в использовании специального дорогостоящего оборудования; для выполнения сканирования оказывается достаточно обычной цифровой камеры [2].

Фрикционные диски являются составной частью коробки передач и отвечают за передачу крутящего момента. В процессе работы они изнашиваются и меняют свою форму. Целью работы является определение этого изменения.

Для выполнения работы по оценке геометрии фрикционных дисков коробки передач тракторов К-701 был использован 3D сканер Shining 3D Einscan-Pro+. Его характеристики отражены в таблице.

## Характеристики сканера

Область сканирования, мм	До 4000
Точность 3D точки, мм	0.3 – 0.05
3D разрешение, мм	0.16
Время сканирования	~ 9 сек

Скан представляет собой облако точек изделия с одного ракурса. Для получения объёмного представления необходимы несколько снимков, количество которых зависит от сложности исходного объекта. Диск находится на поворотном столе и после каждого снимка поворачивается на определённый угол (рисунок 1, а).

Полученные сканы обрабатываются в комплектном программном обеспечении (ПО). Она включает в себя: удаление лишних областей, соединение сканов в единую модель, обработка отверстий, получение полигональной модели (рисунок 1, б).

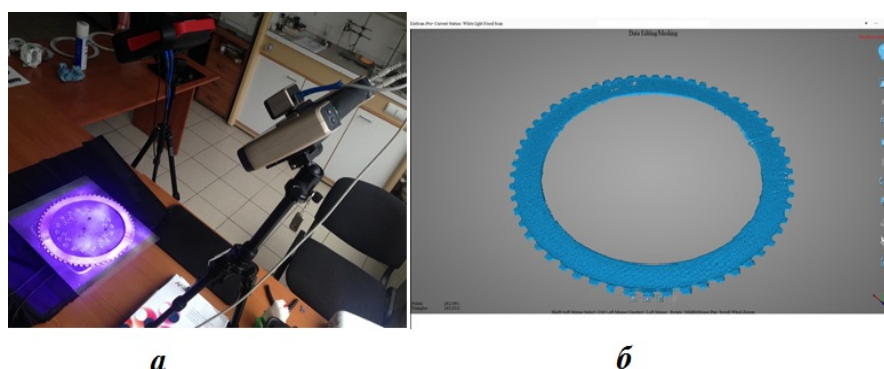


Рис. 1. Процесс сканирования (а), обработка сканов в ПО (б)

Завершающим этапом является извлечение необходимых геометрических параметров из полученной модели в системе Autodesk Inventor. Согласно схеме расположения контрольных точек (рисунок 2, а), нужно произвести измерения высоты местоположения точек на внутреннем и внешнем радиусах диска от стола.

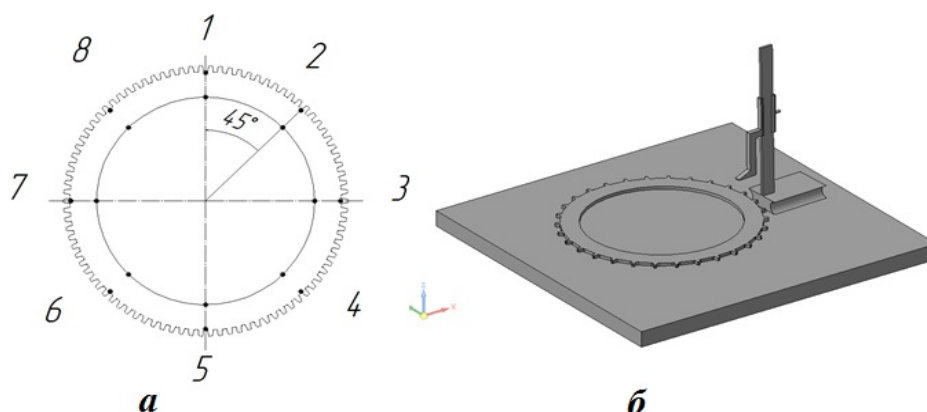


Рис. 2. Расположение контрольных точек на диске (а), метод проверки измерений (б)

Для проверки точности полученных данных используется следующая методика. На поверочной плите размещается фрикционный диск и штангенрейсмас ШР-250-0,05

(ГОСТ 164-90). Далее, согласно схеме расположения контрольных точек, производится измерение высоты расположения точки от поверхности стола (рисунок 2, б). По сходимости данных с двух разных методов измерения судят об их качестве.

Полученные данные будут использованы для анализа условий работы коробки сцепления.

### **Библиографический список**

1. Лысыч, М.Н. Оборудование для 3D сканирования / М.Н. Лысыч, М.Л. Шабанов, В.В. Романов // Современные наукоёмкие технологии. – №12-2. – 2014. – С.170-174.

2. Все о 3D-сканерах: от разновидностей до применения: технологический портал. [Электронный ресурс]. URL: <https://can-touch.ru/blog/vse-o-3d-skanerax/> (дата обращения: 04.12.2018).

УДК 631.1

## **АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**Катаев Юрий Владимирович**, доцент кафедры инженерной и компьютерной графики, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Рассмотрен опыт организации технического сервиса техники в зарубежных странах для внедрения инновационных технологий в сектор инженерно-технической службы АПК в целях совершенствования технического обслуживания и ремонта машин.

**Ключевые слова:** технический сервис, дилерский центр, техника, эксплуатация, запасные части.

Современное сельское хозяйство нуждается в новых технологиях и технических средствах, материальном и структурном обновлении, а это требует большого вклада науки и огромных инвестиционных вложений. При этом развитие аграрного производства должно осуществляться на основе как отечественного, так и зарубежного опыта, накопленного многими предыдущими поколениями [1].

Исходя из опыта стран с развитой рыночной экономикой, можно предположить, что активное развитие дилерских центров и ремонтно-технических предприятий будет возможно лишь после появления прослойки независимых и экономически развитых сельхозтоваропроизводителей. В США, к примеру, подобные структуры создаются по инициативе самих аграриев и действуют в соответствии с их интересами. Деятельность ремонтно-технических мастерских рассматривается как неотъемлемый элемент дилерских центров, то есть дилер не только продаёт технику, но и осуществляет её обслуживание и ремонт [2].

В США практикуется два способа оплаты клиентами работ на дилерском пункте – тарифная, за определённые виды работ и временная, в соответствии с затраченным на работу временем. Стоимость запасных частей и материалов также оплачивается из средств заказчика. Клиент сам вправе выбирать более выгодный ему способ и контролировать весь ход выполнения работ.

Одним из направлений работы дилерских центров в США является торговля запасными частями, прибыль от которых составляет до 25% всех доходов дилера. При этом обнаруживается закономерность, что чем меньше продаётся сельскохозяйственной техники, тем больше реализуется запасных частей и комплектующих к ней. Таким образом, дилер диверсифицирует свою деятельность, что позволяет ему оставаться экономически эффективным при любых изменениях рыночной ситуации.

Решение о ремонте сельскохозяйственной техники принимается исходя из условия экономической эффективности. В странах ЕС, к примеру, принято, что техника подлежит ремонту, в случае если его стоимость не превышает 50-65% (в зависимости от вида техники) стоимости новой машины.

В Германии и Канаде определяют оптимальный расход средств на ремонт и техническое обслуживание в расчёте на единицу мощности как новых, так и эксплуатируемых машин. Исходя из данного показателя принято, что ремонту подлежит техника со сроком эксплуатации до 5 лет, хотя на практике встречаются машины, эксплуатирующиеся и гораздо более продолжительное время.

В странах ЕС, как и в США, ремонтная база сосредоточена в дилерских центрах. При этом все они экономически независимы от заводов производителей и работают в условиях жесткой конкуренции между собой, так как в каждом более или менее развитом сельскохозяйственном регионе одновременно функционирует 5-7 дилерских центров. Подобная форма организации технического сервиса позволяет повысить качество оказываемых сельхозтоваропроизводителям услуг и оптимизировать соотношение цена-качество при осуществлении ТО и ТР. Взаимосвязь в системе завод-дилер-потребитель осуществляется исключительно на коммерческой основе и строго контролируется со стороны государственных органов. Таким образом, действия каждого элемента системы подчинены только цели получения прибыли.

Дилерам, торгующим сельскохозяйственной техникой, удается охватить своим сервисом только от четверти до половины проданных ими машин. Остальная часть МТП ремонтируется и обслуживается владельцами-предприятиями, имеющими большой однородный парк машин, которым рентабельно содержать ремонтные службы; малыми предприятиями, экономящими на ремонтах; частными владельцами машин с низкими доходами (мелкое фермерство), имеющими необходимую квалификацию и условия для ремонта [3].

Важное значение в организации технического сервиса за рубежом уделяется его информационному обеспечению. В каждом дилерском центре существует отдел, отвечающий за связь с потребителями, поставщиками и партнёрами. Для осуществления инновационной деятельности предприятия технического сервиса в США и странах ЕС активно сотрудничают с научно-исследовательскими ВУЗами. Зачастую крупные дилерские центры финансируют работу исследовательских групп по отдельным направлениям, помогают осуществлять внедрение результатов работы и предоставляют базу для исследований [4].



Весьма ценный опыт представляет собой организация технического сервиса в странах с промежуточной (от командной к рыночной) экономикой, таких как Китай и Вьетнам. Система технического сервиса в данных государствах, как и вся сфера услуг, принадлежит государству. В то же время по отдельным, малозначительным видам ремонта и технического обслуживания сельхозтоваропроизводители имеют право обращаться в частные ремонтные мастерские. Закрытость экономики Китая не позволяет развиваться в данной стране системе дилерских центров, их заменяют региональные представительства государственных заводов. Сельхозтоваропроизводители заключают с ними договор технического обслуживания, то есть договор, по которому одна сторона, используя технические знания, решает для другой стороны определённые технические вопросы. Он может быть представлен в нескольких разновидностях [5]:

1) Договор Простого технического обслуживания, который означает, что исполнитель, используя свои научно-технические знания, решает для заказчика определённые технические вопросы.

2) Договор технического посредничества, на основании которого исполнитель предоставляет заказчику возможность (или извещает заказчика о возможности) заключения технического договора с третьими лицами, или содействует заключению технического договора между заказчиком и третьими лицами.

3) Договор подготовки технических кадров (договор технического обучения), на основании которого исполнитель оказывает заказчику услуги по техническому обучению и подготовке сотрудников заказчика специальным техническим знаниям, умениям и навыкам.

Организации технического сервиса, научно-исследовательские институты и конструкторские фирмы Китая объединены общей информационной сетью, позволяющей эффективно взаимодействовать им на всех стадиях жизненного цикла сельскохозяйственной техники. При этом данная система является как бы замкнутой самой на себе, так как информационные потоки не имеют выхода за пределы страны. Таким образом, происходит абстрагирование системы от мирового опыта технического сервиса, в результате чего снижается эффективность внутренней коммуникации.

Китайская модель системы технического сервиса отличается целостностью и скоординированностью, что обусловлено особенностями построения экономики в данной стране. Опыт Китая показывает, что в условиях переходной экономики государство должно играть центральную координирующую роль в управлении хозяйствующими субъектами технического сервиса. В период формирования рыночных институтов управления данной отраслью, государство выполняет функцию регулятора экономических процессов в отношениях между дилерами и сельхозтоваропроизводителями.

Анализ основных направлений развития технического сервиса в иностранном агропромышленном комплексе показывает, что наиболее перспективным является организация фирменного технического сервиса сельскохозяйственной техники, так как именно эта форма является в наибольшей степени приспособленной к условиям рыночной экономики, и будучи рационально организованной, способствует развитию сельскохозяйственного производства региона.

### Библиографический список

1. Дидманидзе, О.Н. Технический сервис в АПК / О.Н. Дидманидзе, В.М. Корнеев // М.: УМЦ «Триада». – 2015. – 110 с.
2. Кушнарев, Л.И. Состояние и направления инновационного развития инженерно-технической службы АПК / Л.И. Кушнарев, О.Н. Дидманидзе // Международный технико-экономический журнал // – №1 – 2014. – С. 31-40.
3. Кравченко, И.Н. Технологическая подготовка предприятий технического сервиса: учебное пособие / И.Н. Кравченко, В.М. Корнеев, Д.И. Петровский, Ю.В. Катаев // М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2018. – 188 с.
4. Дорохов, А.С. Технический сервис в системе инженерно-технического обеспечения АПК / А.С. Дорохов, В.М. Корнеев, Ю.В. Катаев // Сельский механизатор. – №8. – 2016. – С. 2-5.
5. Малыха, Е.Ф. Современные формы организации технического сервиса / Е.Ф. Малыха, Ю.В. Катаев // Экономика сельского хозяйства России. – № 3 – 2018. – С. 27-33.

УДК 658.511.5

### ПОДХОД К ВЫБОРУ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ СЕРВИСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Корнеев Виктор Михайлович, доцент кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Петровский Дмитрий Иванович, доцент кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** *Предлагается метод выбора средств технологического оснащения рабочих мест, участков, цехов, позволяющий осуществлять технологический процесс более эффективно на основе обоснованного выбора наиболее предпочтительных вариантов технологического оснащения для конкретных условий производства.*

**Ключевые слова:** *ремонтно-технологическое оборудование, оснащение участков.*

Состав ремонтно-технологического оборудования (РТО) для предприятий технического сервиса определяют, как правило, исходя из технологической необходимости выполнения тех или иных операций в соответствии со специализацией [1].

Однако в ряде случаев, отдельные операции или виды работ при техническом обслуживании и ремонте могут быть выполнены с помощью нескольких взаимозаменяемых типов или марок оборудования. При этом взаимозаменяемое оборудование, обеспечивая качественно одинаковые конечные результаты, может обладать разной производительностью и установленной мощностью. Кроме того, оно может различаться стоимостью, требовать для своего использования различных производственных условий и т.п. [2].

Так, для осуществления операций наружной очистки трактора может использоваться несколько типов моечных установок с различной производительностью (погружные, камерные и др.). Для окраски машин могут быть применены пневматическое или безвоздушное распыление лакокрасочных материалов и т.д. [2, 3].

Таким образом, перед инженерно-техническим персоналом предприятия формируется задача выбора для конкретных условий производства такого технологического оборудования (оснащение рабочих мест, участков, цехов), которое позволило бы осуществлять процесс производства наиболее эффективно.

Применительно к рассматриваемой задаче выбора технологического оборудования можно сформулировать следующее положение: предпочтение в использовании той или иной модели из ряда взаимозаменяемого оборудования должно быть отдано тому из них, применение которого обеспечивает выполнение операций с параметрами, не ниже заданных при наименьших (по сравнению с другими моделями ряда) затратах [4]:

$$G_{опi} = C_i + E_n \cdot K_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $G_{опi}$  – приведенная стоимость выполнения технологического процесса (операции) по  $i$ -му варианту, р.;  $C_i$  – себестоимость выполнения процесса (операции) по  $i$ -му варианту, р.;  $E_n$  – коэффициент эффективности капитальных вложений ( $E_n = 0,15$ );  $K_i$  – удельные капитальные вложения по  $i$ -му варианту, р.

Издержки производства, определяющие себестоимость выполнения технологического процесса, складываются из затрат по многим статьям. При выборе технологического оборудования нет необходимости определять для каждого варианта полную себестоимость выполнения процесса. В этих случаях достаточно учесть затраты лишь в тех статьях, где они различны для сопоставляемых вариантов [4, 5].

В связи с этим выражение для определения приведенной стоимости выполнения технологического процесса можно представить в виде:

$$G_{оп} = (G_{зп} \cdot H_{сс} + G_{мч}) \cdot T_{оп} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где  $G_{зп}$  – часовая заработная плата (основная и дополнительная) за выполнение технологических операций с помощью сравниваемого оборудования, р.;  $H_{сс}$  – коэффициент, учитывающий начисления на заработную плату;  $G_{мч}$  – приведенная стоимость машино-часа работы сравниваемого оборудования, р.;  $T_{оп}$  – время выполнения операций с помощью сравниваемого оборудования, ч.

В общем случае для большинства видов ремонтно-технологического оборудования приведенная стоимость машино-часа может быть определена из выражения:

$$G_{мч} = G_э + G_м + G_{ТОР} + \frac{Ц(Q + E_n) \cdot n + P_s \cdot S_p}{N \cdot T_{оп}}, \quad (3)$$

где  $G_э$  – энергетические затраты за 1 ч работы сравниваемого оборудования (электроэнергия, сжатый воздух, пар), р.;  $G_м$  – расход материалов за 1 ч работы сравниваемого оборудования, р.;  $G_{ТОР}$  – расходы на техническое обслуживание и ремонт за 1 ч работы оборудования, р.;  $Ц$  – цена оборудования, р.;  $Q$  – норма амортизационных отчислений, р.;  $N$  – число операций в год (программа);  $n$  – количество единиц одновременного оборудования, занятого выполнением данной операции;  $P_s$  – удельная стоимость 1 м<sup>2</sup> производственной площади сервисного предприятия, р./м<sup>2</sup>;

$S_p$  – производственная площадь, занимаемая сравниваемым технологическим оборудованием, м<sup>2</sup> [5].

Подставляя значение  $G_{мч}$  в формулу (2), получим выражение для определения приведенной стоимости выполнения технологического процесса:

$$G_{оп} = \left[ G_{зп} \cdot H_{сс} + G_{э} + G_{м} + G_{тор} + \frac{Ц(Q + E_n) \cdot n + P_s \cdot S_p}{N \cdot T_{оп}} \right] \cdot T_{оп} \rightarrow \min. \quad (4)$$

Таким образом, сравнивая для различных видов оборудования стоимости выполнения технологических процессов, можно обоснованно выбрать наиболее предпочтительный вариант для конкретных условий производства.

### Библиографический список

1. Корнеев, В.М. Анализ зависимостей технико-эксплуатационных показателей машин от возраста и способов организации выполнения операций технического обслуживания и ремонта / В.М. Корнеев, А.А. Ивойлов, М.С. Захарова, Д.И. Петровский // Труды ГОСНИТИ. – Т. 121. – 2015. – С. 94-103.
2. Кравченко, И.Н. Анализ технического сервиса машин и оборудования в агропромышленном комплексе / И.Н. Кравченко, Д.И. Петровский // Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – № 288-4. – 2017. – С. 283-286.
3. Петровский, Д.И. Написание курсовой работы по дисциплине «Технологическая подготовка предприятий технического сервиса» / Д.И. Петровский, В.М. Корнеев, Е.А. Петровская // М.: РГАУ-МСХА. – 2015. – 32 с.
4. Кравченко, И.Н. Ресурсосберегающие технологии ремонта сельскохозяйственной техники / И.Н. Кравченко, В.М. Корнеев, Д.И. Петровский, Ю.В. Катаев. М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2018. – 184 с.
5. Аксёнова, М.Н. Система технического сервиса в АПК / М.Н. Аксёнова, Д.И. Петровский // В сб.: Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: матер. межд. науч.-практ. конф. – Майский: Белгородский ГАУ. – 2018. – С. 296-299.

УДК 656.13:338.47

### МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ И ОБНОВЛЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

*Кравченко Игорь Николаевич, профессор кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** В статье предложены методические подходы к решению задачи по оптимизации структуры и состава машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий с анализом экономико-математических моделей, методов и критериев оптимальности. Показана возможность решения оптимизационной задачи с использованием информационных технологий.

**Ключевые слова:** модель оптимизации, машинно-тракторный парк, экономико-математические методы, техническое обслуживание и ремонт.

В большинстве сельскохозяйственных организаций при формировании и организации машинно-тракторных парков (МТП) используется система планово-предупредительных ремонтов, не предусматривающая затраты и порядок проведения внеплановых обслуживаний и ремонтов машин [1-3]. В результате исключается возможность оптимального формирования графиков и потребных мощностей ремонтных подразделений для обслуживания МТП. Это приводит к необоснованному расходу запасных частей, материалов и других ресурсов в системе технического обеспечения АПК [4]. Между тем, периодичность технического обслуживания (ТО) и ремонта может быть обоснована математическими зависимостями отказов и изменениями эксплуатационных свойств техники под воздействием различных факторов.

*Постановка оптимизационной задачи.* Определен численный и качественный состав МТП. Для каждой из машин задана наработка от предыдущего ТО и планируемая наработка в расчетном периоде. Определено количество ремонтных бригад и средств ТО. Составлен график работы машины по объектам на основе календарного планирования. Кроме этого определены показатели уровня надежности и параметров технического состояния машины. В качестве такого показателя целесообразно использовать коэффициент технической готовности. Требуется построить график проведения обслуживания машин с минимальными затратами и простоями.

Для построения математической модели введем следующие обозначения:  $T = (1, 2, 3, \dots, t)$  – период, на который осуществляется планирование;  $d$  – число рабочих дней в периоде планирования;  $n$  – количество бригад, осуществляющих ТО и ремонт;  $b_i^0$  – наработка машины на начало планируемого периода от последнего ТО;  $b_i^d$  – плановая наработка машин по дням;  $C_i^d$  – затраты, вызванные простоем машины в ремонте и ТО;  $\varphi_i^P, \varphi_i^{KP}$  – характеристики состояния машины, указывающие на необходимость проведения текущего и капитального ремонта.

Для решения оптимизационной задачи принимаем следующие предположения [5]:

- график загрузки машин составлен с учетом сроков выполнения механизированных работ и их объема. Следовательно, величину  $b_i^d$  можно считать неизменной;
- продолжительность проведения планового обслуживания одной машины принимаем кратной единице планирования и равной нормативной продолжительности обслуживания для каждой конкретной единицы техники;
- ремонтная бригада считается занятой на все время проведения ТО и не может начать работу над новой машиной, не закончив с предыдущей;
- наработка машины между ТО может отличаться от расчетной, но не выходить за верхний и нижний пределы;
- время на перебазировку бригад включается в общее время выполнения операций;
- коэффициент технической готовности машины не должен быть меньше предельно допустимого уровня;
- все работы производятся собственными силами или на основе договора со сторонними организациями.

Построение математической модели оптимизации структуры машинно-тракторного парка. Процесс построения математической модели содержит взаимосвязанные этапы, представленные ниже.

*Этап 1.* Сбор и подготовка исходной информации для планирования. Поток информации формируется на основе данных ежедневного осмотра, технической диагностики и сведениях об отказах, а также учитываются данные о требуемой интенсивности работы машины на объекте и нагрузочные режимы.

Для оставшихся машин определяем сроки проведения ТО по нормативам:

$$N_i^\phi = \left( b_i^0 + \sum_{d=1}^t b_i^d \right) \geq N_{i \max}^H, \quad (1)$$

где  $N_{i \max}^H$  – максимальная нормативная наработка до ТО.

Чтобы более точно определить срок постановки машины на ТО или в ремонт, необходимо учитывать воздействие климатических, возрастных и других факторов через вероятности безотказной работы:

$$N_i^\phi \cdot P\left(\sum b_i^t\right) \geq N_{i \max}^H. \quad (2)$$

В случае невыполнения условия (2), машина переносится на следующий плановый период, так как в этом обслуживании она не нуждается. С целью более точного формирования графика определяем возможные границы переноса ТО и ремонта для оставшихся машин. Так, самое раннее начало соответствует условию  $b_i^{t+1} \leq (N_i^\phi - N_{i \min}^H)$ , самое позднее –  $b_i^{t+1} \leq (N_i^\phi - N_{i \max}^H)$ .

Выполняем проверку вероятности отказа машины исходя из допустимой

$$P(b_i^t) \leq P(b_i^t)_{\text{дон}}, \quad (3)$$

или исходя из требуемого коэффициента готовности  $K_G^\phi \geq K_G^H$ .

Если условие выполняется, то машина рассчитывается как требующая только ТО, в противном случае – ставится в график как требующая ремонта.

В качестве альтернативы при расчете может быть использована средняя наработка  $N^\phi$  (маш-час) между отказами, определяемая по формуле:

$$N^\phi = \int_0^\infty P(t) dt, \quad (4)$$

где  $P(t)$  – вероятность безотказной работы между отказами.

*Этап 2.* Построение приближенного графика проведения ТО. Определяем период времени, когда остановка машины в ремонт и ТО будет минимальным

$$C_i^t = \min(C_i^t(t)). \quad (5)$$

Методом последовательного перебора рассматриваются периоды работы. Если в каком-то из них находятся минимальные затраты на ТО  $i$ -й машины, то она ставится на обслуживание. Если таких машин несколько, то их число не должно превышать количество ремонтных бригад. В случае не выполнения этого условия, сравнивается их раннее и позднее начало ТО и выбирается с наименьшим значением, а другая машина передвигается в графике.

Таким образом, выбирается  $n$  машин для обслуживания. При этом следует учитывать, что машины могут находиться в ремонте не один день. Поэтому необходимо корректировать число свободных бригад ремонтников.

Для более точного определения времени нахождения машины на обслуживании и в ремонте целесообразно использовать среднее время восстановления и обслуживания  $T_{cp}^{eoc}$  (маш-час), определяемое по формуле:

$$T_{cp}^{eoc} = \int_0^{\infty} t_e f_e(t) dt, \quad (6)$$

где  $t_e$  – среднее время восстановления;

$f_e(t)$  – плотность распределения времени.

При этом если определялось время нахождения машины в ремонте по формуле (6), то необходимо произвести сравнение этих показателей и выбрать максимальное.

*Этап 3.* Построение окончательного графика проведения ТО. На данном этапе производится проверка по периодам времени числа свободных бригад и количества машин, нуждающихся в обслуживании. В случае появления большого числа простоев, ограничивают пределы проведения ТО для наиболее устаревших машин.

*Методика определения затрат времени и потребных мощностей для ремонта техники на базе машинно-тракторных парков.* В предлагаемой методике учитываются основные факторы, влияющие на количество отказов машин с учетом системы обеспечения их работоспособности (возраст машин, климатические условия и условия производства работ). Поэтому для получения наилучших результатов необходимо рассматривать воздействие этих условий на узкую группу машин.

Исходя из статистической обработки выявленных зависимостей, количество отказов, зависящих от использования возрастных машин, определяем по формуле:

$$K_{omk} = \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^K \sum_{r=1}^N (\lambda_{ijr} T_{ijr}), \quad (7)$$

где  $T_{ijr}$  – наработка  $i$ -й машины  $j$ -го возраста  $r$ -го типа;

$\lambda_{ijr}$  – интенсивность потока отказов.

Количество дней простоя выражается математическим ожиданием:

$$n_{omk} = M(t) = \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^K \sum_{r=1}^N \frac{t_{ijr}}{K_{omk.ijr}}, \quad (8)$$

где  $t_{ijr}$  – общее время простоя на заданную наработку  $i$ -й машины  $j$ -го возраста  $r$ -го типа;

$K_{omk.ijr}$  – количество отказов, в зависимости от наработки  $i$ -й машины  $j$ -го возраста  $r$ -го типа.

Аналогичным образом определяем количество отказов для остальных условий работы. Устранение неисправностей и проведение внеплановых ремонтов может производиться силами обслуживающего персонала на рабочем месте, мобильными ремонтными бригадами на объекте, в ремонтных мастерских организаций или специализированных мастерских других организаций (обслуживание по гарантии и т.д.) [1].

Исходя из этого, предложен дифференцированный подход, который заключается в следующем.

1. Все отказы делятся на отказы, которые можно устранить силами обслуживающего персонала; отказы, ликвидируемые мобильными бригадами; отказы, ликвидация которых возможна только в ремонтных мастерских.

2. Для каждого вида отказов определяется вероятность его появления исходя из условий работы и возрастных факторов. Для этого возможно использование различных методик по определению вероятности безотказной работы узлов, агрегатов и т.д.

3. Рассчитывается количество отказов для каждой группы и количество ремонтов.

4. Исходя из количества ремонтов и вероятности их появления, вычисляется число дней простоя машин в ремонте по формуле (8).

5. После определения продолжительности ремонтов, рассчитывается потребность в мобильных бригадах и ремонтных мощностях. Необходимое количество мобильных бригад  $n_{бр}$  определяется по формуле:

$$n_{бр} = \frac{M(t)}{K_B \cdot \Phi_{рв}}, \quad (9)$$

где  $K_B$  – коэффициент использования мобильных бригад по времени или коэффициент, учитывающий технологические перерывы в работе ремонтных подразделений;

$\Phi_{рв}$  – фонд рабочего времени ремонтных бригад.

#### **Выводы:**

1. Анализ практики проведения технических обслуживаний и ремонтов парков техники показал низкую эффективность организации этого процесса, так как графики составляются на основании наработки машин без учета дополнительных факторов, влияющих на их техническое состояние. Предложенная математическая модель предусматривает одновременное решение задач календарного планирования и построения графиков работы соответствующих специализированных подразделений.

2. Выявленные закономерности износа и отказов техники от природно-климатических условий, возраста и условий выполнения механизированных работ позволили разработать методику оптимизации структуры и состава машинно-тракторного парка с возможностью его обновления. Это позволяет рационально использовать ремонтные мощности организаций, обеспечивать работоспособность эксплуатируемых парков машин, а также минимизировать затраты на их содержание в работоспособном состоянии и свести к минимуму внезапные отказы.

#### **Библиографический список**

1. Керимов, Ф.Ю. Разработка и реализация методики формирования входных потоков требований на неплановые ремонты парков дорожно-строительных машин / Ф.Ю. Керимов, И.Н. Кравченко, М.Н. Ерофеев, А.А. Ивойлов // Строительные и дорожные машины. – № 11. – 2016. – С. 43–47.

2. Кравченко, И.Н. Формирование машинно-тракторного парка в условиях лизинга / И.Н. Кравченко, Ю.В. Катаев, М.С. Овчинникова // Сельский механизатор. – 2018. – №1. – С. 46-48.

3. Кравченко, И.Н. Эффективность организации мобильных парков сельскохозяйственных машин / И.Н. Кравченко, А.В. Сиротов, М.С. Овчинникова, А.В. Соколов // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный



агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – №4 (86). – 2018. – С. 38-42. DOI: 10.26897/1728-7936-2018-4-38-42.

4. Корнеев, В.М. Развитие системы технического сервиса машин в агропромышленном комплексе / В.М. Корнеев, И.Н. Кравченко, М.С. Овчинникова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – №6. – 2017. – С. 5-9.

5. Кравченко, И.Н. Методика выбора критериев оптимизации при формировании машинно-тракторных парков / И.Н. Кравченко, В.М. Корнеев, М.С. Захарова, Т.А. Ахметов // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – №4 (74). – 2016. – С. 41-46.

УДК 620.193.4

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ**

*Гайдар Сергей Михайлович, профессор кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Петровская Елена Андреевна, старший преподаватель кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** Рассмотрены причины грибковой коррозии оборудования животноводческих ферм, описан принцип ее воздействия на металлы, предложен ингибитор комплексного действия для борьбы с электрохимической и биокоррозией, изучено влияние концентрации ингибитора на скорость биокоррозии низкоуглеродистой стали.

**Ключевые слова:** коррозия, ингибитор, животноводческое оборудование, защита.

Повышенная коррозионная агрессивность сред животноводческих помещений приводит к ускоренному разрушению монтируемых на фермах и комплексах машин, оборудования и других металлоизделий. Это часто является основной причиной преждевременного выхода их из строя или отказов в работе [1].

Кроме электрохимической коррозии, обусловленной газовым составом микроклимата ферм, в животноводческих помещениях имеются благоприятные условия для биологической коррозии [2].

Высокая влажность, присутствие в воздухе пыли органического и минерального происхождения, положительные значения температуры, отсутствие ультрафиолетовых лучей создают благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов: бактерий, плесени, грибов и др. В воздухе животноводческих помещений может находиться до 100 видов различных микроорганизмов. Насыщенность ферм микрофлорой находится в пределах 410...730 колоний в 1 м<sup>3</sup> воздуха. Микробное число навозных стоков составляет 5,5×10<sup>6</sup>...8×10<sup>7</sup> [3].

Наиболее опасными для возникновения коррозии металлов являются такие виды микроорганизмов, как сульфатовосстанавливающие, сероокисляющие, железистые, водородосвязующие и некоторые другие, образующие слизистые осадки на металле [4].

Из общего числа повреждений, причиняемых работающим в атмосферных условиях материалам и изделиям, 15-25% приходится на долю биологических воздействий. Что касается животноводческих помещений, то в отдельных случаях биологическая коррозия в них может оказывать такое же воздействие на оборудование, как и электрохимическая. Это требует создания полифункциональных ингибиторов коррозии, способных защитить металлические поверхности машин и оборудования от всех видов коррозии в животноводстве [5].

В воздухе ферм содержатся метан, меркаптаны, микрочастицы солей хлоридов. Химический состав газовой среды зависит, прежде всего, от вида животных, находящихся в помещении, способов кормления и режимов работы систем вентиляции и навозоудаления.

При наличии в воздухе животноводческих помещений паров воды процесс коррозии металлов происходит под невидимым слоем влаги, образующимся на поверхности в результате капиллярной, адсорбционной или ионной конденсации [1, 5].

Для каждого металла определено критическое значение относительной влажности (для железа – примерно 70%). При относительной влажности выше критической наблюдается резкое увеличение скорости коррозии, которая находится в определённой зависимости и от толщины слоя влаги на поверхности металла. Интенсивнее всего коррозия происходит при толщине слоя влаги 1...5 мкм.

При дальнейшем утолщении конденсированного слоя наблюдается снижение интенсивности коррозионного разрушения из-за затруднения диффузии кислорода через утолщённый слой.

Влияние фактора температуры на скорость коррозии металлов неоднозначно. Его нельзя рассматривать отдельно, в отрыве от других факторов: влажности, присутствия в микроклимате агрессивных примесей и др.

Во влажной атмосфере скорость коррозии в присутствии агрессивных компонентов (пыль, газообразные примеси) заметно возрастает. Гигроскопические частицы пыли, осаждаясь на металлической поверхности, образуют микроскопические гальванопары, которые способствуют более интенсивному корродированию по сравнению с воздухом, не содержащим пыли.

Аммиак является основным веществом, вызывающим щелочную реакцию конденсата в животноводческих помещениях. Углекислый газ, растворяясь в слое конденсационной плёнки на металлических поверхностях, образует угольную кислоту, которая может снижать водородный показатель и таким образом облегчать процесс водородной деполяризации [1, 5].

Сероводород в соответствующих условиях превращается в сернистую или даже серную кислоту. Сам сероводород и продукты его превращения приводят к усиленному коррозионному разрушению вследствие образования серных соединений железа.

Большое влияние на скорость коррозии металлов оказывает присутствие в воздухе сернистого газа. При наличии последнего коррозионные процессы под тонкими плёнками электролита значительно ускоряются, так как сернистый газ в этих условиях проявляет себя как активатор электродных реакций. Под адсорбционными плёнками

влаги в присутствии сернистого газа увеличивается скорость катодной реакции.

На скорость коррозии влияет также присутствие в воздухе микрочастиц солей, особенно солей хлоридов, 50 мг/л которых достаточно для коррозионного разрушения даже нержавеющей стали.

Коррозионное разрушение машин и оборудования в животноводческих помещениях происходит и при их контакте с навозом и навозными стоками, дезинфицирующими средствами, кормами и кормовыми добавками. Так, бесподстилочный навоз имеет влажность 88% и содержит 0,25...0,32% соединений фосфора, 0,48...0,67% – калия, 0,21...0,45% – кальция, 0,06...0,15% – серы, 0,04...0,17% солей хлоридов и др. Влажность навозных стоков свыше 97%, и поэтому в них содержится в 2 раза меньше соединений фосфора, калия, кальция, серы и хлоридов, чем в бесподстилочном навозе. В сенаже и силосе обнаруживаются молочная, уксусная и масляная кислоты, соединения кальция и фосфора, аммиак и другие коррозионноагрессивные компоненты [1, 5].

К этой же группе следует относить и условия эксплуатации металлоизделий при контакте с жидкой навозной средой, влажными и полувлажными кормами, кормовыми добавками и дезинфицирующими средствами.

Развитие процесса коррозии в животноводческих помещениях при длительной эксплуатации металлоконструкций определяется не только характером микроклимата, но и свойствами образовавшихся продуктов коррозионного разрушения. Неодинаковое поведение металлов объясняется тем, что в разных условиях образуются продукты коррозии, обладающие различными свойствами. Например, торможение коррозионного разрушения после длительных сроков эксплуатации обусловлено образованием значительной толщины слоя продуктов коррозии, проявляющих защитные свойства. Их защитная способность определяется адгезией к поверхности металла, структурой кристаллической решётки, химическим составом, толщиной слоя, физико-химическими свойствами и др.

Для борьбы с биокоррозией используются обычные ингибиторы с добавлением в них фунгицидных препаратов.

В работе предлагается разработанный препарат, обладающий одновременно и антикоррозионными и фунгицидными свойствами.

Результаты выполненных исследований показали, что использование ингибиторов, получаемых из растительного сырья, позволяет повысить защитный эффект конструкционных материалов до 98% в условиях воздействия биологических факторов.

### **Библиографический список**

1. Петровская, Е.А. Повышение коррозионной стойкости оборудования, работающего в агрессивных средах АПК путем применения полифункциональных ингибиторов / Е.А. Петровская, С.М. Гайдар, Д.И. Петровский // Инновационные технологии и технические средства для АПК / под общ. ред. Н.И. Бухтоярова, Н.М. Дерканосовой, В.А. Гулевского. – Воронеж. – 2016. – С. 74-77.

2. Гайдар, С.М. Повышение износостойкости узлов трения / С.М. Гайдар, М.Ю. Карелина, Е.А. Петровская // Труды ГОСНИТИ. – Т. 122. – 2016. – С. 40-47.

3. Пат. 2597442 Российская Федерация, МПК С23F 11/14. Ингибитор коррозии металлов / С.М. Гайдар, М.Ю. Карелина, А.В. Пыдрин, Д.И. Петровский, Е.А. Петровская,

Е.В. Быкова, К.В. Быков, М.И. Голубев, А.Е. Шлыков; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. – № 2015113929/02; заявл. 15.04.2015; опубл. 10.09.2016, Бюл. № 25.

4. Пат. 2553001 Российская Федерация, МПК С10М 101/02 ; С10М 121/04 ; С10М 123/06 ; С10М 133/02 ; С10М 133/58 ; С10М 159/12 ; С10N 30/12. Консервационная консистентная смазка / С.М. Гайдар, Д.И. Петровский, Е.А. Петровская, А.Л. Дмитриевский; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. – № 2014115955/04; заявл. 22.04.2014; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 16.

5. Гайдар, С.М. Полифункциональные ингибиторы биокоррозии – эффективное средство повышения сохраняемости машин в животноводстве / С.М. Гайдар, Л.Ю. Дёмина, А.Л. Дмитриевский, Е.А. Петровская // Техника и оборудование для села. – № 4 (202). – 2014. – С. 26-29.

УДК 629.11.01

## **ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**Орлов Анатолий Михайлович**, доцент кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Слизов Анатолий Фёдорович**, доцент кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Приведён анализ изменения параметров, характеризующих техническое состояние форсунок дизелей в процессе эксплуатации и причины отказов топливной аппаратуры.

**Ключевые слова:** форсунка, топливная аппаратура, дизель, оценка технического состояния, регулировочные параметры.

Анализ работ по исследованию технического состояния форсунок позволяет ранжировать их основные неисправности (дефекты) по весомости влияния на формирование процесса впрыскивания топлива [1]:

- снижение давления начала впрыскивания топлива;
- закоксовывание распыливающих отверстий в корпусе распылителя;
- износ распыливающих отверстий в корпусе распылителя;
- негерметичность распылителя по запирающему конусу;
- износ цилиндрических поверхностей иглы и корпуса распылителя;
- зависание иглы распылителя в корпусе распылителя;
- увеличение хода иглы распылителя.

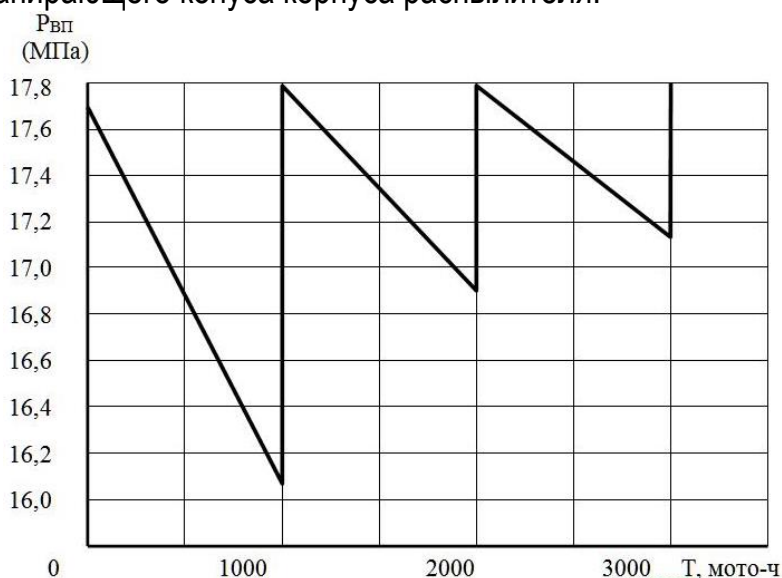
Снижение величины давления начала впрыскивания топлива. Впрыскивание топлива форсункой происходит при регламентируемом значении давления, величина которого должна оставаться неизменной на различных нагрузочных и скоростных режимах работы дизеля.

Характер изменения давления начала впрыскивания топлива форсункой в зависимости от наработки дизеля показан на рисунке 1.

При снижении давления начала впрыскивания увеличивается цикловая подача топлива и дальнобойность струи, снижается дисперсность распыливания и замедляется его испарение. Наличие крупных капель топлива размером до 200 мкм (нормативное значение: 10...30 мкм и менее) в конечной фазе впрыскивания приводит к неполному сгоранию топлива, сопровождающемуся увеличением расхода топлива и дымности отработавших газов. Экспериментальными исследованиями установлено, что при отклонении давления начала впрыскивания от номинального значения на 6,0...7,0 МПа расход топлива возрастает на 20...25% [2].

Проведенный микрометраж деталей неисправных форсунок показал, что основными причинами падения давления начала впрыскивания топлива у форсунок являются [3]:

- износ крайних витков пружины;
- износ сферической поверхности штанги, контактирующей с хвостовиком иглы распылителя;
- износ сопрягаемой опорной поверхности регулировочного винта;
- износ запирающего конуса корпуса распылителя.



**Рис. 1. Изменение давления начала впрыскивания топлива форсункой в зависимости от наработки**

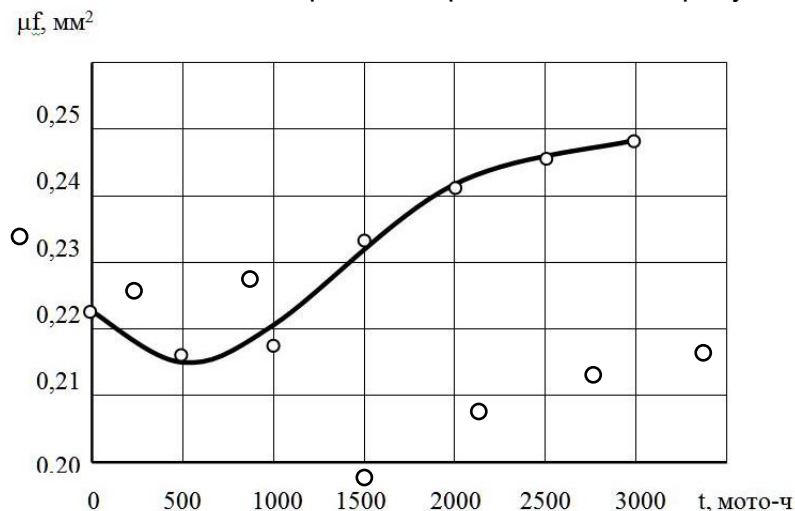
Закоксовывание распыливающих отверстий в корпусе распылителя. Закоксовывание распыливающих отверстий является результатом естественных физико-химических процессов, происходящих в топливе под влиянием высоких температур в носике распылителя и недостатка кислорода.

При нагарообразовании в распылителях диаметр распыливающих отверстий уменьшается, т.е. происходит уменьшение эффективного проходного сечения ( $\mu f$ ) распылителей. Вследствие этого через форсунки впрыскивается в цилиндры двигателя меньшее количество топлива, нарушается равномерность его подачи по цилиндрам. При этом дизель начинает работать неравномерно, а его мощность падает.

При наработке трактора 450...500 моточасов ( $\mu f$ ) распылителей в среднем

снижается на 18%. Как показывают исследования, уменьшение эффективного проходного сечения ( $\mu f$ ) распылителей из-за закоксовывания сопловых отверстий на 20...28% приводит к падению мощности дизеля на 6,5...8%, что следует расценивать как отказ его работы [4].

Износ распыливающих отверстий в корпусе распылителя. Распыливающие отверстия распылителей характеризуются значением эффективного проходного сечения ( $\mu f$ ), изменяющимся в процессе эксплуатации в зависимости от наработки. Зависимость изменения ( $\mu f$ ) распылителей от их наработки представлена на рисунке 2.



**Рис. 2. Изменение эффективного проходного сечения ( $\mu f$ ) в зависимости от наработки**

Механизм изменения ( $\mu f$ ) распылителей в эксплуатационных условиях обусловлен наличием в топливе абразивных частиц. Из-за неудовлетворительной фильтрации топлива абразивные частицы при впрыске изнашивают распыливающие отверстия в корпусе распылителя. В результате увеличивается диаметр распыливающих отверстий и повышается значение эффективного проходного сечения, ухудшается качество смесеобразования и снижается эффективность сгорания топливовоздушной смеси, запуск дизеля затрудняется, и его работа сопровождается дымным выхлопом черного цвета.

Негерметичность распылителя по запирающему конусу. Такая неисправность возникает вследствие гидроабразивного воздействия топлива.

Негерметичность форсунки приводит к неполному сгоранию топлива, вследствие чего возрастает нагарообразование в камере сгорания и увеличивается удельный расход топлива. С износом запирающего конуса корпуса распылителя возрастает величина подъема иглы распылителя (увеличивается ход иглы) и уменьшается первоначальное давление пружины на иглу, что приводит к увеличению количества топлива, впрыскиваемого в цилиндры двигателя.

Износ цилиндрических поверхностей корпуса и иглы распылителя. В прецизионной паре «игла распылителя - корпус распылителя» величина зазора между сопрягающимися цилиндрическими поверхностями составляет 2,5...6,0 мкм. Такое конструктивное исполнение обеспечивает подвижность иглы распылителя в корпусе и гидроплотность распылителя.

Изменение зазора во время эксплуатации происходит вследствие абразивного изнашивания сопрягающихся цилиндрических поверхностей корпуса и иглы распылителя. В результате увеличения диаметрального зазора падает гидравлическая плотность распылителя, т.е. способность сопрягающихся цилиндрических поверхностей иглы и корпуса распылителя сопротивляться просачиванию между ними топлива. При увеличении зазора гидроплотность снижается, повышаются утечки топлива через зазор между иглой и корпусом распылителя, увеличивается неравномерность подачи топлива по цилиндрам дизеля [5].

Зависание иглы распылителя (потеря подвижности иглы). Подвижность иглы распылителя – свойство иглы распылителя при впрыскивании топлива перемещаться в корпусе распылителя без прихватаывания и заеданий. Зависание иглы распылителя происходит в результате попадания мелких механических частиц, находящихся в топливе, в зазор между иглой и корпусом распылителя; наличия фреттинга коррозии; деформации корпуса распылителя от монтажных усилий. Деформация корпуса распылителя может возникнуть при креплении распылителя гайкой к корпусу форсунки или при закреплении форсунки на головке двигателя.

При зависании иглы в верхнем (открытом) положении из-за увеличенного расхода топлива нарушаются процессы смесеобразования и сгорания. Зависание иглы в нижнем (закрытом) положении приводит к непоступлению топлива в цилиндры двигателя, в результате частота вращения коленчатого вала резко снижается, а в топливной системе образуются высокие давления, которые могут вызвать появление трещин в деталях топливного насоса.

Для предотвращения деформаций корпуса распылителя регламентируется момент затяжки гайки распылителя.

Увеличение хода иглы распылителя. С целью обеспечения идентичности показателей впрыскивания в конструкциях форсунок жестко регламентируется ход иглы распылителя.

Максимальный ход иглы распылителей тракторных дизелей колеблется в пределах 0,2...0,45 мм. Важным параметром распылителя форсунки является его гидравлическая характеристика, т.е. зависимость эффективного проходного сечения ( $\mu\text{f}$ ) распылителя от хода иглы распылителя [2, 4].

В процессе эксплуатации форсунок ход иглы распылителя увеличивается. Это обусловлено износом корпуса форсунки в месте соприкосновения с верхним торцом иглы.

Анализ приведенных неисправностей форсунок показывает, что основной деталью, техническое состояние которой резко лимитирует технико-экономические показатели дизеля, является распылитель.

С возрастанием наработки техническое состояние распылителей ухудшается, что в конечном итоге приводит к увеличению удельного расхода топлива и снижению эксплуатационной мощности двигателя.

#### **Библиографический список**

1. Корнеев, В.М. Анализ зависимостей технико-эксплуатационных показателей машин от возраста и способов организации выполнения операций технического обслуживания и ремонта / В.М. Корнеев, А.А. Ивойлов, Д.И. Петровский // Труды ГОСНИТИ. – Т. 121. – 2015. – С. 94-103.

2. Петровский, Д.И. Методы диагностирования топливной аппаратуры дизелей / Д.И. Петровский, В.М. Корнеев // В сборнике: Инновационные технологии и технические средства для АПК. Материалы Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. Под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, Н.М. Дерканосовой, А.В. Дедова и др. – 2015. – С. 243-247.

3. Кравченко, И.Н. Анализ технического сервиса машин и оборудования в агропромышленном комплексе / И.Н. Кравченко, Д.И. Петровский // Доклады ТСХА. – № 288-4. – 2017. – С. 283-286.

4. Петровский, Д.И. Совершенствование методов оценки технического состояния топливной аппаратуры дизелей / Д.И. Петровский // В сборнике: Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России. Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвящённой 85-летию Ивановской государственной сельскохозяйственной академии имени Д.К. Беляева. – 2015. – С. 159-162.

5. Вашланов, П.В. Совершенствование форсунок и клапанов топливных систем Common Rail / П.В. Вашланов, Д.И. Петровский // Сельский механизатор. – № 2. – 2014. – С. 36.

УДК 621.785.539

## **ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МОЛОТКОВ ДРОБИЛОК ДИФфуЗИОННЫМ ХРОМИРОВАНИЕМ**

**Богачев Борис Александрович**, профессор кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Каравачев Владимир Михайлович**, инженер

**Аннотация:** Исследованы возможности применения диффузионного хромирования в вакууме для упрочнения молотков комбикормовых дробилок. Результаты эксплуатационных сравнительных испытаний показали повышение износостойкости молотков в 2,5...4 раза.

**Ключевые слова:** упрочнение, диффузионное хромирование, ударно-абразивное изнашивание, молотки дробилок.

Снижение эксплуатационных издержек при производстве продукции является одной из основных задач сельскохозяйственного товаропроизводителя.

Детали сельскохозяйственных машин работают в сложных эксплуатационных условиях. В большинстве случаев основной причиной, влияющей на безотказность и долговечность деталей, механизмов и рабочих органов машин является их изнашивание. В результате сокращается эффективное время работы машин, расходуются огромные средства на ремонт, восстановление и замену их изношенных деталей [1].

Большой интерес представляет ряд деталей машин, на которые воздействуют ударные нагрузки, абразивные частицы, влияют коррозионные процессы. Например,



молотки дробилок, применяемых в производстве комбикормов работают в условиях ударно-абразивного изнашивания при наличии агрессивной среды [2].

В основе механизма ударно-абразивного изнашивания лежит прямое динамическое внедрение в металл твердой частицы и связанная с ним деформация, завершающаяся разрушением микрообъемов металла и образованием частиц износа. Твердая частица, внедряясь в поверхность изнашивания, стремится сдвинуть металл путем повторного деформирования или хрупкого выкрашивания в зависимости от его твердости. В таких условиях взаимодействия твердой частицы с поверхностью изнашивания, срез становится ведущим процессом образования частиц износа, а сопротивление срезу или отрыву – основным критерием износостойкости.

При ударно-абразивном изнашивании износостойкость стали связана с уровнем внешнего силового воздействия. Энергия удара влияет на скорость и механизм изнашивания. Ударно-абразивное изнашивание в определенных условиях может быть осложнено дополнительным перемещением взаимодействующих поверхностей или частиц абразива. В механизме ударно-абразивного изнашивания проявляется малоцикловая усталость микрообъемов металла, вызванная повторным приложением динамической нагрузки при упругом и упругопластическом контактах.

На динамику ударно-гидроабразивного изнашивания и его развитие во времени существенно влияет энергия удара. При определенной энергии удара повышение твердости стали благоприятно влияет на износостойкость. При увеличении энергии удара в сталях с высокой твердостью износостойкость снижается.

Таким образом, задача повышения надёжности молотков дробилок и аналогичных деталей заключается в правильном выборе материалов и упрочняющих технологий, способных удовлетворить противоречивые требования [3].

Анализ причин отказов молотков дробилок показал, что наиболее часто встречается изнашивание лобовой части (более 10 % площади молотка), в меньшей степени наблюдаются износ тыльной части, скалывание, трещины, коррозия, изменение диаметра отверстий для крепления молотков на роторе. Кроме того, изменение их формы и массы приводит к существенному дисбалансу ротора, что сказывается на ресурсе дробилки в целом. Работы, связанные с заменой молотков (до 80 штук и более) и последующей балансировкой ротора приводят к значительным простоям дробилок.

Проведённый анализ свидетельствует о низкой надёжности этих деталей и, следовательно, актуальности исследований по выявлению причин отказов и разработке мероприятий по повышению их качества.

При выборе материала и метода упрочнения молотков необходимо учитывать следующие требования:

- материал детали должен обладать достаточной, при заданной конструкции, прочностью;
- сердцевина детали должна быть вязкой;
- поверхность детали должна иметь высокую твердость;
- для снижения коррозионно-механического износа, поверхность детали должна иметь высокую коррозионную стойкость;
- поверхность детали должна иметь низкий коэффициент трения;
- материал детали должен иметь достаточно низкую стоимость;
- технология упрочнения должна иметь низкую себестоимость;

- технологическое оборудование для реализации технологического процесса должно быть доступным.

Технология поверхностного упрочнения деталей должна:

- обеспечивать высокую адгезию с основным материалом детали, не изменяющуюся в процессе эксплуатации;

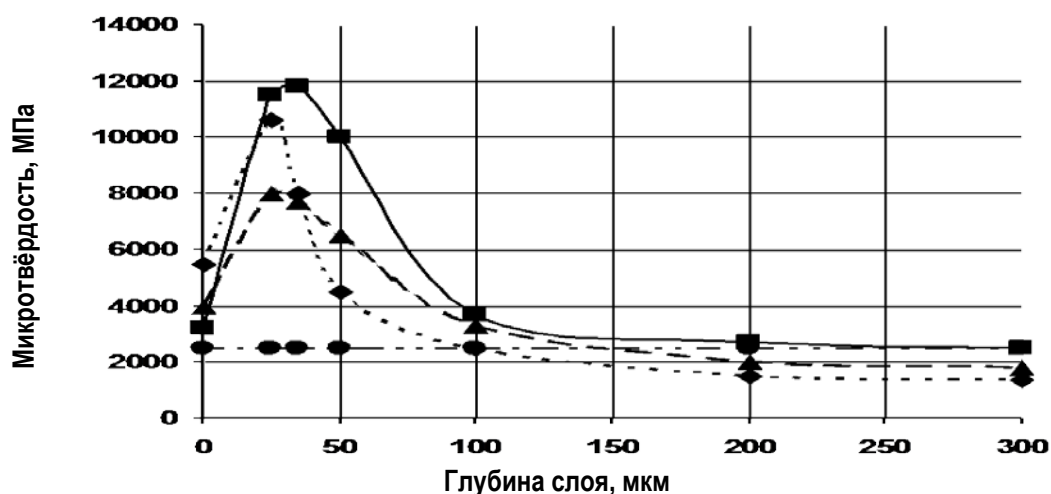
- сохранять стабильность основных свойств во времени;

- снизить объём последующей механической обработки.

Проведенный анализ способов упрочнения показывает, что наиболее высокие характеристики поверхности могут обеспечить диффузионные титанирование и хромирование. Кроме того, при диффузионном хромировании обеспечивается отличная коррозионную стойкость поверхности стали.

Диффузионное хромирование молотков из стали 65Г (ГОСТ 1542-71) проводилось в вакууме в течение шести часов при температуре 1200°C. При этом твёрдость молотка снизилась примерно на 30 %, а микротвёрдость его поверхности увеличилась в 5...6 раз.

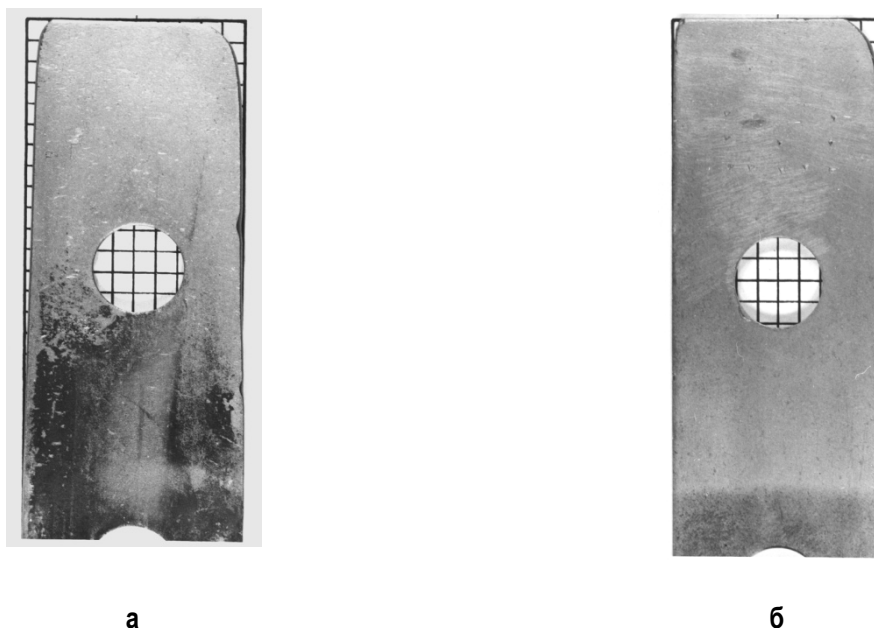
Для улучшения свойств металла проводилась дополнительная термообработка: закалка, термоциклирование, низкий отпуск. Изменение микротвёрдости стали после термообработки показаны на рисунке 1. Видно, что наилучшие показатели имеют детали, прошедшие после хромирования термоциклирование, закалку и низкий отпуск.



**Рис. 1. Изменение микротвёрдости молотка по глубине в зависимости от режимов термообработки:**

- хромирование+термоциклирование+закалка+низкий отпуск
- ◆— хромирование + закалка
- ◆--- хромирование + термоциклирование
- ▲--- серийная деталь
- 

Проведенные эксплуатационные сравнительные испытания серийных и упрочнённых молотков показали, что износ серийных молотков за цикл испытаний составил в среднем 161 мм<sup>2</sup>, а упрочнённых по предлагаемой технологии – 48 мм<sup>2</sup>, что в 2,5...4 раза ниже (рисунок 2).



**Рис. 2. Износ молотков дробилки после эксплуатационных испытаний:**  
**а – серийный; б – упрочнённый**

Таким образом доказано, что упрочнение молотков комбикормовых дробилок диффузионным хромированием технологически возможно и целесообразно. Оценка экономической эффективности упрочнения молотков может быть проведена при наличии определённой программы их производства.

#### **Библиографический список**

1. Богачев, Б.А. Проектирование предприятий технического сервиса / Б.А. Богачев, В.М. Корнеев, И.Н. Кравченко // Москва. Сервисные базы сельскохозяйственных предприятий. – Часть II. – 2016. – 102 с.
2. Стрельцов, В.В. Трибологические основы повышения ресурса машин. Практикум / В.В. Стрельцов, А.М. Колокатов, И.Л. Приходько, А.М. Бугаев, А.Н. Шитов, С.В. Рожков // Москва. – 2010. – 168 с.
3. Пучин, Е.А. Практикум по ремонту машин / Е.А. Пучин, В.С. Новиков., Н.А. Очковский., Б.А. Богачев, А.А. Гаджиев, И.Н. Кравченко, Ю.В. Мазаев, К.Г. Чванов, А.Ф. Сливов, В.М. Корнеев, А.А. Михайлюк-Шугаев, А.С. Кононенко, А.В. Чепурин, С.В. Карцев, А.М. Орлов, П.И. Бурак, Д.И. Петровский, А.В. Бугаев, А.А. Гаврилов, Е.А. Петровская и др. // Москва. – 2009. – 327 с.

## СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ И РЕМОНТА АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Петрищев Николай Алексеевич, ведущий научный сотрудник лаборатории №15.1, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ*

*Данков Алексей Алексеевич, ведущий специалист лаборатории №15.1, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ*

*Макаркин Игорь Михайлович, старший научный сотрудник лаборатории № 15.1, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ*

*Саяпин Александр Сергеевич, младший научный сотрудник лаборатории № 15.1, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ*

*Поспелов Артемий Романович, младший научный сотрудник лаборатории № 15.1, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ*

**Аннотация:** *Представлены разработанные и внедренные разработки оборудования для контроля качества узлов и агрегатов трансмиссии энергонасыщенной техники, а также сформулированы предложения для эффективной реализации этапов Стратегии развития сельхозмашиностроения России.*

**Ключевые слова:** *контрольно-диагностическое оборудование, технический сервис, стратегия развития сельхозмашиностроения, дилер, энергонасыщенная техника.*

Использование энергонасыщенной техники выдвигает более высокие требования к сервисной поддержке дилеров, так как простои обходятся конечным потребителям дороже и приводят к дополнительным убыткам в связи с невыполнением агротехнических сроков выполнения сельскохозяйственных операций. На современном этапе, при развитии фирменной товаропроводящей сети перед дилерами для повышения привлекательности перед конечными потребителями остро стоит вопрос создание собственной сервисной службы, которая должна быть оснащена современным адаптивным, многофункциональным оборудованием функционально позволяющим осуществлять выходной контроль качества работы узлов, агрегатов выпускающихся несколькими базовыми производителями. Так же стимулом развития фирменного технического сервиса при открытии новых зарубежных направлений сбыта продукции отечественного сельхозмашиностроения, решение приоритетной базовой задачи является создание условий для дилеров, прежде всего при конкуренции фирм-изготовителей за долю рынка сбыта [1].

В связи с появлением нового управленческого менеджмента на предприятия сельхозмашиностроения изменилась производственная система. Произошел постепенный отход для тэйлоровского периода управления производством, когда работа по контролю осуществлялась только специальным подразделением, а рабочие были исполнителями установленных для них технических и производственных норм. В новых экономических реалиях отдельная служба контроля – это избыточный персонал,

который снижает общую производительность труда, так как они ничего не производят, при этом происходит задержка передачи данных от службы контроля к производству и современные требования управления не оставляют шансов на выживание предприятию, которое придерживается старых жестких иерархичных структур [2].




Внедренная в АО «ПТЗ» система менеджмента качества, производственной системы на основе философии систем: 5S, Toyota Production System и принципов «Бережливого производства» и др., которая позволяют эффективно распределять ресурсы, что позволит сделать предприятие прибыльным без значительных инвестиций. Она ориентированна на борьбу с потерями всех видов и во всех сферах деятельности организации, отражает совершенно иную культуру организации, принципиально иной стиль менеджмента и новый стиль мышления. Целями производственной системы АО «ПТЗ» являются: научиться видеть и бороться с потерями (рисунок), фиксировать, анализировать и устранять; построение эффективной системы по анализу и решению проблем, построение системы по сбору и анализу информации о простоях и их устранению, а в свою очередь идеалами: безопасность (физическая и психологическая), отсутствие дефектов, по первому требованию заказчика, одно за другим, мгновенная реакция поставщика, минимальные затраты. В конечном итоге система менеджмента качества призвана обеспечить качество выпускаемой продукции и предоставляемых услуг и «настраивать» это качество на ожидания потребителей. При этом её главная задача – не контроль, а создание системы, которая позволит не допускать появления ошибок [3].



**Рис. Потери, влияющие на эффективность производства АО «ПТЗ»**

Для решения данной проблемы в рамках НИР и НИОКР на основании рекомендаций заводов-производителей (ПТЗ, Гидросила и др.), требований на капитальный ремонт, сотрудниками лаборатории №15.1 ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разработано и внедрено контрольно-диагностическое оборудование для проведения контроля качества изготовления, ремонта, следующих узлов, агрегатов систем (таблица): объемного гидропривода; гидростатических трансмиссий; систем управления и смазки; полнокомплектных коробок перемены передач и ведущих валов [4, 5].

## Контрольно-диагностическое и технологическое оборудование

№ п/п	Наименование/ назначение	Оборудование для сервисных служб дилеров	
		выпускаемая (до 1991 г.) и взятое за прототип	разработанная вновь взамен ранее выпускаемых
1	Стенд для проверки агрегатов системы смазки дизельных двигателей (насосы одно- и двухпоточные; предохранительные и редукционные клапаны, фильтры центробежные полно- и неполнопоточные)	 КИ-5278	 КИ-28256.01
2	Стенд для проверки качества изготовления и ремонта, обкатки коробок перемены передач тракторов К-701...К-744 производства АО «Петербургский тракторный завод»	 КИ-17918	 КИ-28340
3	Стенд для проверки качества изготовления и ремонта, обкатки ведущего вала коробок перемены передач тракторов К-701...К-744 производства АО «Петербургский тракторный завод»	 КИ-13805	 КИ-28326
4	Стенд для контроля качества ремонта узлов и агрегатов гидропривода самоходной сельскохозяйственной техники производства ЗАО "Гидросила ГРУП" и их аналогов (насосы, гидрораспределители, гидростатическая трансмиссия)	 КИ-4815M    КИ-12539	 КИ- 28097 -03M

По нашему мнению, что для успешной этапов реализации Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года и для повышения потребительских качеств отечественной техники у конечного потребителя производителям необходимо:

- унифицировать типоразмеры применяемых узлов и агрегатов сельскохозяйственного промышленного, дорожно-строительного, коммунального, специального назначения для стимулирования смежных отраслей;
- произвести локализацию производства комплектующих и компонентов зарубежного производства;

- составить общие требования применяемого контрольно-диагностического и сервисного оборудования на основе системы обеспечения единства измерений, включающих в себя государственные стандарты проведения контроля и сформировать пакет нормативных документов (требования на ремонт, руководящие технические материалы и документы) для комплексного выполнения стандарта организации;
- осуществить специальную государственную поддержку предприятий сельхозмашиностроения входящих в реестр поставщиков (по Постановлению Правительства №1432) для локализации научно-исследовательских работ по разработке отечественного контрольно-диагностического, технологического оборудования совместно с отраслевыми научными и учебными организациями агроинженерного профиля.

### Библиографический список

1. Задачи и возможности для сохранения устойчивости роста в АПК [Электронный ресурс] URL <http://atf.rosspetsmash.ru / upload/iblock/005/serebryakov-s.a..pdf> (Дата обращения 01.10.2018).
2. Политика в области качества [Электронный ресурс] URL <http://kirovets-ptz.com/company/politika-v-oblasti-kachestva /> (Дата обращения 01.10.2018).
3. Филиппова, Е.М. Опытные образцы оборудования для обслуживания и входного контроля агрегатов КПП тракторов/ Е.М. Филиппова, А.А. Данков, Н.А. Петрищев, А.С. Саяпин, А.А. Тришин // Сельский механизатор.-2016, -№7, -С.36-37.
4. Петрищев, Н.А. Сервисное оборудование для агрегатов трансмиссии и гидропривода / Н.А. Петрищев, И.М. Макаркин, А.С. Саяпин // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – №5. – 2018. – С. 38-41.
5. Петрищев, Н.А. Предложения по совершенствованию контролепригодности и приспособленности к диагностированию КПП тракторов Кировец / Н.А. Петрищев, А.А. Данков, И.М. Макаркин, А.С. Саяпин, А.А. Тришин // Труды ГОСНИТИ. – Т.128. – 2017. – С.123-128.

УДК 621.797

### ОТРАБОТАННЫЙ МОЮЩИЙ РАСТВОР, КАК МНОГОФАЗНАЯ ГЕТЕРОГЕННАЯ СИСТЕМА

**Чванов Константин Григорьевич**, доцент кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Исследованы зависимости накопления загрязнений моющими растворами от их физико-химических свойств, которые способствуют образованию устойчивых суспензий и эмульсий.

**Ключевые слова:** эмульсия, суспензия, ресорбция, антиресорбция, седиментация.

Синтетические моющие средства технического назначения (ТМС) представляют собой многокомпонентные композиции. Значительный вклад в создание современных композиций ТМС внесли отраслевая научно-исследовательская лаборатория при МИИСП имени В.П. Горячкина, выполнявшая свои работы в сотрудничестве с ГОСНИТИ и другими научно-исследовательскими организациями. Разработанные ими моющие средства широко применяются на ремонтных предприятиях АПК. Применение моющих средств возможно как в моечных машинах погружного, так и струйного типа.

Основные элементы, входящие в состав ТМС, составляют поверхностно-активные вещества (ПАВ), активность которых повышается при введении щелочных электролитов (триполифосфата натрия, метасиликата натрия и кальцинированной соды) [1].

ПАВ, активно адсорбируясь на границах раздела фаз и понижая поверхностное натяжение, определяют основные технологические свойства водных растворов.

Молекулы или ионы ПАВ имеют ассиметричное строение и состоят из полярной (гидрофильной) группы, растворённой в воде, и гидрофобного углеводородного радикала, не растворимого в воде, но хорошо растворимого в углеводородной жидкости. Свойства ПАВ в основном зависят от соотношения между гидрофильной и гидрофобной частями молекул. При этом, чем меньше гидрофильная группа и длиннее углеводородный радикал, тем выше будет поверхностная активность ПАВ.

В процессе эксплуатации моющих растворов важное значение имеет антиресорбционная способность растворов ТМС, которая зависит от устойчивости образовавшихся суспензий и эмульсий и от технологических параметров (температуры, времени очистки и т. п.) [2].

При изучении процессов очистки деталей, сборочных единиц и агрегатов на ремонтных предприятиях АПК было установлено, что многие моющие средства довольно эффективны и позволяют удалить с объектов от 70 до 100 граммов загрязнений на один литр раствора. При этом в объеме моющего раствора накапливается лишь 1/5...1/7 часть отмываемых загрязнений, а остальные выпадают в осадок (твердые частицы) или всплывают на поверхность раствора (нефтепродукты). Количество накапливаемых загрязнений моющими растворами в основном зависит от физико-химических свойств растворов (эмульгирующего, диспергирующего и стабилизирующего действия) и от воздействия, которое способствует образованию устойчивых суспензий и эмульсий. Многие пробы, взятые для анализов, не отстаиваются в течение двух лет [3].

Входящие в состав моющих композиций поверхностно-активные вещества, которые увеличивают смачивающуюся и повышают моющую способность растворов, также способствуют стабилизации суспензий и эмульсий.

Суспензиями называются микрогетерогенные системы, в которых дисперсная фаза состоит из мелких частиц, взвешенных в жидкой среде.

В суспензиях из-за низкой степени дисперсности практически не проявляется броуновское движение, а такие свойства, как диффузия и осмотическое давление, вообще не обнаруживаются, им не свойственны явления опалесценции. Они мутны как в проходящем свете, так и при освещении сбоку. Мутность суспензий обусловлена тем, что размеры частиц больше длины волн световых лучей, поэтому лучи света не огибают частицы, а отражаются от них.

В моющем растворе основными компонентами для образования суспензий



являются нерастворимые взвешенные вещества. Как показали исследования, содержание взвешенных веществ при очистке деталей находится в пределах 0,6...3,0 грамма на один литр, а содержание нефтепродуктов в той же пробе больше в 5...7 раз. При наружной очистке агрегатов содержание взвешенных веществ примерно в 2...3 раза выше, чем при очистке деталей, но из-за большой разности фаз образовавшиеся суспензии менее устойчивы. Это подтверждается тем, что в пробах, взятых на анализ, быстро появляется осадок, а некоторые пробы хорошо отфильтровываются через беззольный фильтр синяя лента. После 10...16 часов отстаивания концентрация взвешенных веществ находится в пределах 1,5...2,5 г/л [4].

При определении содержания нефтепродуктов через 1,5 часа после отбора и после 24 часов отсасывания моющего раствора концентрация их практически не изменилась. Это показывает, что образование эмульсии более устойчивы.

Эмульсиями называются дисперсные системы, состоящие из двух несмешивающихся жидкостей. Различают эмульсии первого и второго рода. Тип эмульсии устанавливается путем определения свойств ее дисперсной среды, а именно: 1) способность эмульсии смачивать гидрофобную поверхность; 2) проверяют возможность эмульсии разбавляться водой; 3) испытывают способность эмульсии окрашиваться при введении в нее красителя, растворяющегося в дисперсной среде; 4) определяют электропроводимость эмульсии. Если эмульсия не смачивает гидрофобную поверхность, разбавляется водой, окрашивается при введении водорастворимого красителя (например, метиленового голубого) и обнаруживает сравнительно высокую электропроводимость, то это эмульсия первого рода (масло в воде). Наоборот, если эмульсия смачивает гидрофобную поверхность, не окрашивается водорастворимым красителем и не обнаруживает заметной электропроводимости, то это эмульсия второго рода (вода в масле).

Согласно второй классификации, эмульсии делят на разбавленные, концентрированные и высококонцентрированные.

Разбавленными эмульсиями называют эмульсии, содержащие до 0,1 объемного процента дисперсной фазы. Следует отметить, что термин «разбавленные эмульсии» весьма условен, так как и к разбавленным эмульсиям относятся не просто эмульсии с малой концентрацией дисперсной фазы, полученные разбавлением концентрированных эмульсий, а системы жидкость-жидкость с определенными свойствами [5].

По размеру частиц разбавленные эмульсии значительно отличаются от концентрированных и высококонцентрированных эмульсий. Размеры капелек в разбавленных эмульсиях очень близки к размерам коллоидных частиц. При этом данные эмульсии получают введением в систему специальных эмульгаторов.

Многочисленные исследования показали, что частицы этих эмульсий обнаруживают электрофоретическую подвижность и, следовательно, несут электрический заряд, который возникает на частицах дисперсной фазы в результате адсорбции ионов неорганических электролитов, присутствующие в среде в ничтожных количествах. Чрезвычайно малая концентрация этих систем, при довольно редких столкновениях капелек способствует агрегативной устойчивости разбавленных эмульсий.

Концентрированными эмульсиями называются эмульсии со значительным содержанием дисперсной фазы, вплоть до 74 объёмных процентов. Эту концентрацию

классифицируют как максимальную для эмульсий такого рода потому, что она в случае монодисперсной системы соответствует максимально возможному объёмному содержанию недеформированных сферических капель независимо от их размера.

В концентрированных эмульсиях, полученных методом диспергирования, размер капелек относительно велик и составляет 0,1...1,0 мкм. Концентрированные эмульсии легко седиментируют и тем интенсивнее, чем больше разница между плотностями дисперсной фазы и дисперсной среды. Если плотность дисперсной фазы меньше, чем дисперсной среды, то происходит всплывание капелек дисперсной среды.

Эмульсии, содержащие свыше 74 объёмных процентов дисперсной фазы относятся к высококонцентрированным. Отличительной особенностью таких эмульсий является взаимное деформирование капелек дисперсной фазы, в результате чего они приобретают форму многогранников (полиэдров), разделенных тонкими пленками дисперсной среды. Вследствие плотной упаковки капелек высококонцентрированные эмульсии не способны к седиментации и обладают механическими свойствами, сходными со свойствами гелей.

Основную особенность образования эмульсии в нашем случае составляет то, что дисперсной средой является не вода, а моющий раствор. Входящие в состав моющих средств ПАВ являются сильными стабилизаторами суспензий и эмульсий, а при наличии стабилизатора на границе раздела фаз образуются адсорбционные слои, препятствующие слипанию частиц.

Таким образом, моющий раствор представляет не что иное, как коллоидную систему.

В процессе эксплуатации моющие растворы на основе синтетических моющих средств способны накапливать и удерживать в своём объёме большое количество загрязнений, одним из которых являются нефтепродукты (масло, дизельное топливо и т.д.).

Если учесть, что эмульсии обычно получают механическим диспергированием одной жидкости в другую, то при накоплении моющим раствором нефтепродуктов и при длительном механическом диспергировании в присутствии активного эмульгатора, как ПАВ, получается концентрированная эмульсия нефтепродуктов в растворе. Но получаемые эмульсии не настолько концентрированы, чтобы достигать концентрации 74 объёмных процента, в лучшем случае данные эмульсии достигают предела 3,5...5,0 объёмных процента. Следовательно, если отнести накопленные загрязнения ко всему объёму, то можно сказать, что мы имеем дело с концентрированными эмульсиями ниже средних значений объёмной концентрации.

Рассматривать процесс старения моющих растворов с данной позиции было бы ошибочно.

Эмульсии, обладающие большой поверхностью раздела, неустойчивы, так как в них самопроизвольно может происходить процесс слияния капелек друг с другом (коалесценция), приводящий к частичному или полному разрушению системы. Процесс, при котором искусственно разрушаются эмульсии, называется деэмульгированием. Деэмульгирование можно осуществлять различными способами: воздействием электрического поля (электрофорез), центрифугированием, нагреванием, добавлением электролитов и т.д.

Разрушение эмульсий при повышении температуры обусловлено десорбцией эмульгатора с поверхности частиц или растворением его в дисперсной среде.

Моющая способность исследуемого раствора резко увеличивается с повышением температуры до 70 °С. При дальнейшем повышении температуры до 75 °С наблюдается постепенное увеличение массы оседающих загрязнений на поверхности образца, причём этот процесс особенно заметен при температуре раствора свыше 80 °С.

Как указывалось выше, при наружной очистке ремонтируемых объектов происходит интенсивное накопление взвешенных веществ (нерастворимых или малорастворимых частиц) моющими растворами от малых до крупных размеров этих частиц.

При очистке деталей взвешенные вещества состоят в основном из труднорастворимых частиц. Учитывая то, что раствор не что иное, как концентрированная эмульсия, а концентрированные эмульсии легко седиментируют и тем быстрее, чем больше разница между плотностями дисперсной фазы и дисперсной среды.

В нашем случае, с накоплением нефтепродуктов, плотность дисперсной среды падает, что приводит к интенсификации внедрения дисперсной фазы и, чем быстрее будет падать плотность, тем интенсивнее будут накапливаться нефтепродукты в моющем растворе.

С другой стороны, с повышением температуры увеличивается процесс распада эмульсий.

Если температура моющего раствора выше 75 °С, то при выходе очищаемого объекта из моечной машины происходит интенсивное испарение дисперсной среды и интенсивное оседание дисперсной фазы (т. е. загрязнений) на поверхности очищаемого объекта. После испарения дисперсной среды оставшиеся нефтепродукты на поверхности объекта образуют масляную плёнку, а труднорастворимые взвешенные вещества придают данной поверхности шероховатость. Следовательно, чем больше загрязнений накопил раствор и чем выше температура раствора, тем больше процент осевших загрязнений на очищаемую поверхность и тем ниже качество очистки ремонтируемых объектов.

### **Библиографический список**

1. Белик, В.В. Физическая и коллоидная химия: учебник для студ. проф. учеб. заведений / В.В. Белик, К.И. Киенская // М.: Издательский центр «Академия». – 2008. – 288 с.
2. Ершов, Ю.А. Физическая и коллоидная химия. / Ю.А. Ершов // М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2013. – 352 с.
3. Зимон, А.Д. Коллоидная химия наночастиц. Монография / А.Д. Зимон, А.Н. Павлов // М-во образования и науки Российской Федерации, Московский гос. ун-т технологий и упр. им. К. Г. Разумовского. Москва. – 2012. – 218 с.
4. Чванов, К.Г. Технические моющие средства, используемые при очистке загрязненных поверхностей ремонтируемых объектов / К.Г. Чванов, В.А. Варлашкин // В сборнике: Доклады ТСХА Сборник статей. – 2016. – С. 293-296.
5. Система регенерации моющих растворов на водной основе Пучин Е.А., Чванов К.Г., Фокин О.И. патент на полезную модель RUS 73664 21.01.2008.

**Чепурина Екатерина Леонидовна**, доцент кафедры инженерной и компьютерной графики, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В работе приведены результаты исследований по совершенствованию производственно-технологической деятельности инженерно-технических служб животноводческих ферм и комплексов агропредприятий и фирм. Основным направлением повышения эффективности их работы является инновационная рациональная организация технического сервиса с оценкой результативности по уровню исправности обслуживаемых машин и оборудования животноводства хозяйства. Полученные результаты показывают высокую эффективность предлагаемых организационно-технологических мероприятий и могут быть рекомендованы к внедрению в производство.

**Ключевые слова:** организация, инженерно-техническая служба (ИТС), технический сервис, исправность, работоспособность, эффективность.

В Центральном федеральном округе Московская область занимает второе место по производству молока в хозяйствах всех категорий, а по производству молока в сельхозорганизациях – первое. В рейтинге субъектов РФ Московская область по производству товарного молока занимает четвертое место, товарность молока в Подмоскowie выше 90%.

Животноводство Московской области имеет аналогичное общероссийскому состоянию и, соответственно, техническое оснащение [1]. В крупных коллективных хозяйствах и объединениях региона функционируют более 300 молочных ферм и комплексов с поголовьем дойного стада более 100 коров, производящих товарное молоко, поступающее в продажу и на переработку. В их числе имеются молочные фермы, с поголовьем, начиная от 100 до 2000 и более коров. Но наибольшее количество молочных ферм имеют дойное стадо 400 коров, на втором месте количество хозяйств с поголовьем 600 коров.

Надой на фуражную корову за последние три года увеличился на 5% и в 2016 году составит около 6,5 тысяч килограммов на фуражную корову, а по племенным организациям – 7,1 тысячи килограммов на корову. Продуктивность молочного скота Московской области превосходит средний показатель по ЦФО на 16%, а по России – на 24%. ЗАО «Малино-Фризское» представляет собой хозяйство, специализированное на производстве молока со среднегодовым поголовьем дойного стада 400-450 коров. По результатам производственно-хозяйственной деятельности хозяйство является рентабельным. Но в последние годы величина прибыли постепенно снижается и с учетом дотаций рентабельность составляет 2,5-2,7%.

В условиях рыночных отношений особую значимость приобретает решение задач, связанных со снижением себестоимости производства животноводческой продукции, работ и услуг, повышением их эффективности, стимулированием труда работников в зависимости от конечных результатов хозяйственной деятельности предприятия. В этих

условиях появляется необходимость высокоэффективного использования всех видов производственных ресурсов: машин и оборудования, занятых в животноводстве, производственно-технической базы, трудовых ресурсов. Эффективное использование начинается с планирования объемов работ и затрат на обеспечение работоспособности машин, обоснования производственно-экономических параметров объектов ремонтно-технической базы, ремонтно-технологического оборудования, эффективной организации обслуживающих подразделений и стимулирования их труда в зависимости от конечных показателей деятельности [1].

Современные молочные фермы и комплексы оснащены не только современными отечественными машинами и оборудованием, но и лучшими зарубежными средствами механизации процессов производства молока и содержания поголовья дойного стада. Такое комбинированное техническое оснащение требует повышения уровня специализации работ по техническому сервису. С одной стороны – устаревшее и изношенное оборудование отечественных производителей требует все более сложных и затратных ремонтно-обслуживающих воздействий с применением металлорежущего и сварочно-наплавочного оборудования и, соответственно, расширения круга квалифицированного персонала. С другой – сложное автоматизированное импортное оборудование требует комплектования инженерно-технической службы специализированным персоналом, способным обслуживать современные приборы и средства автоматики, компьютерные и роботизированные комплексы средств доения и кормоприготовления [1-3].

В условиях разномарочности, применяемых машин и оборудования, существенно возрастают риски появления их отказов и простоев оборудования по техническим причинам. Для уменьшения негативных последствий возможных отказов оборудования целесообразно увязать критерии оценки деятельности инженерно-технических служб с результатами работы основных обслуживаемых ими производственных структур. А это требует точного определения видов и объемов работ по техническому сервису машин и оборудования и обоснования параметров ИТС, ее технического оснащения, состава персонала и рациональных форм и методов организации и стимулирования труда коллектива службы

В сельскохозяйственных предприятиях, агрофирмах планирование количества ремонтно-обслуживающих работ  $N$  по машинам и оборудованию животноводческих ферм и комплексов производится отдельно по каждой марке машин с учетом межремонтной наработки и периодичности технических обслуживаний, выполняемых и планируемых объемов работ по механизации процессов производства продукции животноводства [4, 5].

Трудоемкости работ по техническому сервису (таблица 1) определяются суммированием трудоемкостей по видам ремонтно-обслуживающих работ, полученных как произведения их количества  $N_i$  на трудоемкость одного обслуживания  $t_i$ :

$$T_p = \sum N_i \cdot t_i.$$

Таблица 1

**Объемы работ по техническому сервису машин  
и оборудования животноводства типичного хозяйства**

Тип и марки машин	Количество, машин (компл.)	Количество (N, шт.) и объемы работ (T, чел.-ч) по техническому сервису машин и оборудования										
		Техническое обслуживание						Текущий ремонт				Всего
		ТО-1		ТО-2		ЕТО		неплановый		плановый		
		N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	T
Кормоцех Sbs Global 90i	1	12	54	4	29	365	91,5	6	60	1	120,12	143
Система кормления животных 1440 респонд.	1	12	68,4	4	35	365	182,5	19	100	1	216,45	203,4
Автоматизированная система учета надоя Autoselect 5000	1	12	26,4	4	13	365	73	8	40	1	85,1	79,4
Система управления процессом доения плюс Taxatron 5000	1	12	37,2	4	16	365	91,5	9	50	1	109,15	103,2
Комплект доильного оборудования CowMander 600	1	12	80,4	4	48	365	219	10	100	1	262,7	228,4
Моечная ванна PediCuRx	2	12	28,8	4	18	365	255,5	10	100	1	159	146,8
Танк-охладитель Tcool 15000	1	12	33,6	4	18	365	86	5	40	1	103,6	91,6
Танк-охладитель Tcool 15000	1	12	33,6	4	18	365	86	6	40	1	103,6	91,6
Танк-охладитель Tcool 3600	1	12	25,2	4	13	365	65,5	5	40	1	79,55	78,2
Башня Рожновского	1	12	72	4	24	-	-	8	60	1	133,2	96
Система поения животных	1	12	12	4	12	365	61	17	131	1	231,25	155
Система навозоудаления	1	12	120	4	24	365	138	43	500	1	277	644
Система электроснабжения и освещения	1	12	24	4	16	365	123,5	12	244	1	200	284
Система охранного оповещения	1	12	6	4	4	365	18	6	30	1	51,8	40
Система вентиляции помещений	1	12	36	4	36	365	91,5	12	100	1	229,4	172
<b>ВСЕГО</b>	-	-	657,6	-	324	-	1635	-	1635	-	3317	5881

Количество станков  $N$  определяют из условия односменной работы их по формуле

$$N = \frac{T_y}{\Phi_{об} \cdot \kappa_{II}}$$

где  $T_y$  – годовая трудоемкость вида станочных работ при текущем ремонте оборудования, чел.-ч.;  $\Phi_{об}$  – календарный фонд времени оборудования;  $\kappa_u$  – коэффициент использования оборудования.

Среднегодовое количество ремонтных рабочих пункта ТО и ремонта машин животноводства определено по формуле (таблица 2):

$$Ч_p = \frac{\sum_{i=1}^{i=I} T_p \cdot N_i}{\Phi_{\partial} \cdot \kappa_u \cdot \kappa_n}$$

где  $Ч_p$  – среднегодовое расчетное количество рабочих, чел.;  $T_p$  – удельная трудоемкость ремонтно-обслуживающих воздействий (работ, услуг), выполняемых в мастерской или на соответствующем участке мастерской, чел.-ч;  $N_i$  – количество ремонтно-обслуживающих воздействий (работ, услуг), выполняемых в мастерской или на соответствующем участке мастерской;  $\Phi_{\partial}$  – действительный годовой фонд времени ремонтного рабочего, часы;  $\kappa_u$  – коэффициент использования рабочего времени смены (0,85-0,96);  $\kappa_n$  – коэффициент выполнения норм выработки (0,95-1,15).

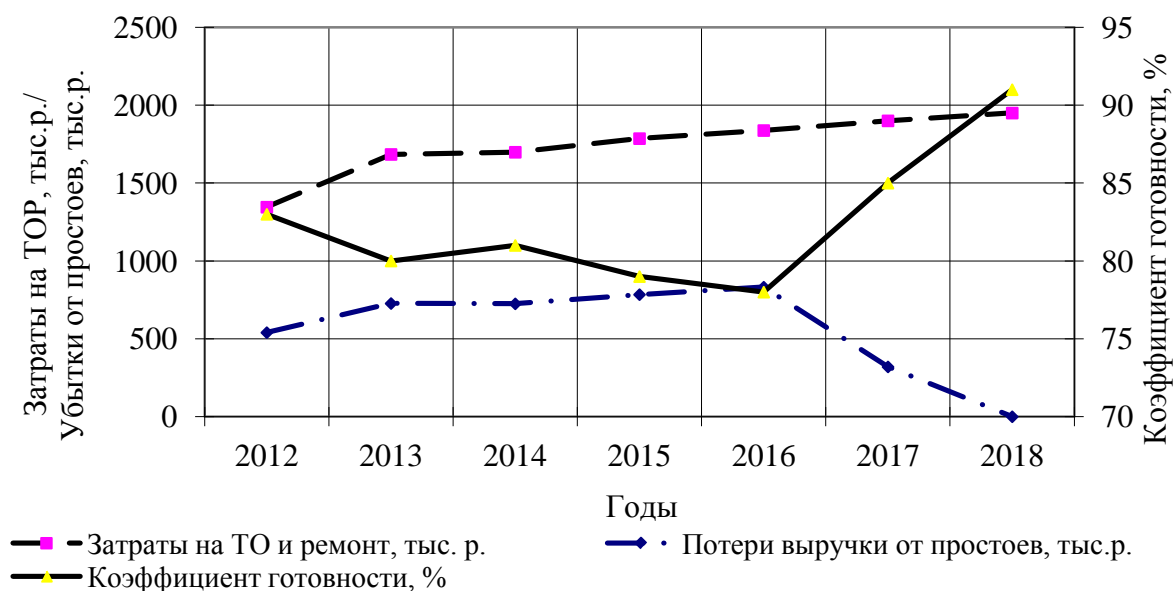
Таблица 2

### Расчет численности ремонтно-обслуживающего персонала

Виды работ	Структура работ, %	Трудоемкость работ, чел.-ч	Численность персонала ТС, чел.	
			расчетная	принятая
Монт.-демонтажные	48	2823	1,7	2
Слесарные	20	1176	0,7	–
Сварочные	12	706	0,4	1
Электромонтажные	12	706	0,4	1
Прочие	8	470	0,3	–
ИТОГО	100	5881	3,5	4

Планирование затрат денежных средств на ТО, ремонт и хранение машин и оборудования хозяйства осуществляется на основании внутрихозяйственных нормативов затрат и объемов механизированных работ. Получив сумму затрат денежных средств на ТО, ремонт и хранение машин и, зная структуру затрат денежных средств по видам ремонтно-обслуживающих воздействий и статьям расходов, можно определить затраты денежных средств на планируемые объемы сервисных работ и по статьям расходов: запчасти, материалы, заработная плата, накладные и прочие.

Высокоэффективная рациональная организация работы ИТС животноводства позволяет существенно повысить коэффициент готовности машин и оборудования хозяйства (на примере ООО «Малино-Фризская») (рисунок 1), обеспечить рост объемов производства высококачественной молочной продукции при снижении затрат на технический сервис и убытков от простоев оборудования по техническим причинам.



**Рис. 1. Планируемая эффективность рациональной организации инженерно-технической службы в животноводстве**

В результате оценки экономической эффективности от внедрения проекта совершенствования организации технического сервиса машин и оборудования получена годовая экономия в размере около 4,5 млн. р. за счет снижения себестоимости работ, что позволяет окупить единовременные капиталовложения в течение 0,24 года. Кроме того, своевременное и качественное проведение операций технического сервиса позволит полностью исключить экономические потери хозяйства из-за недополучения и снижения качества производимой сельскохозяйственной продукции в размере более 860,0 тыс. р.

#### Библиографический список

1. Концепция развития технического сервиса животноводства на период до 2020 года. – Подольск: ВНИИМЖ. – 2011.
2. Чепурина, Е.Л. Состояние организации технического сервиса машин и оборудования животноводства / Е.Л. Чепурина // Международный технико-экономический журнал ООО «Спектр». – № 4. – 2013. – С. 61-67.
3. Чепурина, Е.Л. Проблемы технологической модернизации системы технического сервиса машин и оборудования АПК / Е.Л. Чепурина, А.В. Чепурин, С.Л. Кушнарев // «Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК». Материалы Международной научно-практической конференции 15-17 октября 2015 года. Издательство «2Д Мичуринск». – С. 297-305.
4. Кушнарев, Л.И. Проблемы модернизации системы инженерно-технического обеспечения агропромышленного комплекса / Л.И. Кушнарев, Е.Л. Чепурина // Тракторы и сельхозмашины. – № 6. – 2015. – С. 33-37.
5. Кушнарев, Л.И. Организация технического сервиса машинно-тракторного парка на предприятиях агропромышленного комплекса. Учебник для вузов / Л.И. Кушнарев, Е.Л. Чепурина, С.Л. Кушнарев, А.В.Чепурин // М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2015. – 248 с.



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ZIG-BEE-ТЕХНОЛОГИИ В ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Матвеев Андрис Илмарович**, аспирант кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф.Бородина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Андреев Сергей Андреевич**, профессор кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф.Бородина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Обоснована актуальность использования беспроводных телеметрических систем при управлении рассредоточенными технологическими процессами АПК. Выявлена проблема снижения энергоемкости процесса дистанционного сбора информации. Показана возможность использования Zig-Bee-технологии для построения самоорганизующихся и самосовершенствующихся беспроводных телеметрических систем.

**Ключевые слова:** телеметрические системы, электропитание, низкочастотные источники энергии, преобразователи, радиосвязь, энергоэффективность, Zig-Bee-технологии, самоорганизующиеся сети.

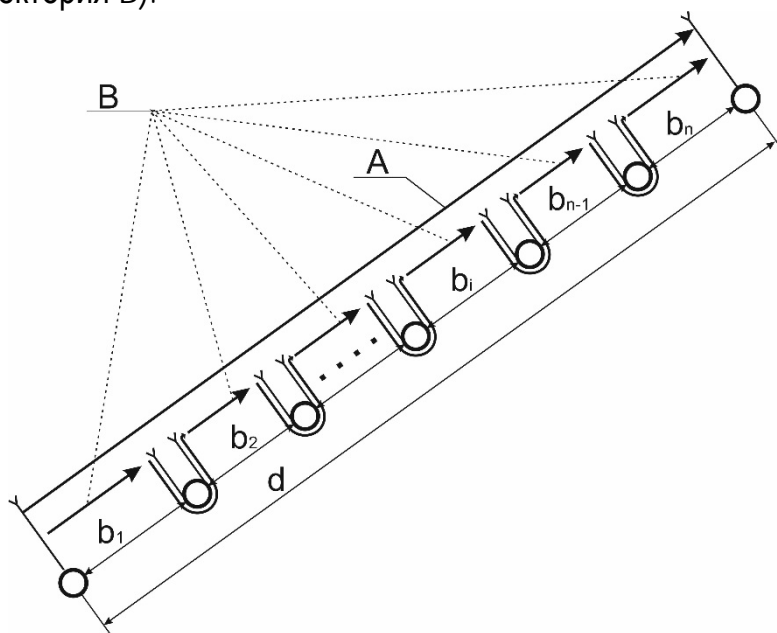
Высокие требования к качеству управления технологическими процессами АПК определяют необходимость непрерывного контроля за их параметрами. Сложность осуществления контроля усугубляется большой пространственной рассредоточенностью контролируемых объектов и их удаленностью от устройств обработки данных. Примером такого технологического процесса является автоматизированное орошение больших площадей в функции текущих характеристик почвы. Техническая реализация процесса сбора информации осуществляется с помощью телеметрических систем. При этом наиболее перспективными являются системы с беспроводными каналами передачи данных. Такие системы исключают использование уязвимых к механическим воздействиям проводных линий связи, снижают металлоемкость конструкции, а также допускают оперативное изменение расположения датчиков.

Следует признать, что наряду с перечисленными преимуществами беспроводные системы передачи данных предъявляют специфические требования к эксплуатации, заключающиеся в необходимости периодической зарядки или замены химических источников электрической энергии. Эта энергия необходима для поддержания работоспособности измерительных приборов, временного хранения и первичной обработки информации, а также для ее передачи к устройству обработки данных. В последнее время при проектировании блоков питания элементов телеметрических систем наметилась тенденция использования преобразователей различных видов энергии, заключенных в низкочастотных механических вибрациях среды, колебаниях температуры или атмосферного давления, электромагнитном фоне промышленного происхождения и т.д. [1, 2]. Вследствие крайне низкого потенциала перечисленных

энергоносителей особую актуальность приобретает проблема снижения энергоемкости элементов телеметрических систем. Среди них первостепенное значение имеют средства беспроводной передачи данных.

На сегодняшний день для беспроводной передачи информации наибольшее распространение получила радиосвязь. В большинстве случаев при осуществлении радиосвязи информативный сигнал транслируется от передатчика к приемнику непосредственным образом. Однако успехи развития микроэлектроники, сопровождающиеся беспрецедентным удешевлением и миниатюризацией технических средств, позволяют организовать ступенчатую передачу информации, при которой каждый однотипный элемент системы выполняет свою измерительную функцию и одновременно является приемо-передающим устройством на пути связи других элементов с конечным приемником – устройством обработки данных. Такой принцип организации связи является элементом Zig-Bee-технологии, которая может самостоятельно организовываться и осуществляться оптимальным образом.

На рисунке 1 показаны две возможные траектории прохождения сигнала при организации связи традиционным способом (траектория А) и с использованием Zig-Bee-технологии (траектория В).



**Рис. 1. Траектории прохождения радиосигнала при различных способах организации связи**

При использовании Zig-Bee-технологии в телеметрических системах АПК можно ожидать существенного уменьшения энергоемкости процесса передачи данных о состоянии объектов управления, что подтверждается следующими рассуждениями.

Известно, что для осуществления радиосвязи требуется резерв мощности, пропорциональный квадрату расстояния  $d$  между передатчиком и приемником [3]:

$$P_{t1} = \frac{P_r (4\pi)^2 \cdot d^2}{G_t G_r \lambda}, \text{ Вт}, \quad (1)$$

где  $P_r$  – минимально допустимая электрическая мощность сигнала, наводимого в приемной антенне, Вт;  $G_r$  и  $G_t$  – коэффициенты усиления приемной и передающей антенны соответственно;  $\lambda$  – длина волны, м.

При ступенчатой передаче информации формула (1) изменится. Теперь общая потребляемая мощность будет определяться суммой мощностей, излучаемых передающими антеннами каждого участка цепи:

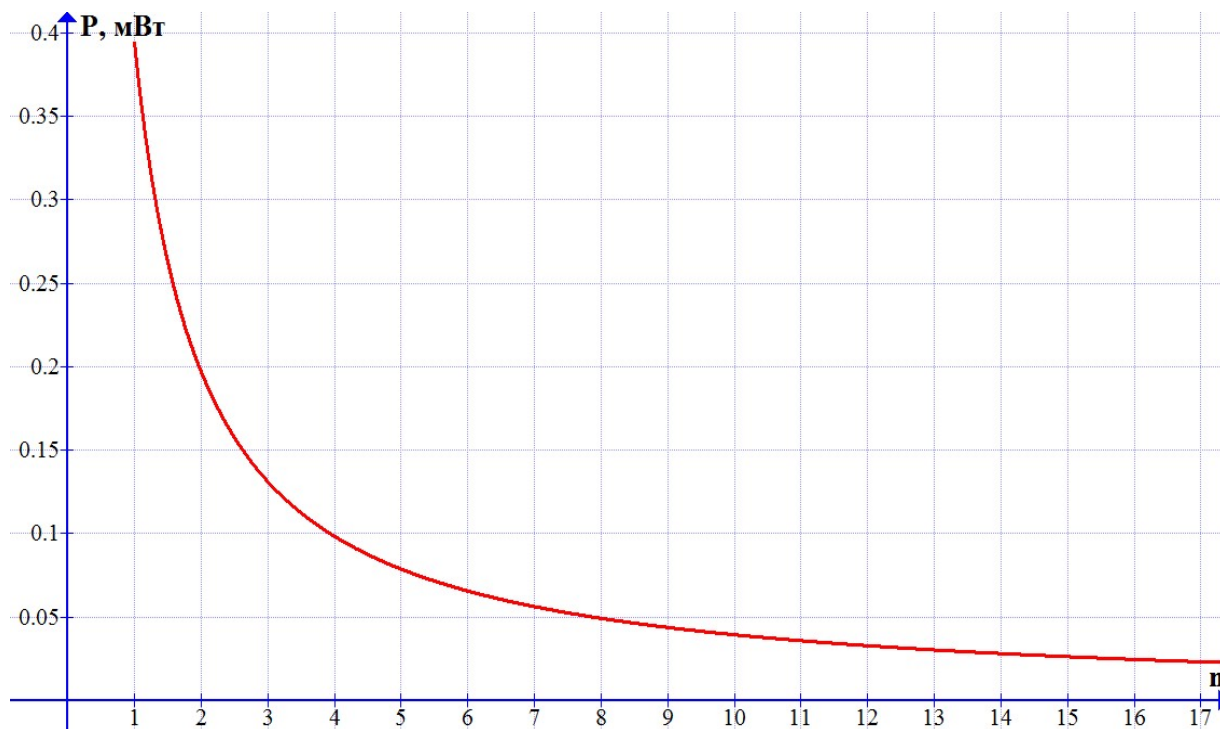
$$P_{t2} = \sum_{i=1}^n \frac{P_r(4\pi)^2 \cdot b_i^2}{G_t G_r \lambda}, \text{ Вт}, \quad (2)$$

где  $i$  – номер участка цепи;  $b_i$  – длина  $i$ -го участка, м;  $n$  – количество участков.

Если допустить, что длины всех участков одинаковы и равны  $b$ , то суммарная мощность определится в соответствии с выражением:

$$P_{t3} = \frac{P_r(4\pi)^2 \cdot n \left(\frac{d}{n}\right)^2}{G_t G_r \lambda} = \frac{P_r(4\pi)^2 \cdot \frac{d^2}{n}}{G_t G_r \lambda}, \text{ Вт} \quad (3)$$

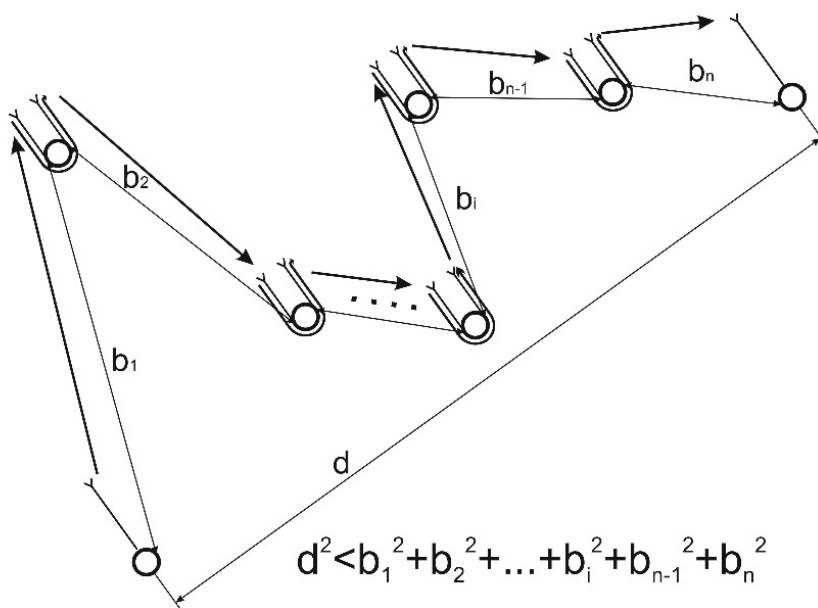
При использовании приемных и передающих антенн с круговой диаграммой направленности  $G_r = G_t = 1$ . В результате подстановки в выражение (3) значений  $P_r = 10^{-5}$  Вт;  $d = 1000$  м,  $\lambda = 0,1$  м и  $n = 1 \dots 18$  был поучен ряд значений мощностей, представленных графически в функции  $n$  на рисунке 2.



**Рис. 2. Зависимость излучаемой мощности антенной передатчика от количества участков связи**

Из графика на рисунке 2 видно, что с увеличением количества «ступеней» энергозатраты на связь заметно уменьшаются. Вместе с тем, следует отметить, что ступенчатая траектория, представленная на рисунке 1, отражает явно идеализированный подход к организации связи. Такой подход может быть реализован при ретрансляции радиосигналов между неподвижными объектами, расположенными на отрезке прямой. При практическом использовании телеметрических систем объекты связи могут находиться в движении и располагаться в произвольных точках (рисунок 3). Поэтому сумма длин участков может превышать расстояние между конечными

объектами связи, а целесообразность применения Zig-Bee-технологии в таком случае определяется выполнением неравенством  $P_{t1} > P_{t2}$ .



**Рис. 3. Расположение объектов связи в реальных телеметрических системах**

Кроме того, необходимо принимать во внимание, что по мере удаления промежуточных приемо-передающих устройств от начала линии связи возлагаемая на них энергетическая нагрузка будет возрастать. Это объясняется необходимостью приема, обработки и передачи информации не только от первого объекта связи, но также собственных данных и сигналов от соседних элементов системы.

Таким образом, организация энергоэффективной радиосвязи сводится к формированию траекторий прохождения радиосигналов с учетом ряда перечисленных требований. Поскольку в процессе эксплуатации реальных телеметрических систем возможны перемещения ее отдельных элементов по случайным траекториям, непланируемые отключения некоторых из них, появления новых элементов, а также изменения условий прохождения сигналов, организацию радиосвязи целесообразно осуществлять без участия человека. При этом процессы анализа состояния системы и выбор ее оптимальной структуры должны быть постоянными и непрерывными. Для реализации принципов самоанализа и самоорганизации сети можно наметить два пути. Первый из них заключается в реальном автоматическом переборе вариантов включения отдельных элементов телеметрической системы, измерении потребляемых мощностей каждым из них и определении суммы мощностей с последующим выбором наиболее экономичной траектории. Второй путь предполагает непрерывно продолжающийся анализ состояния системы и расчет потребляемых мощностей по вышеприведенным соотношениям. По завершении расчетов должно произойти соответствующее включение элементов и ее функционирование до возникновения изменений условий эксплуатации.

### Библиографический список

1. Андреев, С.А. Электропитание измерительно-передающих устройств в телеметрических системах сельскохозяйственного назначения / С.А. Андреев, С.А., Матвеев // Международный технико-экономический журнал. – № 2. – 2018. – С. 34-39.
2. Патент № 148721 Российская Федерация МПК H02 N10/00 (2006.01) Термоэлектрическая система производства энергии / Андреев С.А., Ходус Е.В., Ельцов А.В. – 2014108716/07; заявл. 07.03.2014; опубл. 10.12.2014. Бюл.№ 34.
3. Велигоша, А.В. Общая теория связи / А.В. Велигоша // Ставрополь, СКФУ. – 2014. – 240 с.

УДК: 631.371:621.31

### ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОПОРШНЕВЫХ АГРЕГАТОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

**Сухов Андрей Андреевич**, аспирант кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева  
**Стушкина Наталья Алексеевна**, профессор кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Рассмотрена возможность применения распределенной генерации на основе газопоршневых агрегатов для надежного электроснабжения потребителей сельской местности электроэнергией надлежащего качества.

**Ключевые слова:** электрические распределительные сети сельского назначения, распределенная генерация, газопоршневой агрегат, надёжность электроснабжения, качество электроэнергии.

В настоящее время наблюдается тенденция автоматизации технологических процессов в агропромышленном комплексе и внедрения все более сложных энергопринимающих устройств. Это обуславливает все более жёсткие требования к обеспечению надежного и бесперебойного снабжения электроэнергией надлежащего качества потребителей сельской местности.

Сейчас в процесс электроснабжения сельских потребителей вовлечены крупные электростанции, системообразующие и магистральные сети электроснабжения, а также сельские распределительные сети (СРЭС), которые являются конечным звеном в системе электроснабжения потребителей сельской местности.

Однако, большая часть оборудования электросетевого комплекса морально и физически устарела, и не позволяет обеспечить необходимый уровень надежности электроснабжения и качества электроэнергии при электроснабжении потребителей сельской местности.

Одним из способов, позволяющих решить данные проблемы, является использование распределённой генерации. На сегодняшний день в США функционирует

порядка 12 млн установок распределенной генерации (единичной установленной мощностью до 60 МВт) общей мощностью более 220 ГВт. В странах Европейского союза на распределенную генерацию приходится порядка 10% от суммарного объема производства электроэнергии [1]. В России процесс развития распределённых электростанций в большей степени связан с созданием собственных источников энергии на основе газопоршневых агрегатов [2].

Газопоршневой агрегат (ГПА) – это двигатель внутреннего сгорания (ДВС) с внешним смесеобразованием и зажиганием горючей смеси от искры внутри камеры сгорания, работающий на газе. Помимо двигателя, в конструкцию газопоршневой электростанции входят такие основные элементы как: генератор, преобразующий механическую энергию вращения вала двигателя в электрическую; водогрейный или паровой котел; радиатор, являющийся частью системы охлаждения двигателя; насосы, термостаты и теплообменники.

К преимуществам газопоршневой электростанции можно отнести:

- способность помимо электрической энергии также вырабатывать тепловую энергию. При этом комбинированная генерация (когенерация) электричества и тепла характеризуется утилизацией тепла после выработки электричества, т.е. тепло «снимается» с головки блока цилиндров (ГБЦ) и от выхлопных газов, что не влияет на работу двигателя и дает дополнительную экономическую выгоду;

- коэффициент полезного действия (КПД) ГПА составляет порядка 40% при выработке электроэнергии. В случае использования ГПА при когенерации, общий КПД возрастет до 80-90%;

- средний ресурс работы ГПА, в отличие от ресурса работы обычных ДВС, достигает 90 тыс. часов (в некоторых случаях 200 тыс. часов и более). Это обусловлено, в том числе, такими факторами, как более низкая частота вращения (средняя частота вращения ГПА, применяемых в газопоршневых электростанциях составляет 1000-1500 об/мин), что позволяет значительно снизить нагрузку на трущиеся детали, использование газа, который в отличие от бензина или дизельного топлива, не смывает смазку со стенок цилиндров;

- производством ГПА, в отличие от производства ПГУ занимаются многие компании, что способствует поддержанию уровня цен на конкурентном уровне и упрощению процесса транспортировки ГПА до места установки. В то же время газопоршневые электростанции при поставке могут комплектоваться различными ремонтными инструментами и приспособлениями. Их наличие предполагает, что даже все ответственные операции можно производить силами квалифицированного персонала на месте, когда как фактически все ремонтные работы с ПГУ можно проводить либо на заводе-изготовителе, либо при непосредственной помощи заводских специалистов;

- область применения ГПА довольно широка. Таким образом, развитие распределенной генерации на основе ГПА будет способствовать развитию производства ГПА на территории России и выходу на международные рынки в части производства и поставок крупных ГПА;

- средний срок строительства газопоршневой электростанции составляет порядка 1 года, в то время как выполнение мероприятий, необходимых для осуществления технологического присоединения отдаленных потребителей сельской местности к

электрическим сетям, или строительство альтернативной генерации может занимать большее количество времени;

– ГПА имеют широкий диапазон регулирования мощности и могут запускаться и останавливаться неограниченное количество раз, и это не отражается на их моторесурсе. При этом время выхода в рабочий режим из холодного состояния составляет порядка 2-х минут;

– использование газопоршневой электростанции позволит экономить на оплате транспортной составляющей в тарифе на электроэнергию (в отдельных случаях составляет до 70% тарифа).

К недостаткам газопоршневой электростанции можно отнести:

– невозможность эксплуатации при нагрузке менее 30% от номинальной мощности (в случае работы с загрузкой 3-5% от номинальной мощности, расход топлива возрастает на 40%). Также, при сильно неравномерном графике нагрузки, уменьшается сервисный интервал и возрастают эксплуатационные затраты. Однако данную проблему можно решить на стадии проектирования, выбрав несколько агрегатов меньшей единичной мощности, которые в сумме смогут покрыть необходимый максимум нагрузки;

– особенностью ГПА является сравнительно малые постоянные инерции и более простые системы регулирования, чем у генераторов большой мощности, что усложняет обеспечение устойчивости электроэнергетической системы.

При проектировании газопоршневых электростанций также важным является соблюдение правила N+1 – один резервный генератор, так как для силовых установок любого типа необходимо проводить регламентные работы. При этом, в случае наличия осуществленного технологического присоединения к централизованной сети электроснабжения, возможно не устанавливать резервный генератор и использовать централизованное электроснабжение в случае проведения регламентных работ или возникновения аварийной ситуации. Однако, такой вариант не всегда доступен по причине полного отсутствия электроэнергетических сетей или дороговизны выполнения мероприятий, необходимых для осуществления технологического присоединения [3].

В таблице 1 приведен схематичный расчет стоимости 1 кВтч электроэнергии, произведенной на газопоршневой электростанции. В расчетах учитывалось 15-летнее использование газопоршневой электростанции с проведением планового и внепланового сервисного обслуживания оборудования без проведения капитальных ремонтов. Основные затраты на сервисное обслуживание, которые могут составить до 50% стоимости всего OPEX, возникнут на 7-8 году при среднем ремонте, при условии стабильной наработки установки – 4000 операционных часов в год. В качестве исходных данных использовались усредненные значения технико-эксплуатационных показателей газопоршневых генераторных установок ведущих производителей. Также учитывалось, что тепло на ГПА производится без увеличения расхода топлива, утилизируя тепло от охлаждения ГБЦ и тепло выхлопных газов. При этом не учитывались возможные расходы на осуществление технологического присоединения к газовой сети, а также затраты на строительства внутренней распределительной электрической сети потребителя.

Таблица 1

**Схематичный расчет тарифа на электроэнергию,  
произведённую на газопылевой электростанции**

Показатель	Формула расчета	ед. изм.	Итог
Удельные капитальные затраты	[1]	долл/кВт	700
Удельные капитальные затраты	[2] = [1]*65 <sup>[1]</sup>	руб/кВт	45 500
Срок строительства	[3]	лет	1
Срок окупаемости	[4]	лет	15
Номинальный WACC	[5]	%	9%
Реальный WACC	[6] = [5] – инфляция <sup>[2]</sup>	%	7%
Аннуитетный платеж	$[7] = [2] * (1 + [5])^{([3] - 0.5) * [6]} / (1 - (1 - [6])^{[4]})$	руб/МВт/год	4 841 158
КИУМ <sup>[3]</sup>	[8]	%	80%
Собственные нужды	[9]	%	5%
Отпуск э/э	[10] = 8760 * ([8] – [9])	кВтч/МВт/год	6 658
Удельная тепловая мощность	[11]	Гкал/ч/МВт	1,10
КИУТ	[12]	%	20%
Отпуск тепла	[13] = 8760 * [11] * [12]	Гкал/год/МВт	1 927
Тариф на тепло на коллекторах <sup>[4]</sup>	[14]	руб/Гкал	1 000
Выручка по теплу	[15] = [13] * [14]	руб/год/МВт	1 927 200
Удельные затраты топлива на э/э <sup>[5]</sup>	[16]	гут/кВтч	270
Удельные затраты топлива на тепло	[17]	кгут/Гкал	0
Расход топлива на э/э	[18] = [16] * [10]	тут/МВт/год	1 797 552
Расход топлива на тепло	[19] = [17] * [13]	тут/МВт/год	0
Расход топлива всего	[20] = [18] + [19]	тут/МВт/год	1 797 552
Цена топлива	[21]	руб/тут	4 200
Топливные затраты	[22] = [20] * [21]	руб/МВт/год	7 549 718
Удельные эксплуатационные затраты (включая затраты на материалы и запчасти)	[23]	руб/МВт/мес	200 000
Эксплуатационные затраты	[24] = [23] * 12	руб/МВт/год	2 400 000
Всего затраты	[25] = [7] + [22] + [24]	руб/МВт/год	14 790 877
Всего станционные затраты на э/э	[26] = [25] – [15]	руб/МВт/год	12 863 677
Тариф на э/э на шинах	[27] = [26] / [10]	руб/кВтч	1,93
Сетевой тариф для потребителя 10 кВ	[28]	руб/кВтч	0,00
Конечный тариф для потребителя 10 кВ	[29] = [27] + [28]	руб/кВтч	1,93

<sup>[1]</sup> – в расчете учитывался курс доллара – 65 руб/долл;

<sup>[2]</sup> – учтено среднегодовое значение инфляции на основании «Прогноза долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2023 года»;

<sup>[3]</sup> – реальный коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) будет зависеть от того, существует ли у конкретного потребителя подключение к



централизованному электроснабжению, а также от режима работы энергопринимающих устройств;

<sup>[4]</sup> – тариф на тепло считается от альтернативной котельной: цена потребителя – магистральные сети – распределительные сети. При этом, выдача тепловой мощности газопоршневой электростанции может осуществляться без использования магистральной сети;

<sup>[5]</sup> – для перевода из м<sup>3</sup> в граммы условного топлива использовался коэффициент 1,13.

Для каждого конкретного случая исходные данные могут отличаться, соответственно для получения корректной оценки экономической эффективности применения газопоршневой электростанции, должен проводиться индивидуальный анализ.

Однако, на основании представленного схематичного расчета, можно сделать вывод, что применение газопоршневой электростанции не только технически позволит потребителям сельской местности обеспечить себя надежным электроснабжением энергопринимающих устройств независимо от состояния централизованной электроэнергетической сети, а также от её режима работы, но и является экономически эффективным.

### **Библиографический список**

1. Samper, M.E. Fuzzy assessment of electricity generation costs applied to distributed generation. comparison with retail electricity supply costs / M.E. Samper, A. Vargas, S.Rivera // 2008 IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exposition: Latin America, 13-15 Aug. 2008. DOI: 10.1109/TDC-LA.2008.4641771.

2. Сухов, А.А. Модернизация систем электроснабжения сельских потребителей путем внедрения распределенной генерации / А. А. Сухов, Н. А. Стушкина. – Электрон. текстовые дан. // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – Вып. 5. – 2018. – С.69-74.

3. Родионова. М. Открытый семинар "Технические аспекты внедрения собственной генерации: организация процесса решения проблемных технических вопросов". РНКСИГРЭ / М. Родионова // Электроэнергия. Передача и распределение. – № 3 (30). – 2015. – С. 114-119.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОВОЛНОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ ОТХОДОВ УБОЯ ЖИВОТНЫХ

**Жданкин Георгий Валерьевич**, доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов, ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА

**Сторчевой Владимир Федорович**, профессор кафедры электропривода и электротехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

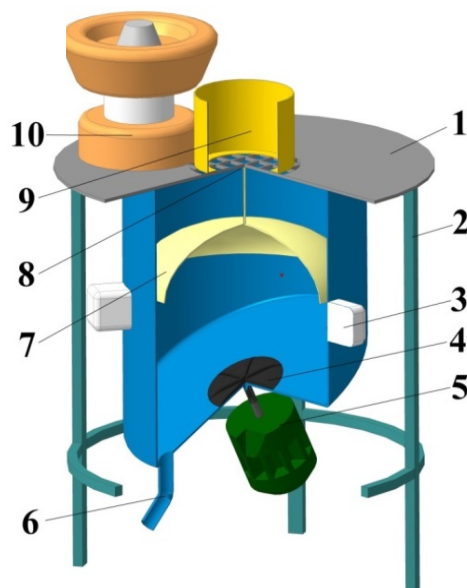
**Новикова Галина Владимировна**, профессор кафедры бухгалтерского учета и финансов, ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА

**Аннотация:** Описан принцип действия СВЧ установки с комбинированным резонатором для термообработки непищевых отходов мясного сырья в непрерывном режиме. Комбинированный резонатор представлен как разновидность цилиндрического, но с полусферическим основанием, обеспечивающим подачу сырья в резонатор с обеспечением электромагнитной безопасности. Получены регрессионные модели, на базе которых оптимизированы режимы работы установки.

**Ключевые слова:** комбинированный резонатор, измельчение, обезвоживание, обеззараживание, термообработка, белковый корм, непищевые отходы животного происхождения.

В лаборатории энергетического и технологического оборудования вуза разрабатываются установки с источниками энергии электромагнитных излучений [1, 2]. Разработанная и изготовленная СВЧ установка с комбинированным резонатором (рисунок 1) предназначена для отделения жидкой фракции от измельченных непищевых отходов убоя животных, термообработки и обеззараживания твердой фракции. Основные узлы установки – это экранирующий корпус 1, 2, три источника СВЧ энергии (магнетроны 3), диск 4 с электродвигателем 5, шаровой кран 6 со сливным патрубком, комбинированный резонатор 7, съемная перекладина 8 на направляющей трубе, емкость 9 для приема твердой фракции, центрифуга 10. Верхняя часть комбинированного резонатора представлена полусферой, центральная часть – образующей цилиндра, а нижняя часть – наклонным конусом. Причем, на дне резонатора, выполненном под наклоном, расположен перемешивающий механизм – вращающийся диск, и имеется выгрузной патрубок с шаровым вентилем. Измельченное сырье влажностью до 85% попадает в центрифугу, далее твердая фракция падает на поверхность полусферы. Она свободно подвешена с центральной точки с помощью цепи на съемную перекладину 8, установленную на направляющую трубу. Полусфера расположена под направляющей трубой. Между ними имеется кольцевой зазор, через который твердая фракция сырья при колебании полусферы соскальзывает с ее поверхности и падает в комбинированный резонатор. Зазор, предназначенный для загрузки сырья в резонаторную камеру, и диаметр неферромагнитного патрубка с шаровым клапаном для выгрузки продукта не могут превышать четверть длины волны. В этом зазоре образуется стоячая электромагнитная волна, которая имеет нулевое

амплитудное значение, поэтому волна наружу не распространяется. К боковой поверхности комбинированного резонатора пристыкованы волноводы и направлены три излучателя от соответствующих магнетронов. Магнетроны 3 с волноводами установлены со сдвигом на 120 градусов с наружной стороны боковой поверхности комбинированного резонатора. Внутри резонатора расположен диэлектрический цилиндр, ограничивающий попадание сырья на волновод в процессе перемешивания с помощью вращающегося диска, расположенного на дне резонатора. Твердая фракция непищевых мягких отходов подвергается в резонаторе воздействию ЭМП СВЧ, варится, обеззараживается и выгружается через патрубков с шаровым краном 6.



**Рис. 1. СВЧ установка с комбинированным резонатором:**

- а) схематическое изображение; б) опытный образец; 1 – стол; 2 – каркас; 3 – магнетроны; 4 – диск; 5 – электродвигатель; 6 – шаровой кран; 7 – полусферическая часть комбинированного резонатора; 8 – съемная перекладина на направляющей трубе; 9 – емкость для твердой фракции; 10 – центрифуга

Проведены экспериментальные исследования технологического процесса. Получена эмпирическая зависимость приращения температуры непищевого сырья от дозы воздействия ЭМП СВЧ:

$$\Delta T = 33,89 \ln D - 135, \quad (1)$$

где  $D$  – доза воздействия Вт·с/г;  $\Delta T$  – приращение температуры, °С.

Эмпирические зависимости, описывающие изменения ОМЧ от приращения температуры сырья при разной исходной обсемененности (1,3 и 2,1 млн. КОЕ/г), описаны соответственно формулой 2:

$$\text{ОМЧ} = 1,28 \cdot e^{-0,017 T}, \text{ КОЕ/г.}; \quad \text{ОМЧ} = 2,25 \cdot e^{-0,022 T}, \text{ КОЕ/г} \quad (2)$$

На основе критериальных уравнений получены регрессионные зависимости, позволяющие оценить влияние технологических параметров на продолжительность термообработки и обеззараживание белкового корма и определить рациональные режимы работы СВЧ установки для термообработки измельченных и обезвоженных непищевых отходов животного происхождения. Для этого воспользовались матрицей планирования 3-х факторного активного эксперимента типа  $2^3$  (таблица 1). В качестве

основных факторов, влияющих на процесс термообработки непищевого сырья были выбраны: масса загрузки сырья в резонатор  $M$ , кг ( $x_1$ ); продолжительность воздействия непищевых отходов в ЭМП СВЧ  $\tau$ , с ( $x_2$ ); количество СВЧ генераторов  $n$ , шт. ( $x_3$ ). Выбор интервалов изменения факторов обусловлен технологическими условиями и конструкционными параметрами СВЧ установки.

Таблица 1

Матрица активного планирования эксперимента типа  $2^3$

№	Варьируемые параметры								Доза воздействия $Вт \cdot с/г$
	Удельная мощность генератора, $Вт/г$	Масса загрузки в резонатор, кг		Продолжительность обработки, с		Количество СВЧ генераторов, шт. (потребляемая мощность, кВт)			
	$P_{уд}$	X1	G	X2	$\tau$	X3	n	$P_{ген}$	D
1	2,22	+	1,8	+	180	+	5	4	400
2	0,44	+	1,8	-	60	-	1	0,8	26,4
3	1,33	-	0,6	+	180	-	1	0,8	240
4	6,67	-	0,6	-	60	+	5	4	400
5	2	0	1,2	0	120	0	3	2,4	240
6	4	-	0,6	0	120	0	3	2,4	480
7	1,33	+	1,8	0	120	0	3	2,4	160
8	2	0	1,2	-	60	0	3	2,4	120
9	2	0	1,2	+	180	0	3	2,4	360
10	0,67	0	1,2	0	120	-	1	0,8	80,4
11	3,33	0	1,2	0	120	+	5	4	400

Таблица 2

Критерии оптимизации

№	Приращение температуры, $^{\circ}C$ ( $T$ ), $T_0=18^{\circ}C$	Производительность установки, кг/ч ( $Q$ )		Энергетические затраты, кВт·ч/кг ( $W$ )	Бактериальная обсемененность, КОЕ/г· $10^3$ , (ОМЧ)
	$Y_1$	$Y_2$	г/с	$Y_3$	$Y_4$
1	70	36	10	0,111	0,38
2	8	108	30	0,0073	1,1
3	54	12	3,3	0,067	0,5
4	70	36	10	0,111	0,4
5	54	36	10	0,067	0,5
6	75	18	5	0,133	0,35
7	35	54	15	0,0444	0,7
8	25	72	20	0,0333	0,85
9	67	24	80	0,1	0,4
10	15	36	10	0,0223	0,98
11	70	36	10	0,111	0,0,38

Примечание. Мощность установки без учета мощности измельчающего механизма.  
ОМЧ исходное - 1,2 млн. КОЕ/г.

Критериями оптимизации режимных параметров установки являются:  $Y_1$  – приращение температуры ( $\Delta T$ ,  $^{\circ}C$ );

$Y_2$  – производительность СВЧ установки ( $Q$ , кг/ч);

$Y_3$  – доза воздействия ЭМП СВЧ ( $D$ , Вт·с/г);

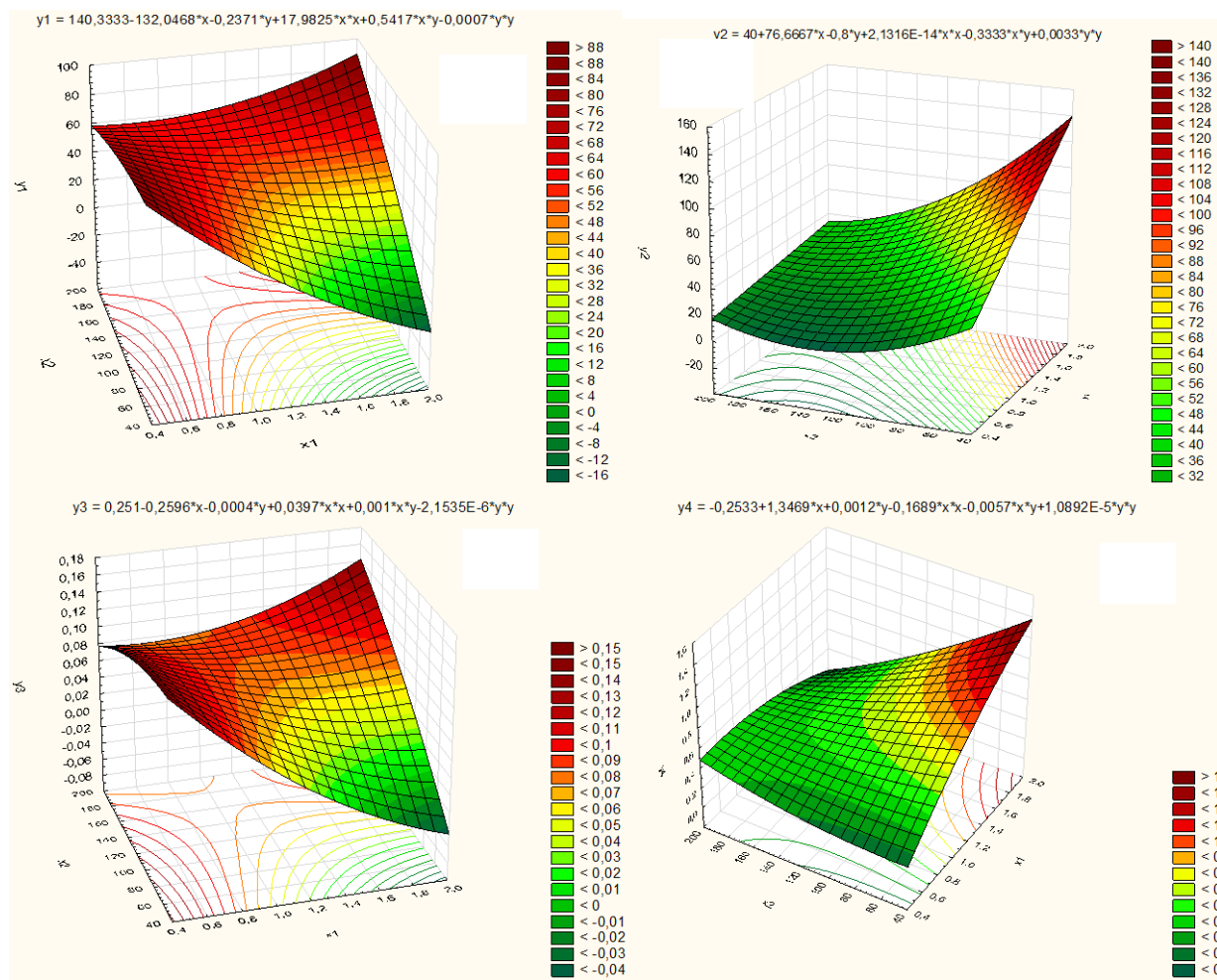
$Y_4$  – энергетические затраты на технологический процесс, ( $W$ , кВт·ч/кг);

$Y_5$  – общее микробное число в белковом продукте, (ОМЧ, КОЕ/г).

Варьируемые факторы были совместимы и не коррелированы между собой, а пределы их изменения принимались равными:

$$(x_1): 0,6 \leq M \leq 1,8 \text{ кг}; \quad (x_2): 60 \leq t \leq 180 \text{ с}; \quad (x_3): 1 \leq n \leq 5 \text{ шт.}$$

Получили двумерные сечения и поверхности откликов в программе Statistic 17 (рисунок 2).



Получены регрессионные модели и эффективные режимы термообработки непищевых отходов убоя животных в СВЧ установке с комбинированным резонатором.

$$\Delta T = 140,33 - 132 x_1 - 0,24 x_2 + 118 x_1^2 + 0,54 x_1 x_2 - 0,0007 x_2^2, \quad (3)$$

$$Q = 40 + 76,67 x_1 - 0,8 x_2 - 0,33 x_1 x_2 - 0,003 x_2^2,$$

$$D = 0,251 - 0,26 x_1 - 0,0004 x_2 + 0,04 x_1^2 + 0,001 x_1 x_2,$$

$$W = 0,253 + 1,35 x_1 - 0,0012 x_2 - 0,17 x_1^2 - 0,006 x_1 x_2.$$

Из анализа уравнений выявлены такие режимы работы установки, которые обеспечивают минимум удельных энергетических затрат на производство белкового корма из непищевых отходов животного происхождения и максимум снижения микробиологической обсемененности продукта. Рациональные режимы: масса

единовременной загрузки обезвоженного сырья в резонатор 1,2 кг; продолжительность воздействия 120-150 с; количество СВЧ генераторов 3 шт. При этом общее микробное число снижается с 1,2 млн. до 0,5 млн. КОЕ/г; производительность установки равна 36...40 кг/ч, температура нагрева достигает 80-90°C.

### Библиографический список

1. Жданкин, Г.В. Разработка сверхвысокочастотной установки для термообработки непищевых боенских отходов / Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова // Пермский аграрный Вестник – Пермь: ФГБОУ ВО «Пермский ГАУ». – № 4(20). – 2017. – С. 54-64.

2. Новикова, Г.В. Анализ разработанных сверхвысокочастотных установок для термообработки сырья / Г.В. Новикова, Г.В. Жданкин, О.В. Михайлова, А.А. Белов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – Казань: ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». – № 4 (42). – 2016. – С. 89-93.

УДК 631.81, 546.02

## ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНАТОРА-ИОНИЗАТОРА НА МОЛОЧНЫХ ФЕРМАХ

**Сторчевой Владимир Федорович**, профессор кафедры электропривода и электротехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Компаниец Александр Евгеньевич**, аспирант кафедры электропривода и электротехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Способы обеззараживания молока достаточно эффективны, но связаны с большими энергозатратами. Поэтому в настоящее время активно ведется поиск альтернативных способов обеззараживания молока. Перспективным представляется способ обработки молока озоном.

**Ключевые слова:** озонирование, обеззараживание молока, озонатор-ионизатор, микрофлора, пастеризация, сепарация молока.

Согласно Доктрине продовольственной безопасности РФ, коровье молоко признано стратегически важной отраслью животноводства. К 2020 г. Россия должна выйти на самообеспеченность по молоку, пока же потребности населения в молоке и молочных продуктах удовлетворены лишь на 80% [1].

Преимущество молока заключается в наличии таких свойств, как питательность и легкая усвояемость. В молоке содержатся все вещества, необходимые для роста и развития организма. Один литр молока на 100% удовлетворяет суточную потребность взрослого человека в животном жире, кальции, фосфоре; на 53% – в животном белке; на 3,5% – биологически активных незаменимых жирных кислотах и в витаминах А, С, тиамине; на 12,6% – в фосфолипидах и т.д. Энергетическая ценность молока составляет 2720кДж/кг [2].

После дойки молока, происходит изменение его физико-химических свойств под действием микрофлоры, обуславливающей его скисание и непригодность для дальнейшей переработки. Соблюдение санитарно-гигиенических правил получения молока в значительной мере снижает его бактериальную загрязненность. Для борьбы с

микрофлорой осуществляют обработку молока, если этого не делать, то срок годности сырого молока очень сильно ограничен. Так при температуре 6-10 градусов, срок хранения сырого молока 12 часов, при 6-8 градусах до 18 часов, при 6-5 до суток, при 3-4 градусах молоко хранится полтора суток, и при 1-2 градусах молоко останется свежим до двух суток [3].

В настоящее время основным промышленным способом борьбы с микрофлорой является пастеризация. При этом используются пластинчатые теплообменники для непрерывной пастеризации потока молока, пастеризуют при 76 °С ( $\pm 2$  °С) с выдержкой 15... 20 С и охлаждают до 4...6 °С с использованием пластинчатых пастеризационно-охладительных установок. Эффективность пастеризации в таких установках достигает 99,2 % [3].

Недостаток данного метода заключается в том, что любое тепловое воздействие на молоко нарушает его первоначальный состав и физико-химические свойства, которые зависят от температуры и продолжительности тепловой обработки.

Обработку молока производят способом бактофугованием с помощью специального сепаратора – бактофуги. Бактофуга – устройство, которое предназначено для удаления споровых микроорганизмов и масляно-кислых бактерии из молока. Бактофуга устанавливается последовательно с центробежным сепаратором, до или после него. Процесс бактофугирования заключается в том, что более тяжелые частицы молока, в том числе приблизительно 90 % бактерий, вытесняются на периферию барабана под действием центробежных сил, и в виде концентрированной фазы - бактофугата, отводятся наружу через приемник осадка. В результате действия центробежных сил и оптимальной температуры подаваемого молока (от 55 до 65°С), около 98 % анаэробных и 95 % аэробных спор и лактобацилл удаляются из сырого молока. В зависимости от качества исходного продукта может быть выделено около 85 – 90 % общего количества микроорганизмов [4].

Всё это снижает качество получаемого продукта. Изменение составных частей молока, отрицательно влияющее на пищевую ценность и органолептические показатели, что должно быть незначительным.

На наш взгляд перспективным представляется способ обработки молока озоном. Озон – высокоэффективное и универсальное окисляющее вещество, которое используется в промышленности в целях дезинфекции, устранения цвета и запаха, а также для удаления опасных органических соединений. Озон эффективно убивает микроорганизмы, в связи с этим он является наиболее эффективным средством для очистки и обеззараживания воды и воздуха. Установки по очистке воды и озонированию воздуха получили огромное распространение не только в промышленности, но и в быту. Основные преимущества применения озона для обработки молока содержатся в самой его природе: результатом его реакции является только кислород и продукты окисления. Озонирование как способ дезинфекции успешно применяется в системах дезинфекции молокопроводов молочных предприятий.

Метод озонирования, с гигиеничной точки зрения, имеет существенные преимущества благодаря высокому окислительно-восстановительному потенциалу бактерицидного действия. Продолжительность контакта озono-воздушной смеси с обрабатываемым молоком колеблется от 5 до 15 минут сообразно с типами установок и их производительностью, (при повышении температуры время контакта увеличивается).

Доза озона, необходимая для обеззараживания, варьируется в зависимости от содержания органических веществ и температуры [4].

«Институтом озонотерапии и медоборудования» [5] проводились работы по определению бактерицидной активности озона при обработке озоном сырого молока и сыров в процессе производства. Установлено, что при обработке газообразным озоном концентрацией выше 40 мг/л сырого молока в течение 20 минут происходит 100% уничтожение кишечной палочки, плесневых грибов, сальмонеллы и других бактерий, что позволяет рассматривать вопрос о замене электроемкой пастеризации молока на более дешевый и эффективный способ обработки озоном.

Нами предлагается использовать проточный озонатор-ионизатор на молочных фермах, на который получены патенты на изобретение РФ. Проточный озонатор-ионизатор: малогабаритный, энергосберегающий прибор, позволяющий получать на выходе однократную и регулируемую концентрацию по ионам и озону. Проточный озонатор-ионизатор: продолжительность обработки составляет 20-40 мин при концентрации 4-5 мг/м<sup>3</sup> по озону и 400 – 500 пКл/м<sup>3</sup> по отрицательным ионам.

### **Библиографический список**

1. Указ Президента РФ от 30.01.2010 г. № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 5.10.2018).
2. Закревский, В.В. Молоко и молочные продукты / В.В. Закревский // М.: «АМФОРА». – 2010. – 48 с.
3. Крусъ, Г.Н. Технология молока и молочных продуктов: учебник / Г.Н. Крусъ [и др.] // М.: КолосС. – 2008. – 455 с.
4. Белопухов, С.Л. Озон и его применение в АПК информационно-справочные материалы: монография / С.Л. Белопухов, В.Ф. Сторчевой // Иркутск: ООО «Мегапринт». – 2018. – 145 с.
5. Применение озона в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.medozone.com.ua>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 15.10.2018).



## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ 6-10 кВ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

*Тишков Виталий Владимирович, аспирант кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Лещинская Тамара Борисовна, профессор кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** В работе рассмотрены актуальные вопросы повышения эффективности эксплуатации городских и сельских кабельных линий 6-10 кВ.

**Ключевые слова:** кабельные линии, повреждение, изоляция, методы контроля, рефлектометрия, испытание.

Внедрение современных технологий и совершенствование существующего промышленного производства, рост электропотребления у населения и в сфере услуг, повышение экологических требований ведут к ежегодному росту электропотребления на 2-5% по регионам Российской Федерации. Это увеличивает протяженность сетей передачи и распределения электрической энергии, и в частности, кабельных линий (КЛ), которым отводится значительная роль в системах электроснабжения промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства: на крупных предприятиях и в крупных городах они стали практически единственным средством передачи и распределения электроэнергии. Поэтому повышение надежности силовых КЛ-одна из важнейших задач обеспечения надежного электроснабжения всех категорий потребителей.

Основной проблемой контроля состояния кабельных линий является измерение параметров сопротивления изоляции. Одной из важных причин аварий на кабельных линиях является моральный и физический износ электрооборудования. В городских электрических сетях порядка 60-75% всех серьезных повреждений являются повреждения кабельных линий.

На сегодняшний день в сетях 6-10 кВ применяются следующие марки кабелей: АСБ, ААБ, АВВГ, СБГ и др.

Были проведены исследования в распределительных сетях Московской области и были выявлены основные причины повреждений в процессе эксплуатации и ремонта:

- Пробой кабеля в целом месте;
- Пробой в концевой муфте;
- Пробой в соединительной муфте;
- Из-за отказа соседнего кабеля;
- Из-за отказа трансформатора;
- При испытании кабельной линии;
- Факторы случайного или неопределенного характера.

Для предотвращения повреждений кабельных линий необходимо проводить мероприятия по контролю состояния изоляции. В процессе эксплуатации многие узлы

электрической сети весьма проблематично выводить в ремонт, потому что их вывод приводит к ослаблению схемы электрической сети. Поэтому на практике важно иметь несколько методов контроля изоляции которые не приводили к выходу из строя кабельной линии.

Основные методы классифицируются по двум критериям:

1) Разрушающие методы контроля;

- Испытание повышенным напряжением промышленной частоты;
- Испытание повышенным напряжением выпрямленного тока;
- Испытание постоянно-переменным напряжением;
- Испытание импульсным напряжением;
- Испытание без отключения кабельной линии от сети:
  - Метод искусственно созданных перенапряжений;
  - Испытание пульсирующим напряжением;
  - Метод замыкания фазы на землю;

2) Неразрушающие методы контроля;

- Измерение сопротивления изоляции  $R_{60}$ ;
- Измерение диэлектрических потерь  $tg_b$ ;
- Измерение частичных разрядов;
- Измерение емкости кабельной линии  $C$ ;
- Измерение коэффициента абсорбции  $K_{абс}$  ( $R_{60}/R_{30}$ );
- Телевизионный метод;
- Рентгеновский метод;
- Метод измерения и анализ возвратного напряжения;
- Метод рефлектометрии
  - Импульсный;
  - Высокочастотный; [1]

Наиболее применимым является метод импульсной рефлектометрии. В методе импульсной рефлектометрии (МИР) используется TDR (измеритель отражений) техника, которая в американской практике используется в системе телефонной связи (рисунок 1.) [2].

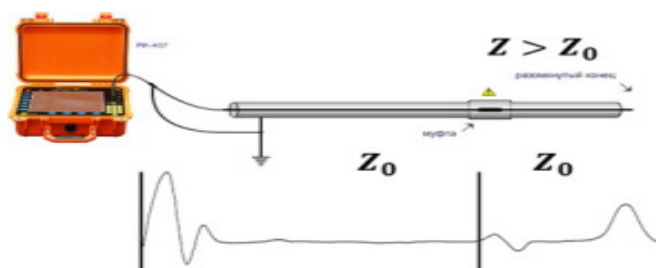
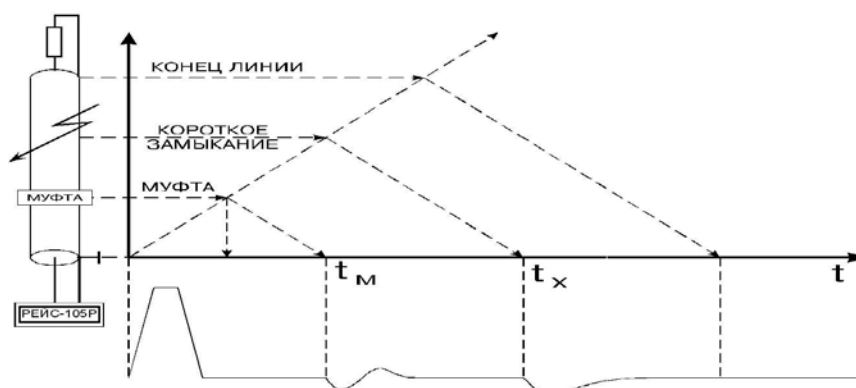


Рис. 1. Метод импульсной рефлектометрии

На основании проведенных технико-экономических сравнений с другими методами (частотный, MF-радар) применимо к контролю изоляции силовых кабелей. Принцип работы измерителя заключен в подаче волны и ее возврата от места возможного повреждения.

TDR-малогабаритный прибор, и выдает сигналы ниже уровня напряжения, который может рассматриваться как разрушающий для кабеля. Установленный

осциллограф и самописец считывает показания прибора и выдает картину возможного места повреждения (рисунок 2.).



**Рис. 2. Подключение TRD к кабельной линии**

К сожалению, данный метод имеет место не повсеместного применения. Помехи от силовых агрегатов и других электрических аппаратов мешают работе прибора, поэтому диагностика может быть проведена с заниженной точностью и качеством [3].

### Библиографический список

1. Борисоглебский, П.В. Методы профилактики промышленной изоляции / П.В. Борисоглебский // Госэнергоиздат. – 2010. – 192 с.
2. Аксенов, Ю.П. Определение характеристик неоднородностей в кабельных линиях методом рефлектометрии / Ю.П. Аксенов, А.Г. Ляпин, Б.Г. Певчев и др. // Электрические станции. – №7. – 2009. – С.49-54.
3. Аксенов, Ю.П. Применение рефлектометрии для диагностики кабелей / Ю.П.Аксенов, А.Г. Ляпин, Б.Г. Певчев // Электрические станции. – №4. – 2009. – С. 62-68.

УДК 621.315

## НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

**Тишков Виталий Владимирович**, аспирант кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Лещинская Тамара Борисовна**, профессор кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В работе рассмотрены перспективы применения нейронных сетей в системах электроснабжения городских и сельских сетей.

**Ключевые слова:** нейронные сети.

Единая энергетическая система (ЕЭС) России является уникальным организационно-техническим объектом. Однако централизованная система организации

и управления ЕЭС в условиях современной России нуждается в коренной модернизации.

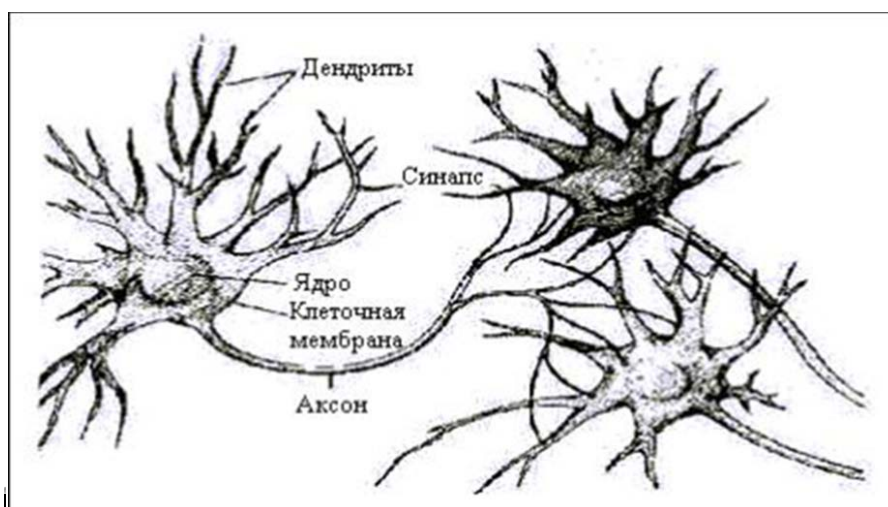
Для решения существующих проблем необходим переход отечественной электроэнергетики на новое качество управления путем формирования целостной многоуровневой системы управления с увеличением объемов автоматизации и повышением надежности всей системы, включая самые слабые и уязвимые звенья.

Одним из вариантов развития информационных технологий стало внедрение нейронных сетей в системы электроснабжения.

Принцип работы искусственной нейронной сети (ИНС) в 1957 г. американский физиолог Ф. Розенблатт предпринял попытку технически реализовать физиологическую модель восприятия. Он исходил из предположения, что восприятие осуществляется сетью нейронов. Согласно распространенной и самой простой модели нейрона (модели МакКалока – Питса), нейрон – это нервная клетка, которая имеет несколько входов – дендритов и один выход – аксон (рисунок 1). Входы бывают либо возбуждающие, либо тормозящие. Нейрон возбуждается и посылает импульсы в том случае, если число сигналов, пришедших по возбуждающим входам, превосходит число сигналов, пришедших по тормозящим входам нейрона. Модель восприятия состоит из рецепторного слоя S, слоя преобразующих нейронов А и слоя реагирующих нейронов R. [1].

Внешнее раздражение воспринимается рецепторами. Каждый рецептор связан с одним или несколькими нейронами преобразующего слоя, при этом каждый нейрон преобразующего слоя может быть связан с несколькими рецепторами (рисунок 1).

Выходы преобразующих (ассоциативных) нейронов в свою очередь соединяются с входами нейронов третьего слоя. Нейроны этого слоя – реагирующие – тоже имеют несколько входов (дендритов) и один выход (аксон), который возбуждается, если суммарная величина входных сигналов превосходит порог срабатывания. Но в отличие от нейронов второго слоя, где суммируются сигналы с одним и тем же коэффициентом усиления (но, возможно, разными знаками), для реагирующих нейронов коэффициенты суммирования различны по величине и, возможно, по знаку.



**Рис. 1. Биологический нейрон**

Каждый рецептор может находиться в одном из двух состояний: возбужденном или невозбужденном. В зависимости от характера внешнего раздражения в рецепторном слое образуется тот или иной букет импульсов, который, распространяясь по нервным путям, достигает слоя преобразующих нейронов. Здесь, в соответствии с букетом пришедших импульсов, образуется букет импульсов второго слоя, который поступает на входы реагирующих нейронов. Восприятие какого-либо объекта определяется возбуждением соответствующего нейрона третьего слоя, причем различным букетам импульсов рецепторного слоя может соответствовать возбуждение одного и того же реагирующего нейрона. Гипотеза как раз и состоит в том, что коэффициенты усиления реагирующего нейрона подобраны так, чтобы в случае, когда объекты принадлежат к одному классу, отвечающие им букеты импульсов возбуждали один и тот же нейрон реагирующего слоя.

Наибольшую применимость нейронные сети получают в областях, где человеческий интеллект малоэффективен, а традиционные вычисления трудоемки или фактически неадекватны (т. е. не отражают или плохо отражают реальные физические процессы и объекты). Как и человеческий мозг, так и нейронная сеть способна к решению большого количества разноплановых задач. Можно выделить следующие типовые задачи, решаемые с помощью нейронных сетей (рисунок 2):

1. Автоматизация процесса классификации;
2. Автоматизация прогнозирования;
3. Автоматизация процесса предсказания;
4. Автоматизация процесса принятия решений;
5. Управление;
6. Кодирование и декодирование информации;
7. Аппроксимация зависимостей и др.

Широкий спектр задач говорит о больших возможностях применения нейронных сетей. Благодаря этому, области их применения весьма разнообразны. Практически в каждой предметной области при ближайшем рассмотрении можно найти постановки задач для нейронных сетей.



**Рис. 2. Типовые задачи, решаемые с помощью нейронных сетей**

Внедрение искусственного интеллекта позволяет вести различные виды прогнозирования:

- *Краткосрочное прогнозирование.*

Рассматриваемый период от одного часа до недели. Наиболее актуально в таких вопросах, как планирование выработки электроэнергии на конкретном блоке, оптимизация распределения нагрузки, диспетчеризация передачи электроэнергии и контроля ЭЭС в режиме реального времени. В области краткосрочного прогнозирования применяется множество алгоритмов и методов, среди которых можно отметить следующие: регрессионное моделирование, калмановская фильтрация, модель Бок-са-Дженкинса, экспертные системы, нечеткая логика, теория хаоса. Многие из этих методов имеют серьезные ограничения и зачастую упускают целый набор факторов. Еще одна проблема заключается в поиске функциональных отношений между всеми факторами и мгновенной нагрузкой. Также не менее проблематично изменение набора правил, управляющих экспертной системой, при резких нелинейных изменениях нагрузки ЭЭС. Использование ИНС позволяет решить все эти проблемы. Большинство разработанных систем краткосрочного прогнозирования на основе ИНС вполне успешно учитывает множество факторов, в том числе погодные условия, выходные дни, спортивные и культурные события и т.д. Это достигается за счет структуры ИНС, позволяющей создавать структуры с множеством входных факторов.

- *Среднесрочное прогнозирование.*

Рассматриваемый период от месяца до 5 лет. Применяется при тарификации цен для потребителей и оценки запасов топлива.

- *Долгосрочное прогнозирование.*

Рассматриваемый период от 5 до 20 лет. Используется для определения типа и мощности как проектируемых, так и находящихся в эксплуатации электростанций для минимизации постоянных и переменных расходов. Главные достоинства ИНС при прогнозировании заключаются в следующем: • сбор и обработка данных происходит без временных ограничений, возможность получать данные напрямую из ЭЭС; • возможность учета множества параметров, не состоящих в функциональной связи [2].

На данном этапе развитие нейронных сетей позволяет расширить задачи и иметь «базу знаний» и примеры вариантов развития события исходя из задач электрической сети.

### **Библиографический список**

1. Максимов С.Е., Вихарев А.В., Сидоров С.Г. Прогнозирование ресурса высоковольтной маслосодержащей изоляции нейронными сетями / С.Е. Максимов, А.В. Вихарев, С.Г. Сидоров // Региональная научно-техническая конференция студентов и аспирантов «Энергия+2011». – Иваново.: ИГЭУ. – 2011. – С. 47.

2. Бушуев, В.В. «Умная» энергетика на базе новых организационно-технологических принципов управления инфраструктурными системами / В.В. Бушуев // Доклад на XI Международной научно-технической конференции «Интеллектуальная электроэнергетика, автоматика и высоковольтное коммутационное оборудование». – М. – 2011. – 22 с.

## АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР УСТАНОВОК ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ И ОБЕСПЫЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УСТАНОВОК

**Селезнева Дарья Михайловна**, старший преподаватель кафедры электропривода и электротехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В данной статье проводится анализ и сравнение наиболее распространенных установок для обеззараживания и обеспыливания сельскохозяйственных помещений. Полученные сведения оцениваются по производительности и эффективности обеззараживания и обеспыливания сельскохозяйственных помещений.

**Ключевые слова:** обеззараживания сельскохозяйственных помещений, обеспыливания сельскохозяйственных помещений, электрофильтр, бактерицидная лампа.

Обеспечение продуктами питания населения земного шара – самая острая проблема современного общества. Она является комплексной, поскольку включает в себя многочисленные факторы, находящиеся между собой в сложном взаимодействии: демографический, экологический, экономический, технологический, социально-политический и моральный. Главная дилемма будущего – стремительный и неравномерный рост народонаселения. По экспертным оценкам, население Земли вырастет с 7,6 млрд чел. в 2018 г. до 9,8 млрд к 2050 г., т.е. прирост составит 29%. Для обеспечения сбалансированного протеинового питания населения ежегодное производство мяса должно возрасти с нынешних 324,8 млн. т до 465 млн. т в 2050 г. (43%).

Поэтому основной задачей сельского хозяйства на сегодняшний день является обеспечение продовольственной безопасности страны, ориентиры для осуществления которой обозначены утверждённым приказом Министра сельского хозяйства государственной программой «Развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы».

Для современного метода ведения животноводства характерны высокая концентрация и плотность размещения животных. При высокой концентрации поголовья на единицу площади состояние и состав воздуха ухудшаются. В результате увеличивается падёж, снижается прирост массы и сохранность животных, возрастает риск распространения аэрогенных инфекций. В процессе жизнедеятельности животных в замкнутом помещении воздух загрязняется аммиаком, сероводородом, углекислым газом, органическими соединениями и пылью [1].

Концентрация пыли, микроорганизмов и вредно действующих газов (аммиак, сероводород, углекислый газ, кишечные газы и др.) в животноводческих помещениях зависит от ряда факторов и, как правило, значительно превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) [1].

В настоящее время обеззараживанию воздуха в животноводческих помещениях уделяется большое внимание. В случае возникновения инфекционных заболеваний существует реальная опасность массового перезаражения животных, что наносит огромный экономический ущерб хозяйствам в результате гибели или понижения продуктивности животных. В связи с этим первостепенной ветеринарно-санитарной задачей является ограничение предельно допустимых значений концентрации болезнетворных микроорганизмов в воздухе помещений для животных и птицы [2].

Также необходимо учитывать, что животноводческая отрасль является довольно энергоёмкой: в структуре себестоимости свинины и продукции птицеводства затраты на энергоресурсы составляют 10-15% и 7-9% при производстве молока. В свою очередь основная часть энергии, около 50 %, расходуется на поддержание нормируемого микроклимата [1]. Вентиляционный воздух, подаваемый в животноводческие помещения в холодные периоды года необходимо подогревать. В то же время из помещений помимо вредных веществ с вентиляционным воздухом в атмосферу выбрасывается значительное количество теплоты. Основные теплотери в животноводческих помещениях – это теплотери на воздухообмен. В животноводстве они составляют около 90 % от общих теплотерь зданий [1].

Таким образом, в условиях интенсивного развития промышленного животноводства важной инженерной задачей является создание таких вентиляционно – отопительных систем, которые бы обеспечивали необходимые зоогигиенические условия содержания животных в сочетании с комплексом научных и практических мероприятий, снижающих энергозатраты на создание микроклимата.

Для решения описанных выше проблем применяется комплекс мер, включающий в себя как борьбу за снижение пылевыделения от внешних и внутренних источников загрязнения, так и очистку воздуха от пыли с помощью воздушных фильтров.

Рассмотрим современные установки для обеззараживания и обеспылевания воздуха, которые своим действием положительно влияют на микроклимат в помещениях. Данные для таблицы взяты из источников [1-4] (таблица).

*Таблица*

**Сравнение современных установок для обеззараживания и обеспылевания помещений**

Устройство		Производительность воздуха м <sup>3</sup> /ч	Эффективность обеззараживания, %	Эффективность обеспылевания, %
<b>Установки для обеспылевания воздуха</b>				
Электростатический фильтр с увеличенной площадью осадений		18,3	-	99
Двухзонный электрофильтр	УОВ-1	1200	69	до 96,7
	ФЗ2К	1900	-	97,66
	ЕF	1800-4800	-	92
Ионный вентилятор-фильтр		-	-	95-98
Мокрый однозонный электрофильтр		3000	-	более 80
Двухступенчатый мокрый электрофильтр		3000	-	более 80



<b>Установки для обеззараживания воздуха</b>			
ОЗУФ	89	94,6-99,3	-
Дезар-5	100	99,9	-
Рециркулятор бактерицидный Аэролит-200	200	99,9	-
Аэролит-3000	3000	99,9	-
Облучатель рециркулятор ОБРН 2х15 Азов	50	95-99,9	-
Сибэст ОБС2х30-150 М1	150	99	-

Сравнение данных таблицы показало, что в качестве очистки от пыли широко используются двухзонные электрофилтры, зарекомендовавшие себя как высокопроизводительные, высокоэффективные и энергосберегающие установки для фильтрации и обеззараживания воздуха сельскохозяйственных помещений.

Установки для обеззараживания воздуха, в основе которых используется бактерицидное действие ультрафиолетовых ламп, не предназначены для обеспыливания воздуха. Поэтому актуальной задачей является повышение эффективности обеззараживающего действия электрофилтра.

В животноводстве уделяется большое внимание использованию ультрафиолетового излучения для обеззараживания воздуха [4]. Сильное бактерицидное действие, а также эритемный и антирахитный эффект коротковолнового ультрафиолетового излучения, позволяют улучшить газовые параметры микроклимата в животноводческих помещениях, повысить продуктивность животных, снизить число заболеваний и повысить сохранность животных [2].

Наибольшее распространение для электрофизического обеззараживания воздуха и поверхностей получили бактерицидные лампы низкого давления, однако в последнее время появились бактерицидные лампы нового поколения – короткоимпульсные.

Использование электрофилтра совместно с бактерицидными лампами позволит значительно повысить эффективность очистки воздушной среды сельскохозяйственных помещений от пыли и микроорганизмов.

### **Библиографический список**

3. Довлатов, И.М. Улучшение микроклимата в сельскохозяйственном помещении за счет обеззараживания воздуха ультрафиолетовым излучением / И.М Довлатов., Э.С. Рудзик // Инновации в сельском хозяйстве. – № 3(28). – 2018. – С. 47-52.

1. Жеребцов, Б.В. Разработка и исследование мокрого электрофилтра для очистки рециркуляционного воздуха животноводческих помещений от сероводорода: Дис. канд. техн. наук: 05.20.02 / Б.В. Жеребцов; 05.20.02 / ЧГАУ. – Челябинск. – 2013. – 119 с.

4. Звездакова, О.В. Совершенствование двухзонного электрофилтра для очистки воздуха от пыли в сельскохозяйственных помещениях с повышенными требованиями к

чистоте воздушной среды: Дис. канд. техн. наук.- 05.20.02 / О.В. Звездакова; ЧГАУ. – Челябинск. – 2009. – 164с.

2. Юферов, Л.Ю. Энерго-ресурсосберегающие осветительные и облучательные системы и установки сельскохозяйственного назначения на основе резонансной системы электропитания: дис. докт. техн. наук: 05.20.02 / Л.Ю. Юферов – Мичуринск. – 2016. – 425 с.

УДК 631.004

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОЙ ПЛАТФОРМЫ «ЭНЕРГОКРУГ» В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

***Ахремчик Олег Леонидович**, профессор кафедры автоматизации технологических процессов, ФГБОУ ВО Тверской государственный технический университет*

***Аннотация:** Выделены особенности программного обеспечения учета электроэнергии на платформе «Энергокруг».*

***Ключевые слова:** платформа, система, электроэнергия.*

Базовыми составляющими экономии расхода электроэнергии в агропромышленном комплексе являются: совершенствование источников энергоснабжения и использование местных видов топлива; внедрение новых технологий и совершенствование существующих производственных процессов; прогнозирование режимов энергопотребления в зависимости от погодных условий и изменения ресурсных потоков.

Качественно новым шагом при развитии последней составляющей в последнее десятилетие стал переход от многотарифных счетчиков и устройств сбора данных к многоуровневым, связанным с автоматизированными системами управления предприятием, подсистемам контроля и прогнозирования энергопотребления. На нижнем уровне системы технического учета электроэнергии находятся счетчики. Далее следует уровень серверов и баз данных. Уровень автоматизированных рабочих мест диспетчеров позволяет человеку осуществлять контроль за расходом электроэнергии. После этого идет уровень серверов энергосбытовой компании.

Решение задач проектирования и эксплуатации сложных систем контроля и управления основано на объектно-ориентированном подходе. Такой подход с использованием типовых объектов постулируется специалистами ООО «Энергокруг» [1]. В качестве положительных достоинств разработанных компанией программных продуктов предлагается рассматривать: простоту эксплуатации пользователями с разным уровнем подготовки; широкие функциональные возможности, открытость, обширную практику внедрений.

Учитывая, что программное обеспечение ООО «Энергокруг» ориентировано на контроль энергоресурсов представляется целесообразным рассматривать его на этапе

проектирования систем технического учета электроэнергии сельскохозяйственных предприятий с целью выработки типовых технических решений и дальнейшим широким применением сельскохозяйственными предприятиями различных форм собственности.

Программная платформа «Энергокруг» включена в Единый Реестр российского программного обеспечения и базируется на технологии тегов и OPC серверов. При этом применяются простые коннекторы, коннекторы с WEB сервисами и базами данных, а также расширенные коннекторы. Под коннектором понимается виртуальный объект, обеспечивающий доступ оператора к информационному ресурсу. Программное обеспечение позволяет преобразовать показания приборов учета в формат XML посредством активизации специализированного агента «Экспортер». Данный агент обеспечивает отправку в энергоснабжающую компанию часовых (получасовых) профилей мощности в электронном виде, что позволяет рассчитываться с энергопоставщиком в рамках наиболее выгодной третьей ценовой категории.

OPC сервера программной платформы позволяют обмениваться данными с широко применяемыми на сельскохозяйственных предприятиях счетчиками типа «Меркурий» разных модификаций, выпускаемых ООО «Инкотекс» и позволяющих осуществлять как одно, так и двунаправленный учет активной и реактивной энергии.

Особенностями системы учета на базе платформы «Энергокруг» являются: **возможность** отслеживать основные параметры энергопотребления по всему предприятию в целом и по любому объекту (ферме, складу, производственному помещению); отображение на мониторах уровня диспетчерского контроля направления нагрузки, статусов счетчиков и сообщений о нештатных ситуациях; **ведение архива энергопотребления.**

При конфигурации тарифных расписаний оператором задаются времена начала и окончания работы с привязкой к границам тарифных зон, что позволяет принять решение об энергоэффективности работы оборудования в зависимости от действующего тарифного плана.

Программная платформа предполагает как расширение, так и редукцию числа приборов учета посредством добавления (удаления) соответствующих точек контроля тегов. Специальный сервер консолидации данных платформы позволяет обеспечивать взаимодействие с облачными сервисами и ERP системами агрохолдингов, а также удовлетворить требованиям кросс-платформенной реализации систем контроля и управления в сельском хозяйстве [2].

Средства верификации и информационной безопасности платформы позволяют обеспечить защиту информации на разных уровнях системы технического учета.

В целом продукт российских производителей является достаточно качественной разработкой, чтобы рекомендовать разработку на его базе пилотного проекта системы технического учета электроэнергии с последующим тиражированием для сельскохозяйственных производителей.

### Библиографический список

1. Слета, В. От измерения и обработки тегов к объектам и быстрой разработке автоматизированных систем / В. Слета, Л. Гурьянов // Control engineering Россия. – № 6. – 2015. – С. 20-23.

2. Ахремчик, О.Л. Требования к характеристикам систем автоматизации в растениеводстве/ О.Л. Ахремчик // М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Доклады ТСХА. – Выпуск 290. – Часть 2. – 2018. – С.172-174.

УДК 637.52: 621.385.644

## **РАЗРАБОТКА СВЧ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ МЯСНОГО СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ МАССИРОВАНИЯ**

**Поручиков Дмитрий Витальевич**, научный сотрудник лаборатории электрофизического воздействия на сельскохозяйственные объекты и материалы, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

**Ершова Ирина Георгиевна**, научный сотрудник лаборатории электрофизического воздействия на сельскохозяйственные объекты и материалы, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

**Аннотация:** Разработаны СВЧ установки для термообработки кускового мясного сырья в процессе массирования и посола, обеспечивающие улучшение качества готового продукта. По результатам экспериментальных исследований определены оптимальные конструктивно-режимные параметры СВЧ установки. Изготовлен и апробирован в производственных условиях опытный образец СВЧ установки.

**Ключевые слова:** сверхвысокочастотная энергия, электромагнитное поле сверхвысокой частоты, термообработка, мясное сырье

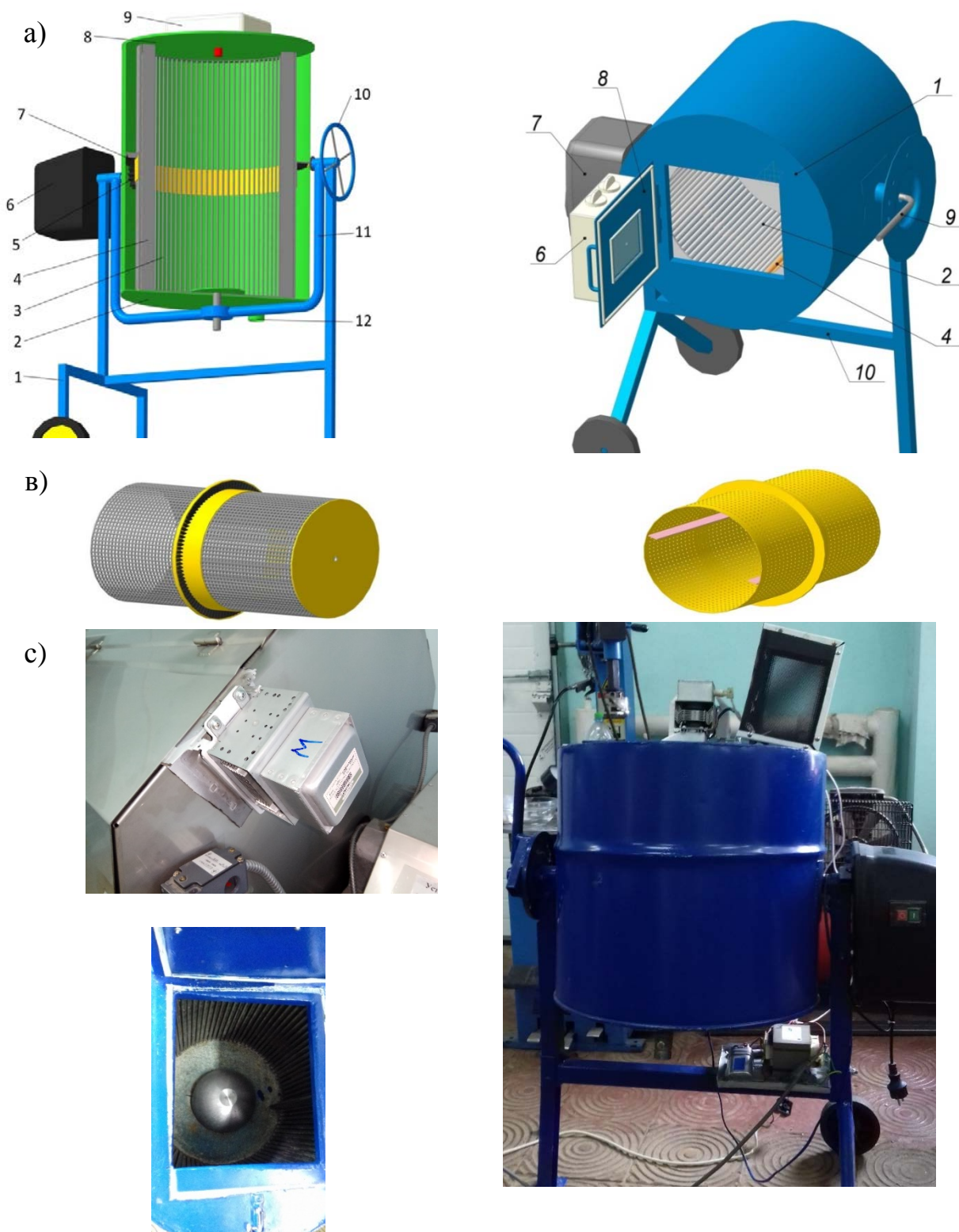
Современное развитие цифровой экономики и роботизированной техники для животноводства вызывает необходимость разрабатывать технические средства, в том числе с уменьшением энергозатрат на эксплуатацию. Поэтому разработка СВЧ установки для термообработки мясного сырья в процессе массирования является актуальной.

Целью работы является разработка СВЧ установки для термообработки мясного сырья в процессе массирования для интенсификации фильтрационно-диффузионных процессов.

Обработку результатов экспериментов выполняли с применением методов математической статистики и регрессионного анализа при использовании теории активного планирования многофакторного эксперимента. Для трехмерного моделирования резонаторных камер разработанных схемных решений использовали прикладное программное обеспечение CST Microwave Studio.

Разработана схема конструктивного исполнения СВЧ установки для термообработки мясного сырья в процессе массирования периодического действия без вакуума (рисунок 1, а, в) [1, 2].

Апробация технологического процесса массирования, посола и термообработки кускового мясного сырья осуществлялась при помощи созданных опытных образцов установок [3, 4] (рисунок 1, с).



**Рис. 1. СВЧ установка для термообработки мясного сырья в процессе массирования:**

а) пространственное изображение; в) варианты съемных цилиндрических резонаторных камер; с) опытный образец установки; 1 – монтажная рама на колесах; 2 – цилиндрический экранирующий корпус; 3 – цилиндрический резонатор; 4 – внутренние ребра; 5 – ведущая шестерня; 6 – мотор-редуктор; 7 – зубчатый венец; 8 – крышка экранирующего корпуса; 9 – генераторный блок с магнетроном и излучателем; 10 – механизм для застопоривания установки; 11 – поворотная рама для опоры и изменения угла наклона установки; 12 – сливной патрубок

Регулирование параметров технологического процесса в данной СВЧ установке дает возможность максимально точно подобрать режим обработки для каждого вида исходного сельскохозяйственного сырья.

На основе критериальных уравнений получены регрессионные зависимости, позволяющие определить рациональные режимы работы СВЧ установки. Факторы были совместимы и не коррелированы между собой, а пределы их изменения принимались равными:

$$(x1) 0,08 \cdot 10^{-3} \leq P_{уд} \leq 0,4 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/кг};$$

$$(x2) 0,5 \leq \tau \leq 1 \text{ ч};$$

$$(x3) 13 \leq n \leq 33 \text{ об/мин.}$$

Критериями оптимизации являются:

Y1 – производительность СВЧ установки (Q, кг/ч);

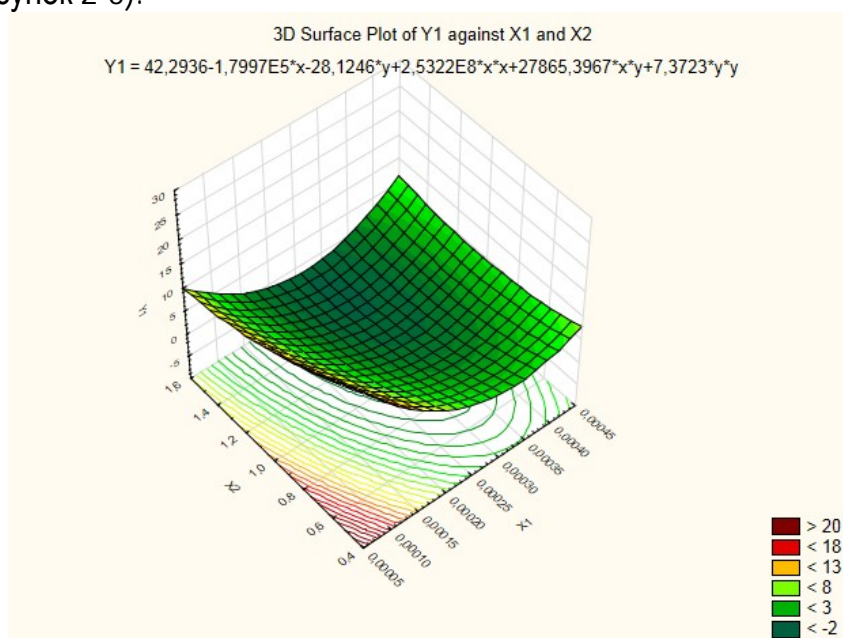
Y2 – доза воздействия ЭМП СВЧ (D, Вт·ч/кг);

Y3 – бактериальная обсемененность комбикорма, (ОМЧ, КОЕ/г).

Y4 – энергетические затраты, (W, кВт·ч/кг).

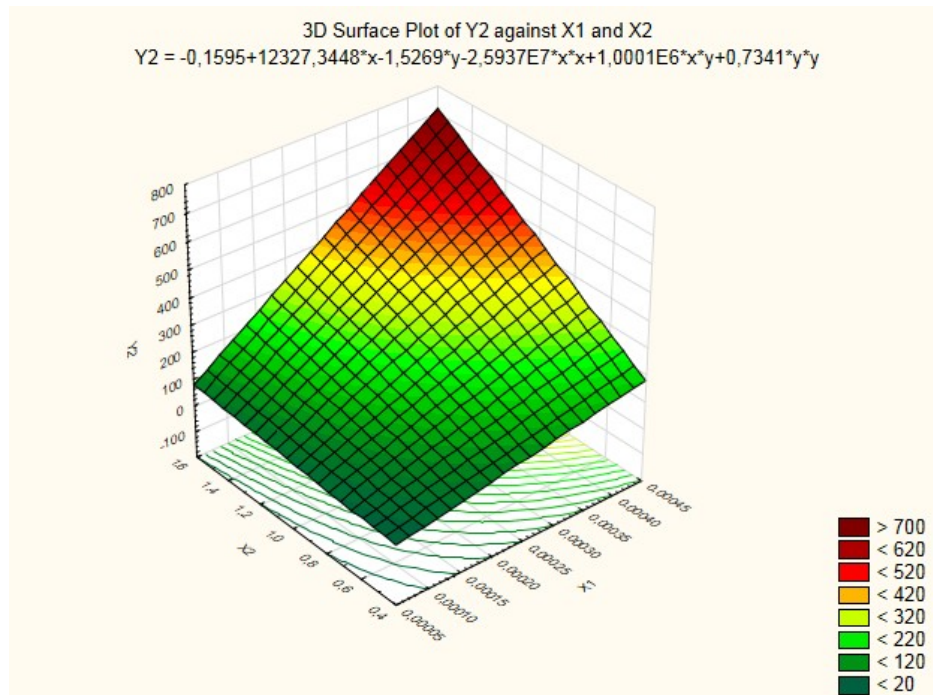
При этом варьировали удельной мощностью воздействия ( $X_1$ ), продолжительностью воздействия ЭМП СВЧ ( $X_2$ ) и частотой вращения ( $X_3$ ). Критериями оптимизации служили: производительность установки, доза воздействия, бактериальная обсемененность.

Пользуясь программой «STATISTICA 12.0», построены поверхности отклика и двумерные сечения в изолиниях моделей производительности установки, дозы воздействия и бактериальной обсемененности в зависимости от варьируемых параметров (удельной мощности, продолжительности воздействия ЭМП СВЧ и частоты вращения) (рисунок 2-5).



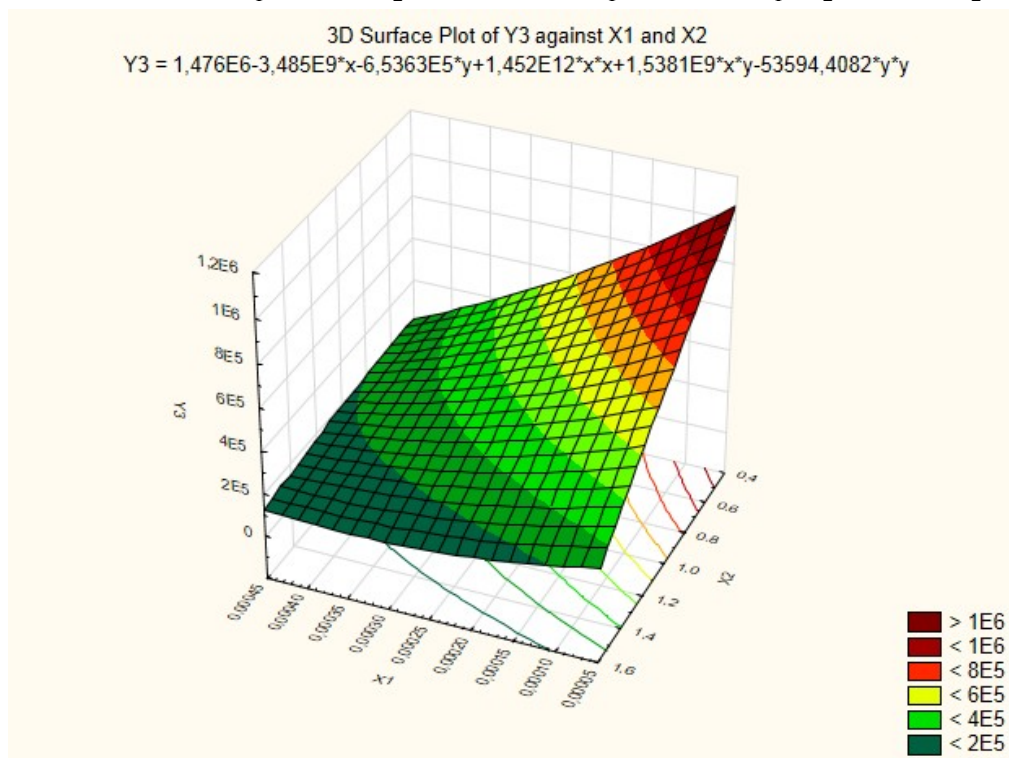
**Рис. 2. Поверхность отклика и двумерное сечение в изолиниях трехфакторной модели производительности установки в зависимости от удельной мощности и продолжительности обработки в ЭМП СВЧ при частоте вращения барабана, равной 23 об/мин**

$$Q = 42,29 - 1,79 \cdot 10^5 \cdot x_1 - 28,12 \cdot x_2 + 2,53 \cdot 10^8 \cdot x_1^2 + 27865,39 \cdot x_1 \cdot x_2 + 7,37 \cdot x_2^2.$$



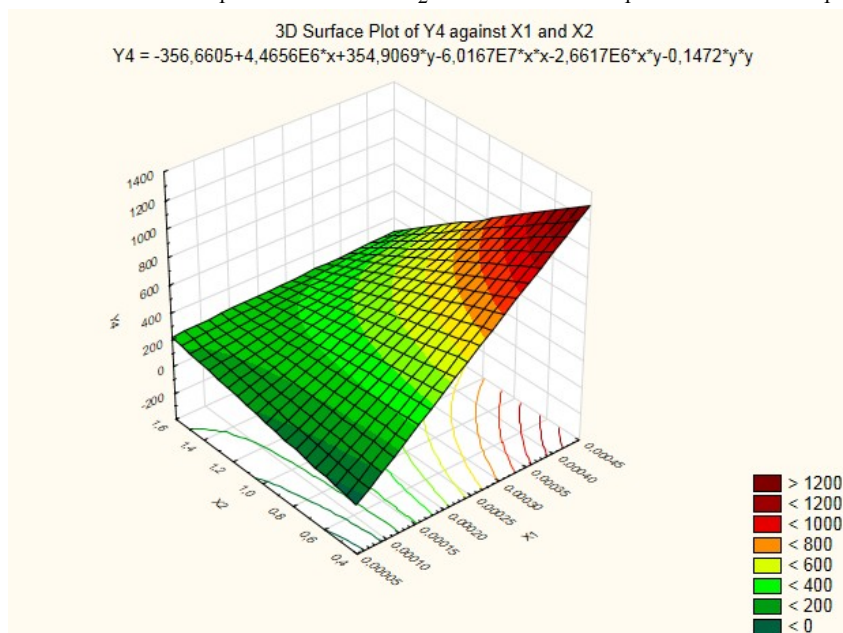
**Рис. 3. Поверхность отклика и двумерное сечение в изолиниях трехфакторной модели дозы воздействия в зависимости от удельной мощности и продолжительности обработки в ЭМП СВЧ при частоте вращения, равной 23 об/мин**

$$D = -0,16 + 12327,34 \cdot x_1 - 1,53 \cdot x_2 + 2,59 \cdot 10^7 \cdot x_1^2 + 1 \cdot 10^6 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,73 \cdot x_2^2.$$



**Рис. 4. Поверхность отклика и двумерное сечение в изолиниях трехфакторной модели ОМЧ в зависимости от удельной мощности и продолжительности обработки в ЭМП СВЧ при частоте вращения, равной 23 об/мин**

$$OMЧ = 1,47 \cdot 10^6 - 3,48 \cdot 10^9 \cdot x_1 - 6,53 \cdot 10^5 \cdot x_2 + 1,45 \cdot 10^{12} \cdot x_1^2 + 1,53 \cdot 10^9 \cdot x_1 \cdot x_2 - 5394,41 \cdot x_2^2.$$



**Рис. 5. Поверхность отклика и двумерное сечение в изолиниях трехфакторной модели энергетических затрат в зависимости от удельной мощности и продолжительности обработки в ЭМП СВЧ при частоте вращения, равной 23 об/мин**

$$W = -356,66 + 4,46 \cdot 10^6 \cdot x_1 + 354,91 \cdot x_2 - 6,02 \cdot 10^7 \cdot x_1^2 - 2,66 \cdot 10^6 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,15 \cdot x_2^2.$$

Оптимальная производительность СВЧ установки для термообработки мясного сырья в процессе массирования 1,33...20 кг/ч достигается при удельной мощности  $0,08 \cdot 10^{-3} \dots 0,4 \cdot 10^{-3}$  Вт/кг и при продолжительности обработки в электромагнитном поле сверхвысокой частоты 0,5...1 ч.

### Библиографический список

1. Патент № 2650540 РФ МПК А22С 17/00 (2006.01). Сверхвысокочастотная установка циклического действия для термообработки мясного сырья / Г.В.Жданкин, А.Г. Самodelкин, Д.В. Поручиков, Г.В. Новикова, М.В. Белова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО НГСХА. – № 2016150295; заявл. 20.12.2016; опубл. 16.04.2018. Бюл. № 11.
2. Патент № 2537548 РФ МПК А22С 9/00 (2006/01) А23В 4/01 (2006/01). Установка для посола и термообработки мясного сырья / Д.В. Поручиков, Н.К. Кириллов, Г.В. Новикова, М.В. Белова; заявитель и патентообладатель ЧГСХА (RU). – № 2013107408/13; заявл. 19.02.2013; опубл. 10.01.2015. Бюл. № 1.
3. Ershova, I.G. Heat treatment of fat-containing raw materials with energy of electromagnetic radiation / I.G. Ershova, M.V. Belova, D.V. Poruchikov, M.A. Ershov // INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL. – № 09(51). – 2016. – С. 38-40.
4. Belova, M.V. Innovations in Technologies of Agricultural Raw Materials Processing / M.V. Belova, G.V. Novikova, I.G. Ershova, M.A. Ershov, O.V. Mikhailova // Journal of Engineering and Applied Sciences; Vol. 11, Issue 6. – 2016. – P. 1269-1277.



## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ**

**Ершова Ирина Георгиевна**, научный сотрудник лаборатории электрофизического воздействия на сельскохозяйственные объекты и материалы, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

**Поручиков Дмитрий Витальевич**, научный сотрудник лаборатории электрофизического воздействия на сельскохозяйственные объекты и материалы, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

**Аннотация:** Разработана электроэнергетическая установка с использованием солнечной энергии, а также низкопотенциальной энергии грунта, позволяющая объектам сельского хозяйства получить тепловую энергию, электроэнергию, а также источник холода.

По результатам экспериментальных исследований были определены оптимальные конструктивно-режимные параметры регулятора с твердым наполнителем и электронагревателем теплового насоса электроэнергетической установки на возобновляемых источниках энергии.

**Ключевые слова:** солнечная энергия, низкопотенциальный источник энергии грунта, электроэнергетическая установка.

Разработанное устройство предназначено для поддержания микроклимата овощехранилища и обеспечения длительного хранения овощей с минимальными затратами энергии электроэнергии, теплоты, холода.

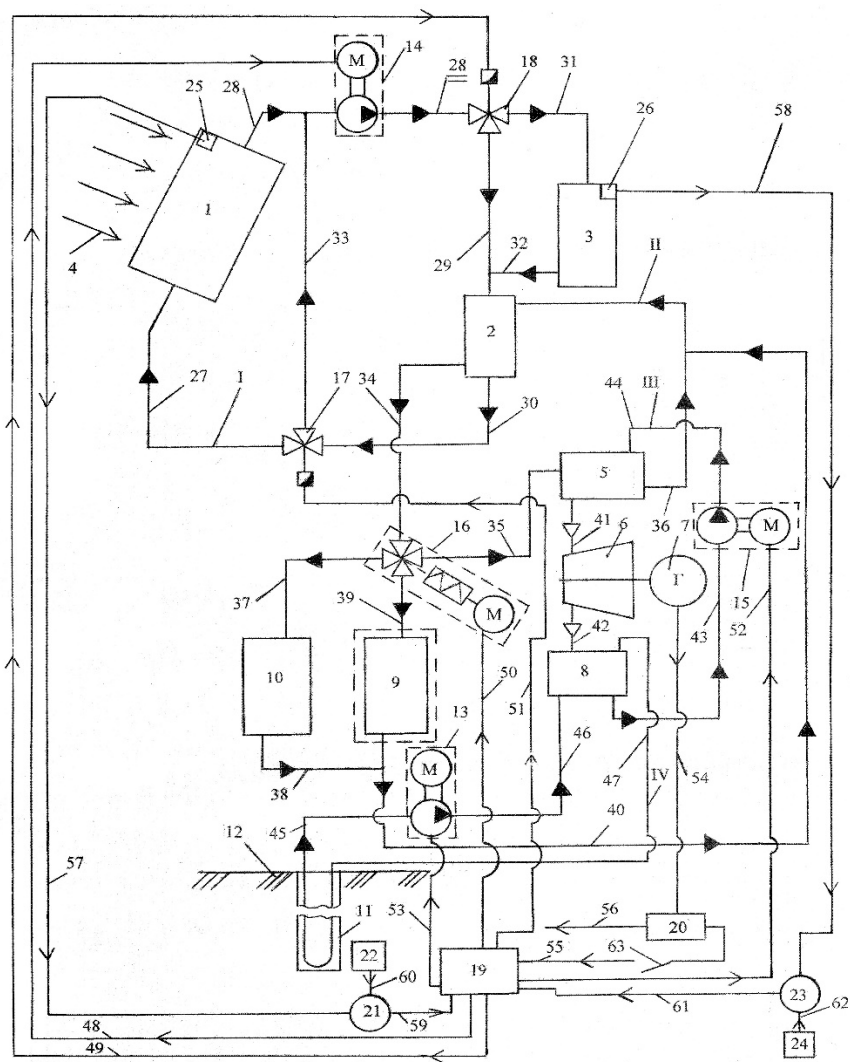
Основными источниками энергии в энергоресурсосберегающей установке являются: возобновляемый источник энергии (ВИЭ), к которому относятся солнечный источник тепловой энергии, НПИЭ, и искусственный источник энергии (ИИЭ) [1].

Разработанная электроэнергетическая установка состоит из двух замкнутых контуров (рисунок 1) [2].

I контур: солнечный коллектор 1 с датчиком температуры 25; электрические регуляторы 17, 18; электрический насос 14; аккумулятор теплоты 3 с датчиком температуры 26; теплообменник 2; каналы циркуляции жидкости 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33. По I контуру циркулирует теплоноситель в солнечном коллекторе.

II контур включает в себя теплообменник 2; релейно-импульсный регулятор 16; абсорбционную холодильную машину 9; объект отопления 10; испаритель 5; каналы подачи жидкости 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40.

В этом контуре теплоноситель в виде воды нагревается в теплообменнике 2 в результате теплообмена с теплоносителем контура I, например, до температуры 90...95°C. По этому контуру циркулирует солевой раствор.

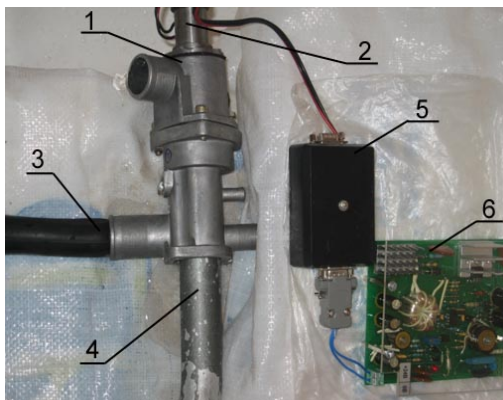


**Рис. 1. Принципиальная схема электроэнергетической установки на возобновляемых источниках энергии:**

1 – солнечный коллектор; 2 – теплообменник; 3 – аккумулятор теплоты; 4 – солнечные лучи; 5 – испаритель; 6 – турбину; 7 – генератор; 8 – конденсатор; 9 – абсорбционную холодильную установку; 10 – отопительный объект; 11 – грунтовый низкопотенциальный теплообменник; 12 – грунт; 13, 14, 15 – электрические насосы; 16 – релейно-импульсный регулятор; 17 – электрический регулятор с твердым наполнителем и ТМ, 18 – электрический регулятор с твердым наполнителем и ЭН; 19 – блок управления; 20 – блок питания; 21, 23 – блоки сравнения; 22, 24 – задатчики; 25, 26 – датчики температуры; 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40 – каналы подачи теплоносителей; 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47; 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55; 56; 57, 58, 59, 60, 61, 62 – каналы; 63 – контакт замыкающий

В пасмурную погоду и в ночное время датчик температуры 25 подает сигнал в блок сравнения 21. Обработанный сигнал подается в блок управления 19, который подает электроэнергию на электрический регулятор 17, который срабатывает и закрывает канал 27, а канал 33 открывает. Электрический регулятор 18 закрывает канал 29, открывает канал 31 и I контур начинает работать от аккумулятора теплоты 3, минуя солнечный коллектор 1.

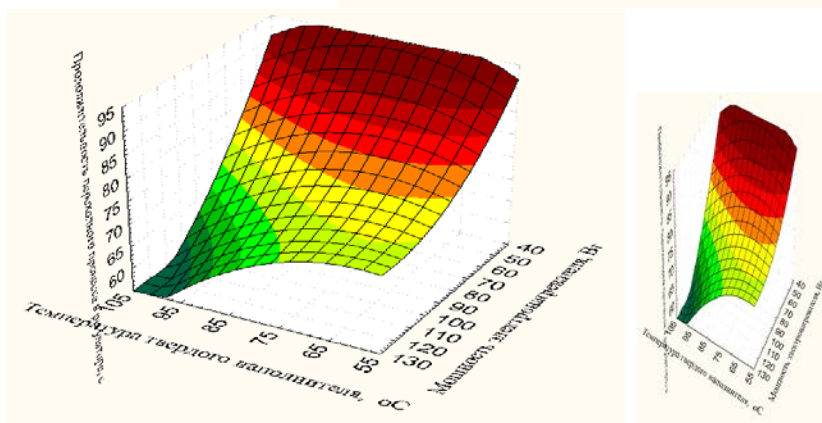
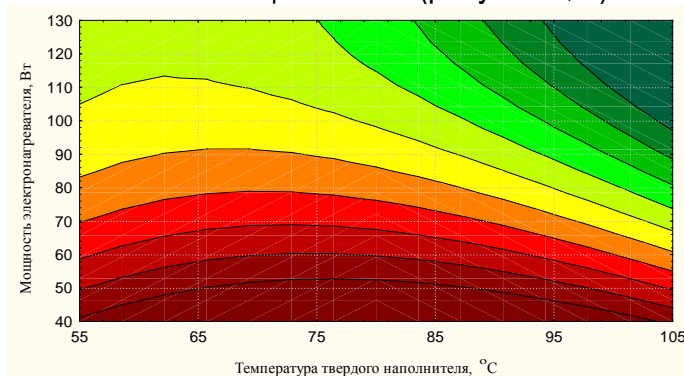
Нами модернизирован электрический регулятор с твердым наполнителем и ЭН (рисунок 2). теплового насоса. Время полного открытия клапана определялось по перемещению штока 10 при подаче питания на электронагреватель ЭНЭС-7А [3].



**Рис. 2. Экспериментальный образец электрического регулятора с твердым наполнителем, электронагревателем и микропроцессорным блоком управления:**

1 – корпус, 2 – корпус электронагревателя и твердого наполнителя, 3, 4 – каналы подачи и отвода жидкости, 5 – блок управления, 6 – блок питания

Пользуясь методикой трехфакторного активного планирования эксперимента типа  $2^3$  и программой «Statistic V5.0» построены следующие поверхности откликов и их двумерные сечения в изолиниях: продолжительности переходного процесса и количества теплоты энергоносителя от мощности ЭН (рисунок 3, 4).



**Рис. 3. Двумерные сечения в изолиниях и поверхность отклика трехфакторной модели продолжительности переходного процесса регулятора в зависимости от мощности ЭН и температуры твердого наполнителя при постоянной температуре энергоносителя, равной 60 °C**

Эмпирическое выражение модели продолжительности переходного процесса электрического регулятора в зависимости от мощности ЭН и температуры твердого наполнителя при постоянной температуре энергоносителя, равной 60°C:

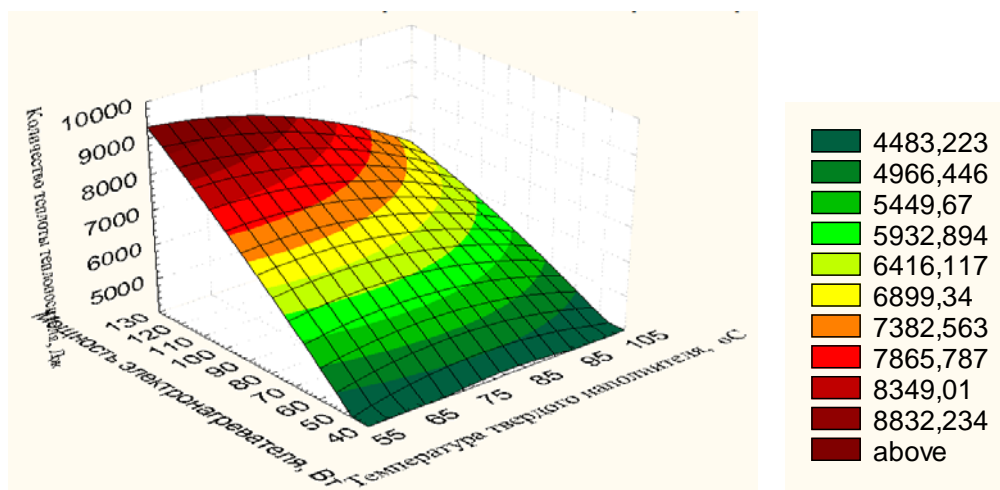
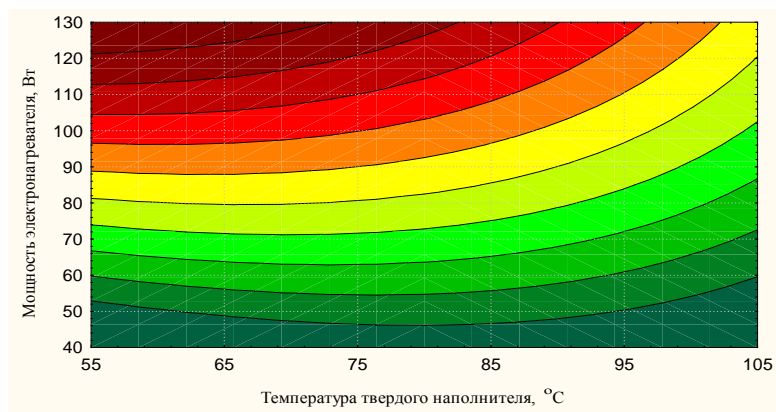
$$t = 40,42 + 1,986 \cdot T_n - 0,425 \cdot N_{эл} - 0,011 \cdot T_n^2 - 0,005 \cdot T_n \cdot N_{эл} - 0,003 \cdot N_{эл}^2, \text{с} \quad (1)$$

Эмпирическое выражение модели количества теплоты энергоносителя в зависимости от мощности ЭН и температуры твердого наполнителя при постоянной температуре энергоносителя:

$$Q = -5901,256 + 159,581 \cdot T_n + 117,6879 \cdot N_{эл} - 0,824 \cdot T_n^2 - 0,625 \cdot T_n \cdot N_{эл} - 0,114 \cdot N_{эл}^2, \text{Вт} \quad (2)$$

Благодаря быстрдействию электрического регулятора с твердым наполнителем и электронагревателем улучшается эффективность работы теплового насоса, поддерживающего параметры микроклимата овощехранилища.

Таким образом, разработанная электроэнергетическая установка, установленная в труднодоступных местах на объектах сельского хозяйства, позволяет получить значительную экономию энергоресурсов и обеспечить энергосбережение.



**Рис. 4. Двумерные сечения в изолиниях и поверхность отклика трехфакторной модели количества теплоты энергоносителя в зависимости от мощности электронагревателя и температуры твердого наполнителя при постоянной температуре энергоносителя, равной 60 °С**

### Библиографический список

1. Пат. 109507 РФ, МПК F03G6/00. Энергоресурсосберегающая установка / И. Г. Васильева, В. Н. Тимофеев; патентообладатель – Васильева И. Г. – № 2011119127/06; заявл. 12.05.2011; опубл. 20.10.2011, Бюл. № 29. – 9 с.: ил.
2. Пат. 103579 РФ, МПК F03G6/00. Электроэнергетическая установка на солнечной энергии / В. Н. Тимофеев, И. Г. Васильева; патентообладатель – Васильева И. Г. – № 2010145501/28; заявл. 09.11.2010; опубл. 20.04.2011, Бюл. № 11. – 2 с.: ил.
3. Ершова И.Г. Модернизация электрического регулятора с твердым наполнителем и электронагревателем теплового насоса / И.Г.Ершова, М.А. Ершов, Д.В.Поручиков // Сборник статей X Международной научно-практической конференции «Воздействие научно-технической революции на характер связи науки с производством» (Челябинск, 05.10.2017 г.). – Уфа: Аэтерна. – 2017. – С. 39-41.

УДК 621.797:631.3.02.004

### ВЫБОР КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПО КОМПЛЕКТОВАНИЮ ПАРКА МАШИН ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИИ

*Тойгамбаев Серик Кокибаевич, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Евграфов Владимир Алексеевич, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** Проведен выбор критериев по оптимизации парка машин производственных сельскохозяйственных организаций. Исследована методика выбора критериев оптимизации парка машин, в статье представлены математические расчеты.

**Ключевые слова:** оптимизация; критерий; моделирование.

Анализируя применяемые при моделировании производственных процессов математические модели и процедуры их решения, можно заключить следующее.

Существующие в настоящее время модели, использующие для решения задачи вероятностное моделирование, имитационное моделирование и т.д. направлены на решение оптимизационных задач без недостатков линейного и нелинейного программирования. Однако пока нет достаточно простых и легко реализуемых методик, в которых применяются подобные модели. Они требуют большого объема подготовительной работы и сложны в реализации и не получили до настоящего времени достаточного распространения. При решении они чаще всего сводятся к задачам линейного либо нелинейного программирования.

Таким образом, для решения задачи комплектования парка машин производственных строительных организаций представляется наиболее адекватно отражающим действительность и удобным в реализации применение математической модели с использованием нелинейного программирования. При этом для устранения неточностей в решении рекомендуется применение целочисленного метода, позволяющего избежать появления дробных величин по численности машин в парке и необходимости последу идей корректировки парка, что, в конечном счете, позволяет добиться лучших результатов оптимизации.

Выбор критерия оптимальности при оптимизации парка машин производственных организаций.

Методики, использующие для описания реальных процессов различные математические модели, отличаются и по принятому в них критерию оптимальности.

В наиболее общем виде критерий оптимальности имеет вид:

$$E = f(R(P(t)), C(P(t)), t) \rightarrow \text{ext} \quad (1)$$

где:  $f$  – некоторая форма связи между отдельными составляющими критерия;  $R$  – результат, получаемый от работы объекта,  $P$  – вектор параметров объекта, характеризующих его состояние;  $t$  – время;  $C$  – затраты на получение результата.

Учет времени в явном виде приводит к динамической постановке задачи и усложняет ее решение. Чтобы избежать этого, динамическую задачу сводят к статической, приводя результат и затраты к некоторому времени  $T$ , выбранному из соображений удобства.

Исключая  $t$  из обобщенного критерия оптимальности и представляя задачу как совместную оценку двух составляющих  $R$  и  $C$ , можно получить кривую решений  $R = f(C)$ , на которой оказываются варианты, наилучшие по результату и по затратам среди множества исследуемых вариантов (рисунок 1) [1].

Конкретная форма обобщенного критерия оптимальности  $E$ , то есть форма связи результата с затратами, определяется пятью принципами, лежащим в основе создания системы;

1. Критерий прибыли – чем больше прибыль, тем оптимальнее система:

$$E = R - C \rightarrow \text{max} \quad (\text{точка 1, рисунок 1})$$

2. Критерий максимума результата на единицу затрат:

$$E = \frac{R}{C} \rightarrow \text{max} \quad (\text{точка 2, рисунок 1})$$

3. Критерий максимума результата при затратах не выше заданных:

$$E = R \rightarrow \text{max}; C \leq C_{\text{max}} \quad (\text{точка 3, рисунок 1})$$

4. Критерий минимума затрат при результате не ниже заданного:

$$E = C \rightarrow \text{min}; R \geq R_{\text{min}} \quad (\text{точка 4, рисунок 1})$$

5. Принцип максимального приближения эффективности к потенциально достижимому:

$$E = \frac{\Delta R}{\Delta C} \rightarrow \text{max} \quad (\text{точка 5, рисунок 1})$$

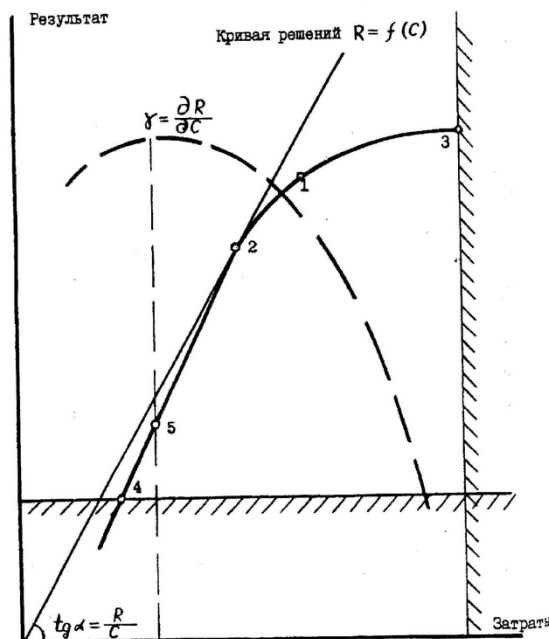


Рис. 1. Кривая решений в координатах "результат - затраты"

Критерии, оптимальные по какому-либо признаку, не будут оптимальны по другому. Для критерия типа "прибыли" / точка 1 / значение  $Y = dR/dC = 1$ , так как точка 1 находится на ниспадающей ветви производной кривой решения  $dR/dC$ . Дополнительное вложение затрат  $\Delta C$  приводит к получению дополнительного результата  $\Delta R (\Delta R > \Delta C)$ . В связи с этим значение  $Y = 1$  рассматривают как критическое, а все решения при  $Y < 1$  – экономически нецелесообразными.

В связи с тем, что при определенном образом выбранных ограничениях точка 4 оказывается левее точки 5 (в области экономически нецелесообразных решений  $Y < 1$ ), авторы [1] полагают нежелательным использование критериев типа минимума затрат или максимума результата.

Критерии формы отношения и формы отношения приращений экономически наиболее целесообразны. Однако они не получили достаточно широкого распространения из-за трудностей математической реализации решения задач с применением этих критериев.

Критерий формы прибыли наименее экономичен в смысле коэффициента  $Y = dR/dC$  и требует одинаковой размерности  $R$  и  $C$ . Однако вследствие своей линейной формы при линейных зависимостях  $R$  и  $C$  от факторов модели удобен в качестве целевой функции в задачах линейного программирования.

На практике наибольший интерес представляют отвергнутые с точки зрения теории критерии максимизации результата при ограниченном объеме ресурсов и минимизации затрат при уровне результата не ниже заданного. Е.М. Кудрявцев [2] характеризует эти два подхода как принцип максимизации эффекта и минимизации затрат.

Первая форма предусматривает достижение максимума полезного эффекта при данных затратах ресурсов, а вторая – минимизацию затрат ресурсов с обязательным достижением заданного полезного эффекта. При неизменных ценах максимизация прибыли равносильна минимизации затрат.

Критерии минимума стоимости парка машин, минимума затрат на все тракторные работы и минимума количества тракторов, необходимых для проведения комплексной механизации работ применялись в различных математических моделях. По мнению некоторых авторов, общее количество тракторов – наиболее общий показательный критерий и состав тракторного парка, удовлетворяющий минимуму этого критерия, позволит с наименьшим количеством техники комплексно механизировать сельскохозяйственное производство, использовать на каждой операции возможно более производительные агрегаты при наилучшей загрузке парка и добиться при этом практически наименьших затрат труда.

Однако, следует отметить, что в современных условиях минимизация общего числа машин в производственной организации приведет к формированию парка машин с явным преобладанием мощных, высокопроизводительных, но и очень дорогих машин, требующих значительно больших затрат на их эксплуатацию. К тому же использование машин с более высокими эксплуатационными затратами на выполнение единицы работ (пусть и более производительных) отнюдь не всегда обеспечивает минимум затрат на выполнение всех работ, то есть этот критерий не обеспечивает оптимального решения задачи.

Применение критерия минимума приведенных затрат на выполнение работ позволяет учесть практически все стороны деятельности предприятий, связанные с эксплуатацией машин и выполненными объемами работ. К тому же критерий минимума приведенных затрат связывает через коэффициент нормативной эффективности капитальных вложений такие разнородные экономические параметры, как эксплуатационные затраты и капитальные вложения.

По мнению многих исследователей, критерий оптимальности минимум приведенных затрат на выполнение работ является наиболее обоснованным критерием, дающим при решении практических задач наиболее соответствующие реальным процессам результаты.

Критерий минимума приведенных затрат в наибольшей степени соответствует и глобальному критерию оптимальности, выражающему эффективность функционирования народного хозяйства как экономической системы.

В общем виде целевая функция, минимизирующая приведенные затраты на производство единицы продукции, выглядит следующим образом:

$$F = C + EN * K \rightarrow \min \quad (2)$$

где  $C$  – себестоимость единицы продукции;  $K$  – удельные капиталовложения на единицу продукции;  $EN$  – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений.

Возражения против применения критерия минимума приведенных затрат заключаются чаще всего в том, что он не охватывает достаточно полно какие-либо стороны деятельности предприятий, например, недостаточность трудовых ресурсов, невозможность приобретения в полном объеме желаемой техники и т.д.

Попытки учета факторов, не отражаемых критерием минимума приведенных затрат, предпринимались многими исследователями. В математической модели учитывались затраты на привлечение рабочих в напряженные периоды и содержание механизаторов, предлагается дополнительно учитывать потери урожая, связанные с



выполнением сельскохозяйственных работ в допустимые, но не наилучшие агротехнические сроки и т.п.

Ряд исследователей отмечает, что использование при решении задачи только одного критерия оптимальности недостаточно и необходим учет различных сторон деятельности предприятий.

Можно, например, рассматривать задачу совместной оптимизации состава парка машин и потребности в механизаторах. При этом вводится критерий интегральных (совокупных) затрат, который имеет следующую форму:

$$C_N = C_t + E'_k * K_m * E'_H * N \quad (3)$$

где  $C_N$  – критерий интегральных приведенных затрат;  $C_t$  – прямые эксплуатационные затраты;  $E'_k$  – коэффициент приведения издержек производства, связанных с вложением в технические фонды, приведенные к годовой размерности;  $K_m$  – капитальные вложения в машины и другие технические фонды, связанные с использованием парка машин;  $E'_H$  – коэффициент приведения к годовой размерности издержек производства, связанных с отвлечением трудовых ресурсов;  $N$  – используемые трудовые ресурсы (механизаторы).

Коэффициент приведения  $E'_k$  зависит от сроков службы машин.

Существуют математические модели, в которых в качестве оптимальности принимаются минимальные общие затраты на приобретение техники, однако допускается и использование других критериев, например, минимума суммарных прямых затрат на производство работ.

Решение многокритериальных задач обычно требует очень большого массива исходных данных и больших объемов вычислений (даже при предварительных подсчетах). В результате этого многокритериальные модели не получили до настоящего времени широкого распространения.

Анализ предлагаемых различными исследователями математических моделей оптимизации парка машин показал, что наиболее обоснованным, достаточно легко реализуемым и дающим адекватные действительности результаты является критерий минимума приведенных затрат на производство работ, что и позволяет рекомендовать его при проведении дальнейших исследований.

Выводы:

Выбор критерия оптимальности основан на целесообразности его применения в расчетах, на степени отражения с его помощью реальных производственных процессов, а также на удобстве сбора информации и применения выбранного критерия оптимальности в практических расчетах.

Учитывая то обстоятельство, что в складывающихся в настоящее время экономических условиях отдельные организации могут испытывать недостаток средств для приобретения и эксплуатации наиболее эффективной, высокопроизводительной, а, следовательно, и более дорогой техники, а также иметь значительные трудности, связанные с неполной загрузкой машин, решением этих и других вопросов может быть создание, например, баз механизации или прокатных баз, на межхозяйственном уровне решающих проблему наиболее эффективной эксплуатации техники.

Основным условием снижения затрат на эксплуатацию является оптимальное комплектование состава парка машин в организациях. Разработанная методика

позволяет значительно (на 20-30% согласно проведенным практическим расчетам) снизить эксплуатационные затраты на содержание парка машин в реальных производственных организациях, главным образом за счет уменьшения амортизационных отчислений.

### **Библиографический список**

1. Лавров, В.В. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента / В.В. Лавров, Н.А. Спирин // Екатеринбург, ГОУ ВПО УГТУ-УПИ. – 2009. – 257 с.
2. Кудрявцев, Е.М. Комплексная механизация, автоматизация и механовооруженность строительства: Уч. пос. для ВУЗов / Е.М. Кудрявцев // М.: Стройиздат. – 2009 – 246 с.
3. Славутский, Л.А. Основы регистрации данных и планирования эксперимента. Учебное пособие / Л.А. Славутский // Изд-во ЧГУ, Чебоксары. – 2006. – 200 с.
4. Порсев, Е.Г. Организация и планирование экспериментов Учебное пособие / Е.Г. Порсев // Новосиб. гос. техн. ун-т; Сост: Е.Г.Порсев.- Новосибирск. – 2010. – 128 с.

УДК 502/504:631.347

### **Критерии выбора мобильных средств ремонтно-технических воздействий для технологических машин в водохозяйственном комплексе**

***Апатенко Алексей Сергеевич**, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Кравченко Игорь Николаевич**, профессор кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Бушов Дмитрий Александрович**, аспирант кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** В статье проанализированы решения задачи, повышения производительности и надежности, улучшения использования и обеспечения работоспособного состояния парка технологических машин, при использовании передвижных ремонтных комплексов с учетом уровня их технологической оснащенности.

**Ключевые слова:** передвижные ремонтные мастерские, водохозяйственный комплекс, парк машин, уровень оснащенности, ремонтно-техническое воздействие, отказ.

Современное состояние водохозяйственного производства определяется уровнем его технической оснащенности, поскольку все технологические операции осуществляются только с помощью средств механизации.

Анализ складывающейся тенденции в обеспечении водохозяйственного комплекса техникой показывает, что необходимо четко определить и последовательно проводить единую государственную техническую и технологическую политику, как в решении текущих задач, так и приоритетов развития [1].

Потери времени на ремонт и техническое обслуживание машин на мелиоративных работах составляют по наблюдениям ряда исследователей до 1/3 годового фонда рабочего времени [2].

Проведенный анализ показал, что преобладающее количество эксплуатируемой техники имеет сроки службы, превышающие нормативные [2].

Для выполнения всего комплекса работ по техническому обслуживанию, ремонту и хранению машин водохозяйственного комплекса создана разветвленная ремонтно-обслуживающая база, в которую входят передвижные ремонтные мастерские, пункты технического обслуживания, автогаражи, стационарные мастерские, цеха, предприятия, склады, сооружения и другие объекты.

В свою очередь, передвижные ремонтные мастерские предназначены для проведения несложного технического обслуживания и устранения отказов машин на месте их использования. Передвижные мастерские применяют в сочетании со стационарными объектами ремонтно-обслуживающей базы. Они включают передвижные агрегаты технического обслуживания, механизированные заправочные агрегаты, ремонтно-диагностические мастерские, диагностические установки и др. [3].

В состав бригады, как правило, входят: инженер-механик, моторист, слесарь-механик по трансмиссии и ходовой части и водитель автомобиля-техпомощи, также участвующей в проведении ремонтных работ.

Выбор оборудования для передвижных мастерских целесообразно проводить, используя различные критерии: в условиях дефицита ремонтных рабочих; в условиях ограниченных материальных ресурсов; при условии получения максимальной прибыли. Одним из первостепенных задач являются: подбор комплекта технологического оборудования; выбор шасси транспортного средства; размещение оборудования в кузове мастерской.

На основании проведенных расчетов исследований было выявлено, что около 115 парка машин из-за технических неисправностей не выполняет своих задач по причине простоев [4].

Работа передвижных мастерских направлена на планово-предупредительные и аварийные виды ремонта, при должном оснащении и подборе мастеров-ремонтников – можно значительно уменьшить время простоя, как единичной техники, так и целого технологического комплекса машин [4].

В основном нагрузка по поддержанию машин в работоспособном состоянии ложится на предприятие эксплуатирующее систему машин. Опытные данные показали, что отказы целесообразнее устранять на месте работы (остановки по причине отказа) машин силами выездных ремонтно-технических средств, оснащённых передвижными мастерскими [5].

В современных условиях наблюдается обострение проблемы оперативного восстановления и поддержания в работоспособном состоянии техники. В связи, с чем главной формой организации ремонтно-технического воздействия, и одним из характерных вариантов уменьшения времени ожидания устранения отказа – использования передвижных ремонтных мастерских. Предложенный метод устранения отказов технических средств передвижными ремонтными мастерскими с оптимальным уровнем технической оснащенности позволит повысить эффективность эксплуатации технологических комплексов машин на мелиоративных работах.

### **Библиографический список**

1. Абдулмажидов, Х.А. Очистка осушительных каналов от наносов. / Х.А. Абдулмажидов // Сборник материалов международной научно-технической конференции: Наземные транспортно-технологические комплексы и средства. Под общей редакцией Ш.М. Мерданова. – Тюмень.: ТИУ. – 2015. – С. 18-24.
2. Апатенко, А.С. Влияние срока службы машин на их эксплуатацию при выполнении мелиоративных работ / А.С. Апатенко // Техника и оборудование для села. М. – № 10. – 2013. – С. 4–8.
3. Тарасенко, П.Н. Проектирование подвижных ремонтных подразделений / П.Н. Тарасенко // Минск: БНТУ. – 2014. – 106 с.
4. Наумов, А.В. Совершенствование технологического процесса восстановления машин путем применения новых образцов подвижных средств технического обслуживания и ремонта / А.В. Наумов, А.С. Тетенькин, А.А. Перевертов // Новые материалы и технологии в машиностроении. – №16. – 2012. – С.133-136.
5. Апатенко, А.С. Комплектование парка машин для обводнения торфяников с учетом неплановых отказов / А.С. Апатенко // Техника и оборудование для села. М. – 2013. – № 12. – С. 36–39.

УДК 502/504:631.347

### **ГАЗОТЕРМИЧЕСКОЕ НАПЫЛЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

**Апатенко Алексей Сергеевич**, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Алеев Валерий Михайлович**, инженер кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье проанализированы общие особенности методов газопламенного и газоплазменного способов напылений покрытий из полимеров. Предложены актуальные для этих видов напыления варианты повышения производительности и эффективности процессов путём улучшения термической и химической составляющих.

**Ключевые слова:** газотермическое напыление, газоплазменное напыление, ремонтно-техническое воздействие, нанесение полимерных покрытий.

Одним из следствий современного этапа развития научно-технического прогресса явилось увеличение номенклатуры технологических машин входящих в состав комплекса при выполнении мелиоративных работ [1].

Проведенный анализ показал, что преобладающее количество эксплуатируемой техники имеет сроки службы, превышающие нормативные. Около 68 % мелиоративных машин эксплуатируются свыше 10 лет; от 3 до 10 лет – 20,49%, а со сроком эксплуатации до 3 лет – 12,02 % [2- 4].

В современных условиях, разностороннюю быстро развивающуюся область техники представляет нанесение покрытия из металлических, керамических и полимерных материалов методами газотермического напыления [5].

Эти процессы основаны на нагреве или расплавлении наносимого материала и распылении его на обрабатываемую поверхность с целью получения покрытия, обладающего заданными свойствами и прочностью сцепления с основой.

Наиболее распространенными источниками теплоты для нагрева или расплавления наносимого материала являются газокислородное пламя, электрическая дуга или плазменная дуга.

Известны и другие способы нагрева наносимого материала, например токами высокой частоты, импульсным разрядом тока высокого напряжения, детонационным горением топливно-кислородной смеси и т.д. Однако эти способы получили менее широкое применение [5].

Этими методами можно напылять покрытия практически из любых металлов и материалов (керамики, термопластов и др.) в виде проволоки, прутков (стержней), жил или порошков.

Напыленные покрытия нельзя использовать самостоятельно как конструкционный материал для изготовления деталей машин, подвергающихся растягивающим и изгибающим усилиям. Однако покрытие работает вполне удовлетворительно совместно с материалом основания [5].

В качестве последнего можно использовать изделия не только из черных и цветных металлов, но также из других самых разнообразных материалов, в том числе из бумаги, ткани, дерева, керамики и прочих, так как при напылении температура нагрева изделия не превышает 50-100° С. Вследствие этого основной материал не претерпевает структурных изменений, сохраняя полностью свои механические свойства, за исключением случаев, когда напыленное покрытие подвергается последующему оплавлению, например при напылении твердых сплавов.

Процессы газотермического напыления отличаются технологической простотой, несложностью, компактностью и транспортабельностью оборудования. Они позволяют регулировать в широких пределах физико-механические и другие свойства получаемых покрытий (прочность сцепления, твердость, пористость, износостойкость и т. д.) в зависимости от рода напыляемого материала, вида обработки поверхности изделия, режимов напыления и т.д.

Достижение конечной цели процесса газотермического напыления — получение покрытий с заданными свойствами, зависит от совокупности условий, определяемых

составом и видом напыляемых материалов, взаимодействием их с окружающей средой, а также применяемой технологии и аппаратуры.

### **Библиографический список**

1. Абдулмажидов, Х.А. Выбор и обоснование комплексов машин для очистки осушительных каналов на основе мелиоративных требований / Х.А. Абдулмажидов // Сборник материалов международной научно-технической конференции: Наземные транспортно-технологические комплексы и средства. Под общей редакцией Ш.М. Мерданова. – Тюмень.: ТИУ. – 2017. – С. 17-21.

2. Апатенко, А.С. Влияние срока службы машин на их эксплуатацию при выполнении мелиоративных работ / А.С. Апатенко // Техника и оборудование для села. М. – № 10. – 2013. – С. 4–8.

3. Апатенко, А.С. Комплектование парка машин для обводнения торфяников с учетом неплановых отказов / А.С. Апатенко // Техника и оборудование для села. М. – № 12. – 2013. – С. 36–39.

4. Евграфов, В.А. Оптимизация обеспеченности агрегатов мелиоративных технологических комплексов в ремонтно-технических воздействиях / В.А. Евграфов, А.С. Апатенко // Техника и оборудование для села. – № 18. – 2014. – С. 41-44.

5. Калита, В.И. Методы оценки подготовки поверхности деталей под газотермическое напыление. / Калита В.И., Балдаев Л.Х., Лупанов В.А., А.П. Шатов // Сварочное производство. М. – №4. – 2015. – С. 42-44.

УДК 621.797:631.3.02.004

### **АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДВИЖИТЕЛЕЙ НА ПОЧВУ**

**Карапетян Мартик Аршалуйсович**, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Уплотнение почвы является главным отрицательным воздействием техники на почву при её проходе по полю. По этой причине во всех современных технологиях выращивания с/х культур обращают внимание на сокращение проходов техники по полю, используя комбинированные агрегаты.

Оценку воздействия ходовых систем тракторов на почву проводили по степени изменения плотности и твёрдости почвы по следу гусеницы трактора относительно контрольного участка.

Опыт проводился на тракторах ЧН-6, Т-6СТ-315 и К-701, имеющих конструкционные различия ходовых систем и движителей, а также разные весовые параметры. Гусеничные тракторы были укомплектованы резиноармированными гусеницами.

**Ключевые слова:** движитель, параметры, работа, мощность, трактор, гусеница, почва, уплотнение, агрегат.

С целью проверки функциональной работоспособности экспериментального гусеничного движителя в схеме вспашки полей при эксплуатации в реальных производственных условиях с помощью тяговой лаборатории установленной на базе К-701.

Трактор ЧН-6 представляет собой гусеничный трактор общего назначения тягового класса 5 (рисунок). Трактор предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ общего назначения, в составе широкозахватных и комбинированных агрегатов, уборочных работ в составе высокопроизводительных уборочных комплексов. Выполнения транспортных работ, внесения удобрений, снегозадержания и других работ на равнинах и склонах крутизной до 10 градусов.

Испытания проводили по согласованной методике, на специально подготовленном участке поля в трёхкратной повторности с имитацией тягового усилия на крюке трактора. Тяговое усилие величиной около 60 кН на рабочих скоростях создавали с помощью тяговой лаборатории.

Изменения плотности и твёрдости почвы по следу гусеницы трактора исследовали на глубину до 40 см в каждом 10-ти сантиметровом слое. Усреднённые показатели приведены в сводной таблице.

Исследования проводились при влажности почвы 10,4-13,3 %.

Конструктивная ширина гусениц трактора составляет 64 см. По результатам замеров ширина колеи гусениц получена 52,6-52,7 см вследствие осыпания грунта.



**Рис. Трактор ЧН-6**

Плотность почвы по следу гусеницы тракторов ЧН-6 и Т-6СТ-315 не превышала своего критического значения в  $1,3 \text{ г/см}^3$ , выше которого по агротехническим требованиям плотность почвы быть не должна в корнеобитаемом слое. В противном случае растения отстают в росте, почва быстрее теряет влагу и всё это ведёт к снижению урожая.

По следу колеса трактора К-701 значение данного показателя значительно превышало допустимый предел.

На основании вышесказанного следует, что и классическая, и с треугольным обводом ходовая система тракторов не оказывают отрицательного, с точки зрения агротехнических требований, воздействия на почву в корнеобитаемом слое.

Испытания трактора ЧН-6 проводились на полях в Федеральном государственном учреждении «Поволжская государственная зональная машиноиспытательная станция». В качестве сравнительного базового варианта выбран трактор Т-6СТ-315 и К-701. Результаты сравнительных испытаний представлены в таблице 2.

Оценку воздействия ходовых систем тракторов на почву проводили по степени изменения плотности и твёрдости почвы по следу гусеницы трактора относительно контрольного участка.

Опыт проводился на тракторах ЧН-6, Т-6СТ-31 и К-701, имеющих конструкционные различия ходовых систем и движителей, а также разные весовые параметры. Гусеничные тракторы были укомплектованы резиноармированными гусеницами.

Испытания проводили по согласованной методике, на специально подготовленном участке поля в трёхкратной повторности с имитацией тягового усилия на крюке трактора. Тяговое усилие величиной около 60 кН на рабочих скоростях создавали с помощью тяговой лаборатории.

Таблица 1

### Техническая характеристика трактора

Показатель	Значение показателя по:	
	ТЗ	данным испытаний
Тяговый класс по ГОСТ 27021	5	
Номинальное тяговое усилие, кН	50	
Тип двигателя	Дизель жидкостного охлаждения, с турбонаддувом, модель QSM11 C-330 фирмы «Cummins»	
Габаритные размеры трактора не более, мм:		
- длина с навесной системой	6500 с ЗНУ	5670
	2640 по наружным кромкам гусениц	2645  2870 по зеркалам
- высота	3300	3440
База, мм	2500-2650	2610
Колея, мм	1880-2000	1895
Дорожный просвет, мм	Не менее 390	335 под ЗНУ
Масса трактора эксплуатационная, кг:		
- без балласта	Не более 13200	14720
Среднее статическое удельное давление движителей, кПа, не более	45	41,1
Удельная материалоемкость трактора, кг/кВт, не более	Нет данных	76,2-78,9
Диапазон скоростей движения, км/ч:		
Число передач:		
- вперед	16	16
- назад	4	4
Заправочные ёмкости трактора, дм <sup>3</sup> :		
- топливный бак	Нет данных	740
- система охлаждения	То же	38
- картер двигателя	-/-	37,5
- силовая передача (КПП)	-/-	90
- гидронавесная система	-/-	100
Длительность непрерывной работы трактора без дозаправки топливом при загрузке двигателя по ГОСТ 19677, ч, не менее	10	15,4

\*- по ГОСТ 7057.



Изменения плотности и твёрдости почвы по следу гусеницы трактора исследовали на глубину до 40 см в каждом 10-ти сантиметровом слое. Усреднённые показатели приведены в сводной таблице.

Исследования проводились при влажности почвы 10,4-13,3 %. Конструктивная ширина гусениц трактора составляет 64 см. По результатам замеров ширина колеи гусениц получена 52,6-52,7 см вследствие осыпания грунта.

Таблица 2

**Результаты определения показателей воздействия движителей на почву**

Наименование показателя	По данным испытаний					
	ЧН-6, зав. № 001		Т-6СТ-315, зав. № 004		К-701	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Дата и место проведения испытаний	23.09.10 г., участок поля ООО «Поволжская МИС»					
1	2	3	4	5	6	7
Влажность почвы, %, по слоям, см:						
0-10	10,4	-	10,4	-	10,4	-
10-20	12,0	-	12,0	-	12,0	-
20-30	12,8	-	12,8	-	12,8	-
30-40	13,3	-	13,3	-	13,3	-
Твёрдость почвы, МПа, по слоям, см:						
0-10	0,58	1,05	0,58	1,15	0,58	1,39
1	2	3	4	5	6	7
10-20	0,70	1,32	0,70	1,39	0,70	1,97
20-30	0,86	1,38	0,86	1,44	0,86	2,02
30-40	0,86	1,36	0,86	1,41	0,86	2,01
Плотность почвы, г/см <sup>3</sup> , по слоям, см:						
0-10	0,94	1,01	0,94	1,03	0,94	2,52
10-20	0,97	0,98	0,97	1,00	0,97	2,29
20-30	0,95	0,99	0,95	1,04	0,95	2,26
30-40	0,96	1,01	0,96	1,02	0,96	2,12
Ширина колеи гусениц трактора, см	0	52,7	0	52,6	0	74,8
Глубина колеи гусениц трактора, см	0	6,8	0	7,0	0	8,0

## Вывод

Плотность почвы по следу гусеницы тракторов ЧН-6 и Т-6СТ-315 не превышала своего критического значения в 1,3 г/см<sup>3</sup>, выше которого по агротехническим требованиям плотность почвы быть не должна в корнеобитаемом слое. В противном случае растения отстают в росте, почва быстрее теряет влагу и всё это ведёт к снижению урожая [1].

По следу колеса трактора К-701 значение данного показателя значительно превышало допустимый предел.

На основании вышесказанного следует, что и классическая, и с треугольным обводом ходовая система тракторов не оказывают отрицательного, с точки зрения агротехнических требований, воздействия на почву в корнеобитаемом слое.

## Библиографический список

1. Бухаровская, А.Н. Результаты испытаний по уплотнению почвы трактора ЧН-6 с треугольным обводом движителя (МОАЭБП) / А.Н. Бухаровская, М.А. Карапетян // М.: Изд-во «Спутник+». – вып. 10 (17). – 2011 – 106 с.

УДК 631.311.5.

## ЗАВИСИМОСТЬ РОСТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА ОТ УРОВНЯ МЕХАНИЗАЦИИ В СЕЛЬСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Кочнев Дмитрий Максимович, доцент кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** *Представлены расчеты: зависимости роста производительности труда от уровня механизации и фондоотдачи; зависимости прибыли от производительности труда и себестоимости работ.*

**Ключевые слова:** *механовооруженность труда, энерговооруженность труда, фондоотдача, прибыль.*

Производительность труда – это главный показатель жизненного уровня в стране. «Производительность труда – это самое важное, самое главное для победы нового общественного строя. В борьбе идей победит система с большей производительностью труда» (В.И. Ленин).

Рассмотрим общепринятую формулу расчета производительности труда в стоимостном выражении.

Производительность труда (Птр) определяется по формуле:

$$Птр = \frac{Ср}{Чр}, \quad (1)$$

где: Ср – объем выполненных работ (продукции) в денежном выражении;

Чр – численность рабочих, занятых на этих видах работ.

Эта формула не отражает влияние механизации на рост производительности труда. Для определения зависимости производительности труда от уровня механизации предлагается другая формула расчета производительности труда – через показатели оценки уровня механизации.

$$Птр = \Phi_0(a) * Мтр, (2)$$

Где:  $\Phi_0(a)$  – фондоотдача активной части ОПФ (машины, механизмы);

Мтр – механовооруженность труда, тыс.руб./чел.

Для доказательства правильности формулы (2) приводится ее расшифровка.

$$\Phi_0(a) = \frac{C_p}{C_{мм}}, (3)$$

где:  $C_{мм}$  – стоимость машин, механизмов.

$$Мтр = \frac{C_{мм}}{Ч_p}, (4)$$

Тогда 
$$Птр = \frac{C_p}{C_{мм}} * \frac{C_{мм}}{Ч_p} = \frac{C_p}{Ч_p}, (5)$$

Расчет производительности труда по формуле (2) отражает влияние уровня механизации на рост производительности труда.

$\Phi_0(a)$  – интенсивный показатель, более значимый. Повышение этого показателя достигается через повышение коэффициентов сменности ( $K_{см}$ ), внутрисменного использования ( $K_{ви}$ ), квалификации машиниста.

Мтр – экстенсивный показатель, определяется технологической потребностью.

Повышение этого показателя не всегда экономически обосновано, вводится ограничение –  $\Phi_0(a) \geq 1$ .

В формуле (2) выражена зависимость роста производительности труда от уровня механизации.

Теоретически верно, но практически, при нестабильной финансовой системе, невозможно точно оценить стоимость средств механизации и объемов работ, нет «твердых» оптовых цен и смет.

Избавится от этого недостатка можно путем замены ценовых показателей на технические (энергетические). С этой целью предлагается другое выражение зависимости выработки от показателей эффективности использования мощности средств механизации (на примере земляных работ):

$$В = Э_0 * Этр = \frac{Q}{\sum N_{дв}} * \frac{\sum N_{дв}}{Ч_p} = \frac{Q}{Ч_p}, (6)$$

где: В – выработка 1 рабочего в натуральных единицах (м<sup>3</sup>/час, смена...).

$Э_0$  – энергоотдача – показатель интенсивности использования мощности машины, м<sup>3</sup>/кВт;

$Этр$  – энерговооруженность труда рабочего, кВт/1 раб;

Q – объём работ, м<sup>3</sup>;

$\sum N_{дв}$  – суммарная мощность двигателей, кВт.

Производительность труда является главным показателем во всех сферах производства. К сожалению, в настоящее время, в условиях рыночной экономики, этот показатель не считается главным, а в бытовом производственном плане про него забыли. На первый план выдвигается показатель прибыли.

Производительность труда – созидательный показатель, прибыль – больше потребительский. Зависимость между производительностью труда, прибылью и себестоимостью работ можно представить формулами.

Прибыль, полученная за отчетный период, определяется по формуле:

$$П=В*(Ц-С), (7)$$

где: П – прибыль, руб.;

В – объем работ в натуральных единицах;

Ц – стоимость (отпускная, рыночная) единицы работ (продукции);

С – себестоимость единицы работ (продукции).

$$В=Птр*Чр, (8)$$

$$П=Птр*Чр*(Ц-С), (9)$$

Прибыль можно (и нужно) получать не потребительским путем, увеличивая отпускную цену (Ц), а созидательным, за счет роста производительности труда (Птр) и снижения себестоимости (С) работ. Производительности труда тесно связана с демократией. Производительность труда, зарплата, социальный уровень жизни – фундамент демократии, всё остальное: свобода слова, печати, выборы – надстройка. Производительность труда первична!

### Библиографический список

1. Зарова, Е.В. Показатели производительности труда в системе индикаторов устойчивого развития / Е.В. Зарова // Вопросы статистики. – № 12. – 2017. – С.16-24.
2. Лавровский, Б.Л. Оценка производительности труда в России и мире. / Б.Л. Лавровский // Экономист. – 2014. – № 12. – С. 27-35.

УДК 623.33

### ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

**Выбрик Евгений Иванович**, доцент кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье описаны основные аспекты изменения скорости транспортного потока как единого целого, состоящего из вероятностных процессов составляющих его частей.

**Ключевые слова:** транспортный поток, водитель, траектория, полосность, интервал, интенсивность, внештатные ситуации.

С учетом возможных скоростей безопасного движения современного автомобиля в потоке в последние годы все больше и больше сокращается время догона впереди идущего автомобиля на обгоне, и временных интервалов движения в частности. Это обстоятельство обуславливает нас более пристально сфокусировать свое внимание на обуславливающих эти факты аспектах, особенно алгоритмах повышения скорости,

изменения траектории и торможения, где исследование вероятностных процессов обретает первостепенный аспект. Время набора скорости, факторы, влияющие на интенсивность движения, физическое состояние водителя, и связанные с ним суточные интервалы движения, и так же скорость срабатывания аварийных систем включая тормозную – приобретают всё большее и большее значение. Динамические габариты современных автомобилей, а так же время реакции водителя, коэффициенты сопротивления качению, воздушным массам, подъему/спуску меняются через каждые несколько лет. Таким образом модель поведения транспортного потока имеет смысл рассматривать как синтетический вероятностный процесс, напрямую зависящий от вероятностных процессов и вероятностного изменения характеристик каждого из участников движения.

Подобного рода подход создаст прецедент к возникновению компьютерной системы информирующей участников движения и дорожные службы о возможных затруднениях на основе вероятностного моделирования. Последним в свою очередь будет актуальна возможная расчетная информация для наиболее оптимального с их точки зрения времени и технологии проведения сервисных работ на рассматриваемом отрезке автомагистрали, что, в свою очередь должно существенно повысить пропускную способность дорог во время ремонта и снизить аварийность. С жругой стороны. рассчитанные статистические данные и вероятностные модели движения потока помогут автомобилистам в выборе оптимального маршрута и могут лечь в основу профилактической работы со стороны органов ГИБДД и предприятий контролирующих техническое состояние автомобилей. стремительно устаревающая день ото дня программа обучения в автошколе, не предусматривающая как правило движение в плотном потоке, прогнозирование сложных ситуаций и безаварийное вождение - так же может быть пополнена соответствующими теоретическими и практическими разделами, включающими в себя обучение движению в плотном потоке с учетом непредсказуемости поведения потока во времени. Авторемонтные мастерские в освою очередь могут получить информацию о вероятностных причинах отказов, возникающих в процессе плотного дорожного движения - с учетом номенклатурных перечней запчастей и перечнем причин, обуславливающих эти отказы.

### **Библиографический список**

1. Попов, П.В. К вопросу об устойчивости движения автомобиля при торможении / П.В. Попов // ДОКЛАДЫ ТСХА Материалы международной научной конференции. – 2018. – С. 302-304.
2. Попов, П.В. Обзор факторов, влияющих на рациональное повышение сцепного веса при торможении автомобиля / П.В. Попов // EUROPEAN RESEARCH Сборник статей XII Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 64-66.
3. Попов, П.В. К вопросу о совершенствовании методик расчета тормозных систем автомобилей / П.В. Попов // EUROPEAN RESEARCH Сборник статей XII Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 67-68.
4. Попов, П.В. Зависимость коэффициента сцепления колес от длины полного тормозного пути автомобиля / П.В. Попов // EUROPEAN RESEARCH Сборник статей XII Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 69-71.

## МЕТОДЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

**Матвеев Александр Сергеевич**, доцент кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Орлов Намса Борисович**, генеральный директор АО «Республиканский навигационно-информационный центр», Республика Калмыкия

**Аннотация:** Исследование способов снижения сопротивления переувлажненной почвы при перемещении пневматического колеса, так и для последующего этапа разработки конкретных технических средств для повышения тягово-сцепных свойств транспортно-технологических средств.

Широко использованы модели полей скоростей жидких почвенных частиц (выделенных объемов) впереди пневматического колеса и изучено образование гребня волны впереди этого пневматического колеса. Здесь были использованы потенциальные функции (потенциалы), перпендикулярно которым располагаются линии тока (т.е. траектории гидравлических частиц при установившемся движении).

**Ключевые слова:** математическая модель, почва, пневматическое колесо, тягово-сцепные свойства, функции.

У транспортно-технологических средств сила тяги должна преодолевать собственное сопротивление машины и, кроме того, сопротивление на крюке.

Отношение полезной мощности движителя к мощности двигателя определяет степень совершенства движителя агрегата, т.е. его КПД, характеризующий степень использования мощности, потребляемой на продвижение агрегата по переувлажненной почве. Чем выше к.п.д. движителя, тем совершеннее происходит процесс трансформации мощности двигателя для создания тяги, тем выше эффективность работы машины. Несовершенство движителя агрегата, большое буксование влечет повышение потребляемой мощности двигателя, расхода топлива, увеличение массы агрегата [1].

Гидромеханические аналогии позволяют применять хорошо разработанную теорию гидромеханики жидкости для углубленного изучения процесса взаимодействия колеса с переувлажненной почвой с целью конструирования оптимальных по энергетическим показателям движителей тракторов мелиоративных агрегатов. При движении движителя в переувлажненной среде впереди него образуется волна с высоким гребнем, что существенно увеличивает сопротивление перемещению машин.

Впереди колесного движителя образуется поле напряжений (нормальных и касательных), вызванных перемещениями частиц жидкой среды (выделенных объемов).

Частицы приходят в колебательное движение, что вызывает продольную волну (от нормальных напряжений) и поперечную волну (от касательных напряжений). Гребень волны уменьшается в глубину по мере удаления от колеса.

Впереди колеса, ведущего или ведомого, формируется поток жидких частиц, кинематику которого предлагается изучать с помощью хорошо разработанной теории потока [2].

Горизонтальная сила по Н.Е.Жуковскому равна

$$P_x = c_x \frac{1}{2} \rho u_0^2 S,$$

где  $u_0$  – скорость набегающего потока;

$\rho$  – плотность воды;

$S$  – площадь сечения лопатки;

$c_x$  – коэффициент лобового сопротивления:

$c_x$	1,0	1,1	1,2
$Re$	1 000	10 000	100 000

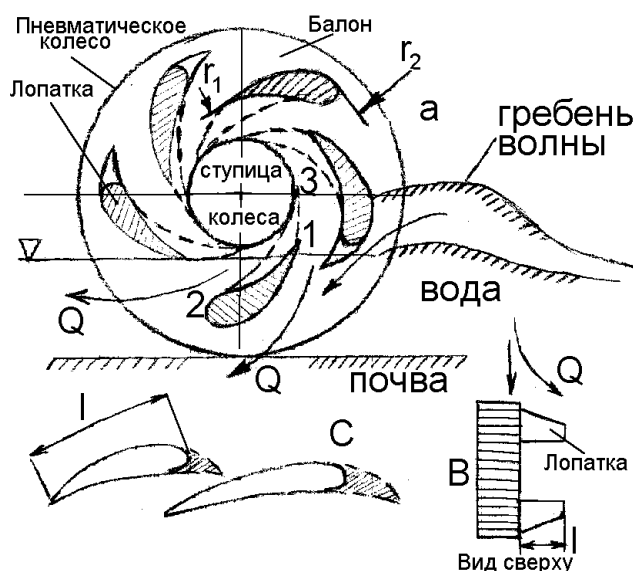
$Re$  – число Рейнольдса.

Вертикальная сила

$$P_z = c_z \frac{1}{2} \rho u_0^2 S,$$

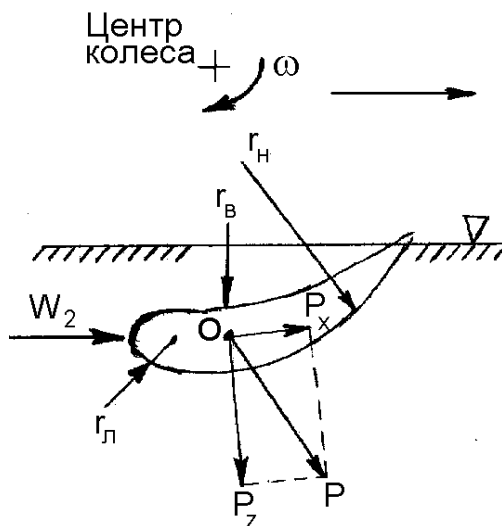
где  $c_z$  – коэффициент подъемной силы, зависящий от угла атаки.

На рисунке 1 В показан вид пневматического модернизированного колеса сверху при одностороннем расположении лопаток



**Рис. 1. Рекомендуемая схема расположения лопаток (а) на пневматическом колесе и рекомендуемые профили лопаток (с) – укороченный и удлиненный**

Необходимо иметь высокое лобовое сопротивление, безударный вход лопатки в воду и турбулентный режим между лопатками [3]. С использованием приведенных формул разработана модельная и расчетная части определения тяговых параметров МТА с гребным колесом на языке Бейсик. Профиль лопатки выполнен обтекаемой формы с заостренной передней частью для снижения ударных нагрузок при входе (рисунок 2).



**Рис. 2. Силы сопротивления лопатки при движении в слое воды:**

$P_z$  – вертикальная сила;  
 $P_x$  – горизонтальная сила;  
 $P$  – равнодействующая (полное сопротивление)

Наружный диаметр установки лопаток ограничивается радиусом  $r_2$ , который меньше радиуса пневматического колеса, а внутренний

$r_1$  – диаметром ступицы. Начальная точка входа 1 и выходная точка 2 лежат на кривых, исходящих из одной точки 3. Профиль лопатки очерчивается с помощью дуг окружности из трех центров радиусами  $r_H, r_B, r_L$ .

Количество лопаток рассчитывают исходя из глубины слоя воды (0,15– 0,2 м) таким образом, чтобы в погруженном состоянии с каждой стороны колеса находилось 3-4 лопатки с образованием 2-3 каналов между ними.

При этом количество лопаток должно быть таким, чтобы каждая последующая лопатка своим выходным концом перекрывала входной предыдущей лопатки [4].

При этом получено, что при определенных параметрах лопатки: напор жидкости на выходе из межлопаточного пространства  $H=0,39$  м; момент на гребном колесе при истечении жидкости из межлопаточного канала

$M = 6,9$  Нм; мощность, затрачиваемая на перекачку жидкости через межлопаточный канал

$$N = \eta H Q \gamma = 20,6 \text{ Нм/с,}$$

где  $\eta = \eta_n \eta_v = 0,6$ .



Лобовое сопротивление лопатки

$$P_x = C_x \frac{1}{2} \rho u_2^2 S = 35,2 \text{ Н.}$$

Крутящий момент, создаваемый одной лопаткой

$$M = P_x r_k = 24,9 \text{ Нм.}$$

Мощность, затрачиваемая на перемещение одной лопатки в жидкой среде

$$N = M \omega = 97,1 \text{ Н м/с.}$$

Суммарный момент на гребном колесе складывается из момента, развиваемого струей жидкости при прохождении через межлопаточный канал, и момента от силы сопротивления лопатки, т.е.  $\Sigma M = 31,8$  Нм. При этом затрачивается суммарная мощность  $\Sigma N = 117,7$  Нм/с. Если в жидкой среде работает три межлопаточных канала, то суммарный момент и мощность соответственно увеличится.

Коэффициент сцепления увеличится до

$$\varphi_k^{\bullet} = \frac{P_k}{Q_k} + \frac{\Delta P_k}{Q_k} = 0,26.$$

Назначение движителя транспортно-технологических средств состоит в том, чтобы создавать движущую силу, или тягу, при которой агрегат получает движение с некоторой скоростью.

Сила тяги агрегата при его движении под действием ведущего колеса совершает работу в единицу времени, равную мощности движения агрегата, называемой мощностью полезной тяги. Полезная мощность движителя всегда меньше установленной мощности двигателя, т.к. при передаче мощности от двигателя к движителю имеют место потери.

Выводы

Таким образом, мощность двигателя на режиме установившегося движения уравнивается суммой мощностей: мощность движения; мощности потерянной в трансмиссии и собственно мощности в движителе.

Приводится практическая методика расчета ведущего колеса на примере МТА с базовым трактором колесного типа класса 0,9.

Передние ведущие колеса МТА, реализуют меньший крутящий момент при использовании модернизированного колеса.

При установке лопаток с двух сторон баллона получим увеличение касательной силы тяги при работе четырех ведущих колес в 2,0-2,2 раза.

Использование гребных лопаток на 4 ведущих колесах МТА увеличивает коэффициент сцепления на 0,17-0,18, что говорит о существенном улучшении тягово-сцепных свойств агрегата.

### Библиографический список

1. Матвеев, А.С. Исследование диагностических параметров машин природообустройства / А.С. Матвеев // Доклады ТСХА: Сборник статей. – М.:Изд-во РГАУ-МСХА. – Вып. 290. – 2018. – С. 310-312.

2. Орлов, Н.Б. Исследование статистических и усталостных характеристик деталей транспортно-технологических машин (учебное пособие) / Орлов Б.Н [и др.] – Ер.: Арменпак. – 2018. – 104 с.

3. Орлов, Н.Б. Оценка достоверности показателей безопасности кабин транспортных средств в условиях аварийного нагружения /Н.Б. Орлов, А.С. Апатенко, А.С. Матвеев // Логистика, транспорт, природообустройство – 2014: материалы международной научно-практической конференции. – Ер.: Арменпак. – 2014. – С. 47-52.

4. Орлов, Б.Н. Прогнозирование уровня надёжности экспериментально – расчётными методами. / Б.Н. Орлов // Научно-практический журнал «Природообустройство». – №4. – 2010. – С 89-92.

УДК 621.797:631.3.02.004

### **ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПОТРЕБНОСТИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Попов Валентин Валентинович**, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Мочунова Наталья Александровна**, доцент кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье приведены результаты практических данных о разработке на отказ основных деталей и узлов определяющих надёжность автомобилей и тракторов, эксплуатирующихся в сельском хозяйстве.

На основе этих данных авторами получены теоретические зависимости, позволяющие рассчитывать объем ремонтных работ при проектировании и реконструкции ремонтных предприятий.

Авторами также получены уравнения для расчета объема работ при техническом обслуживании автомобилей и тракторов, необходимых для организации технологически новых ремонтных предприятий.

Исходя из потребности в техническом обслуживании и ремонте, авторы предлагают методику расчета основных показателей ремонтных предприятий.

**Ключевые слова:** ремонт, отказ, наработка, методика, реконструкция, анализ.

Статическое обследование автомобилей, ремонтируемых на ремонтных предприятиях показывают, что наработка их деталей и узлов при внезапных отказах часто бывает меньше, чем при постепенных отказах, что, как правило, приводит к увеличению потребности в ремонте.

Потребность в ремонте для устранения внезапных отказов деталей и узлов автомобилей зависит в основном от тех же факторов, что и при постепенных отказах. Расчет

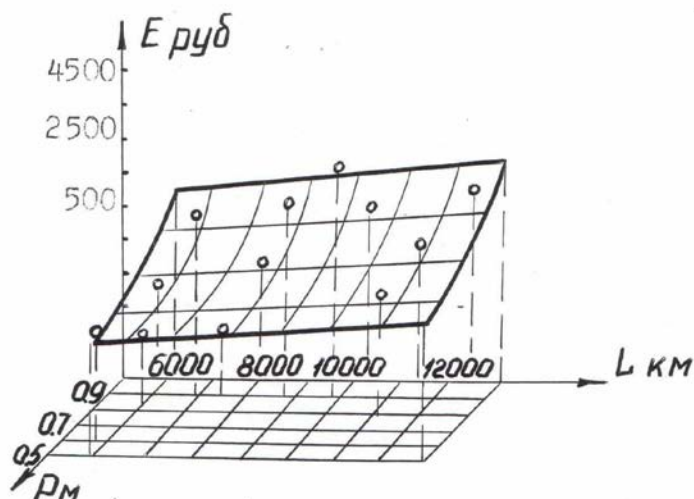
годовой потребности в ремонте для устранения внезапных отказов деталей и узлов автомобиля можно производить по формуле (1).

$$B'' = \sum_j m_j R_j (1 - \xi_j) \frac{N}{T} (\alpha_j c_j + c_{3j}) \quad (1)$$

$m_j$  – число,  $j$ -х деталей автомобиля, отказывающихся внезапно

$R_j$  – число,  $j$ -х деталей одного наименования

Результаты расчетов приведены на рисунке 1.



**Рис.1. Теоретическая и экспериментальные зависимости увеличения потребности в ремонте при установлении внезапных отказов деталей автомобиля от пробега и заданной вероятности безотказной работы**

Используя формулу (1), определим в качестве примера влияние пробега и вероятности безотказной работы автомобиля ГАЗ-5304 на потребность в ремонте при устранении внезапных отказов его деталей.

Таким образом, используя выведенную зависимость (1) можно определить потребность в ремонте при устранении внезапных отказов деталей и узлов автомобиля.

Анализ зависимости (1) позволяет заключить, что потребность в ремонте автомобилей в зоне действия ремонтных предприятий зависит от их числа, величины годового пробега, трудоемкости замены деталей и узлов, а также доверительной вероятности безотказной работы деталей и узлов.

Анализируя полученные данные можно заключить, что потребность в техническом обслуживании автомобиля ГАЗ-5304 линейно зависит от его пробега и от доверительной вероятности, причем с увеличением годового пробега она увеличивается более существенно.

Зависимость, определяющая потребность автомобильного парка в техническом обслуживании позволяет также проследить характер изменения этой величины в течение года. Графическая интерпретация этого изменения свидетельствует о резком увеличении потребности в техническом обслуживании в июне, июле и августе

достигающей 140000 руб. в месяц. Причиной этого роста служат значительные величины месячных пробегов автомобиля, достигающие 4000 км.

Динамика изменения потребности в техническом обслуживании автомобильного парка в зоне действия предприятия позволяет определять оптимальные значения организационных и технологических параметров участков технического обслуживания ремонтного предприятия.

С этой целью, исходя на потребности в техническом обслуживании автомобильного парка рассчитываются и назначаются организационные параметры участка технического обслуживания ремонтного предприятия на предыдущий месяц. В числе этих параметров могут быть: коэффициент сменности, численность производственных рабочих, такт работы поточных линий и др. Однако для такого расчета необходимо знать зависимость объемов производства от указанных параметров.

Основными из них являются:

1. Географическое положение ремонтных предприятий.
2. Наличие вблизи аналогичных предприятий.
3. Категория дороги проходящей вблизи района размещения ремонтных предприятий, ее протяженность.
4. Техническое состояние автомобилей.
5. Дорожно-климатические условия и особенности района размещения ремонтных предприятий.
6. Возраст и квалификация водителя.
7. Тип и количество легковых автомобилей в соседних районах и другие.

Многообразие фактора, влиявших на объем технического обслуживания автомобилей прибывших из других районов, можно учесть, используя теорию массового обслуживания.

Известно, что поток автомобилей поступающих на ремонтные предприятия в результате их схода с дороги, можно считать простейшим, описываемым законом Вейбулла [1, 2].

Число автомобилей, требующих технического обслуживания и ремонта на предприятии, определяется из следующего выражения:

$$N'_c = \sum_r \Psi_r P_r \quad (2)$$

где  $r$  – число дорог в районе;

$\Psi_r$  – интенсивность движения автомобилей на  $r$ -ой дороге;

$P_r$  – процент схода автомобилей с  $r$ -ой дороги.

Время ожидания для автомобиля, нуждающегося в обслуживании, определяется продолжительностью работы ремонтных предприятий и возможным временем ожидания начала обслуживания.

Учитывая, что поступление автомобилей на ремонтные предприятия носит вероятностный характер и полагая, что не все нуждающиеся в обслуживании

автомобили будут приняты на ремонт, определим число объектов ремонта поступивших на предприятие, следующим образом:

$$N_c = \xi_{12} \sum_r \Psi_r P_r \quad (3)$$

Годовой объем работы ремонтного предприятия по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, возникающему в результате их схода с дорог, определяется по формуле:

$$T_1 = y t_{cp} \xi_1 \sum_r \Psi_r P_r \quad (4)$$

где  $y$  – число дней в году;

$t_{cp}$  – средняя трудоемкость заезда на ремонтное предприятия одного автомобиля.

Объем производства ремонтного предприятия при техническом обслуживании и ремонте автомобилей, прибывающих из других районов, находится по уравнению:

$$B_{пр} = N_c C_4 = \xi_1 C_4 y \sum_r \Psi_r P_r, \quad (5)$$

где  $C_4$  – стоимость технического обслуживания и ремонта одного автомобиля на ремонтном предприятии.

Наработка на отказ деталей и узлов автомобиля, поврежденных в результате аварии, и закон ее распределения определяется согласно изложенной выше методике. Установлено, что наработка на отказ аварийных деталей и узлов распределяется по нормальному и экспотенциальному закону.

Таким образом, проведенное исследования позволил вывести аналитические зависимости, связывающие величину объема ремонта с технико-эксплуатационными параметрами автомобилей, расположенных в зоне действия ремонтного предприятия.

При известном соотношении объемов работ, выполняемых на ремонтном предприятии, эти зависимости можно использовать для определения величины объемов производства различных цехов и участков ремонтного предприятия.

По аналогичной методике, на основании теории надёжности автомобиля и математической статистики получены аналитические выражения, определяющие потребность в диагностических, механических, обойных и других работах.

Эти выражения позволяют определять общую потребность в ремонте при выполнении различных видов ремонта и технического обслуживания автомобилей.

### Библиографический список.

1. Мочунова, Н.А. Оптимизация процесса размещения ремонтных предприятий и СТО сельскохозяйственной техники / Н.А. Мочунова, М.А. Карапетян // Международный научный журнал. – М. – №6. – 2017. – С.70-74.

2. Мочунова, Н.А. Вопросы оптимизации производственных процессов в ремонтном производстве сельскохозяйственного парка / Н.А. Мочунова, М.А. Карапетян // Международный технико-экономический журнал. – М. – №6. – 2017. – С.101-103.

УДК 621.797:631.3.02.004

## НОВЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОТРЕБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ В ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ

**Попов Валентин Валентинович**, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Мочунова Наталья Александровна**, доцент кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье предлагается новая методика оценки ТО и ремонта современных автомобилей и тракторов. При этом основное положение предлагаемой методики базируется на теории надежности машин и математической статистики. Основными слагаемыми объемов ТО и ремонта, по мнению авторов, являются прогнозные значения диагностических работ, число технических обслуживаний, величина внезапных и постоянных отказов машин. Нарботка на отказ основных деталей и узлов служит базой для расчета потребности в ремонте. Приводятся примеры расчета объектов ТО и ремонта для ряда автомобилей зарубежного и Российского производства.

**Ключевые слова:** автомобиль, трактор, техническое обслуживание, ремонт, наработка на отказ.

Наиболее полное удовлетворение потребности парка машин, расположенных в зоне действия ремонтных предприятий в техническом обслуживании и ремонте является одной из основных задач производственной деятельности.

Основываясь на теории надежности автомобиля и математической статистике, можно получить теоретические зависимости, определяющие величину потребности парка машин в зоне действия предприятия в техническом обслуживании и ремонте, учитывающие отмеченные особенности. При этом прогнозные значения потребности в ремонте парка машин в течение года предлагается как сумму следующих слагаемых:

$$V_{\text{общ}} = V_{\text{диаг}} + V_{\text{т.о}} + V_{\text{рем.}} + V_{\text{ав}} + V_{\text{пр}} + V_{\text{г.т.о}} + V_{\text{мех}} \quad (1),$$

где  $V_{\text{диаг}}$  – потребность в диагностических работах,

$V_{\text{т.о}}$  – потребность в техническом обслуживании автомобилей,

$V_{\text{рем.}}$  – потребность в ремонтах для устранения всех отказов деталей, узлов и агрегатов автомобилей;

$V_{\text{ав}}$  – потребность в работах по устранению аварийных повреждений,

$V_{г.т.о}$  – потребность в ремонтных работах при проведении периодических готовых технических осмотров автомобилей, расположенных в зоне действия;

$V_{пр}$  – потребность в работах, связанных с ремонтом и техническом обслуживанием автомобилей, поступающих на станцию в результате схода с магистральных дорог

$V_{мех}$  – потребность в работах, связанных с механической обработкой деталей.

При известной трудоемкости замены различных деталей и узлов машины каждое слагаемое потребности в техническом обслуживании и ремонте зависит от величины наработки на отказ деталей и закона ее распределения.

Так, например, при нормальном распределения наработки на отказ деталей и узлов автомобиля число ремонтов определяется согласно предлагаемой автором нормального закона распределения

$$Q = \frac{L}{\bar{L}} + \chi_{\alpha} \frac{\sigma\sqrt{L}}{\sqrt{\bar{L}^3}} \quad (2)$$

где:  $L$  – заданный пробег автомобиля;

$\bar{L}, S$  – статические характеристики надежности узлов и деталей автомобиля;

$\chi_{\alpha}$  – квантиль нормального распределения.

Определены теоретические зависимости чисел ремонтов для других законов распределения [1, 2].

Входящая в выражение для определения числа ремонтов величина наработки на отказ различных деталей и узлов автомобиля может быть определена как теоретически, так и экспериментально.

По определению величины наработки на отказ теоретическим путем проведен большой объем исследований, и связи с чем имеются аналитические зависимости, связывающие значения наработки на отказ со временем работы машин.

Нами разработаны зависимости для определения величины наработки на отказ ряд других наиболее важных деталей и узлов автомобилей и тракторов. В случае отсутствия таких зависимостей, каких либо деталей и узлов автомобиля они могут быть выведены на основании теории трения и износа машин. Приводится методика определения величины наработки на отказ и закона ее распределения ряда важнейших узлов деталей автомобиля ГАЗ-5304, которая может быть применена при исследовании показателей надежности деталей и узлов и других автомобилей.

При известной величине наработка на отказ деталей и узлов автомобиля и законе ее распределения число ремонтов парка машин предлагаем определить согласно зависимости математической статистики. При заданном числе ремонтов потребность в ремонте для устранения постепенных отказов узлов и деталей автомобиля можно определить по уравнению:

$$B = \sum_i \left[ \frac{L}{L_i} + \chi_{\alpha} \frac{\sigma\sqrt{L}}{\sqrt{L_i^3}} \right] \frac{N}{T} (\alpha_i c_i + c_{3i}) (1 - \xi_i) R_i \quad (3)$$

Здесь  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение наработки деталей и узлов на отказ;

$\alpha_i$  – трудоемкость замены отказавшей детали и узла;

$c_i$  – стоимость нормо-часа при замене детали и узла;

$c_{zi}$  – стоимость заменяемой детали или узла;

$R_i$  – число одноименных деталей одного автомобиля;

$\xi_i$  – коэффициент, учитывающий распределение объема работ.

В качестве примера использована предлагаемая методика и определена потребность в ремонте в течение года при замене поршней двигателя, средняя наработка до отказа автомобиля.

Аналогично предлагаемой методикой можно рассчитать часть объема ремонтного предприятия.

### Библиографический список

1. Мочунова, Н.А. Оптимизация процесса размещения ремонтных предприятий и СТО сельскохозяйственной техники / Н.А. Мочунова, М.А. Карапетян // Международный научный журнал. – М. – №6. – 2017. – С.70-74.

2. Мочунова, Н.А. Вопросы оптимизации производственных процессов в ремонтном производстве сельскохозяйственного парка / Н.А. Мочунова, М.А. Карапетян // Международный технико-экономический журнал. – М. – №6. – 2017. – С.101-103.

УДК 621.797:631.3.02.004

### ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ ПО ПЕРЕУВЛАЖНЕННОЙ ПОЧВЕ

**Орлов Борис Намсынович**, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Матвеев Александр Сергеевич**, доцент кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Исследованы схемы лопаток для ведущего колеса и определены места их расположения.

Разработана методика расчета основных гидравлических параметров пневматического колеса при совместной работе с ведущим колесом: напор; расход воды в межлопаточном канале; лобовое сопротивление лопатки, момент, развиваемый модернизированным колесом и, соответственно, мощности на валу ведущего колеса.

**Ключевые слова:** колесный движитель, параметры, работа, волновое сопротивление, момент, мощность.



Исследованию динамики движения колесного движителя уделено большое внимание, т.к. процессы, происходящие впереди пневматического колеса, весьма сложные и требуют глубокого осмысления с точки зрения взаимодействия пневматического колеса с жидкой переувлажненной почвенной средой. Для системного изучения этих сложных процессов применены методы математического моделирования с целью определения направлений и конкретных решений для повышения тягово-цепных свойств мелиоративных агрегатов при работе на переувлажненных почвах, в том числе на рисовых системах, на мелиоративных системах при промывке засоленных почв.

Составлены математические модели для изучения потоков переувлажненной почвы, которые образуются впереди пневматического колеса. Рассматривались симметричные и ассиметричные потоки с точки зрения динамики пневматического колеса, а также при последующем использовании гребного колеса для повышения тяговых свойств МТА при движении по переувлажненной почве. В этих задачах использован аппарат функции линий тока, потоков жидкости, а также комплексные числа и векторный анализ с составлением дифференциальных уравнений кинематики частиц впереди пневматического колеса [1].

Выполнено исследование деформации выделенных квадратов (прямоугольников) при исследовании кинематики частиц в гребне волны с изучением циркуляционных явлений движений частиц впереди пневматического колеса. Это новое обнаруженное явление циркуляции почвенных жидких частиц впереди пневматического колеса вызывают повышенное сопротивление потока, который колесо формирует при движении по переувлажненной почве. Ликвидации этих циркуляционных явлений, уменьшение гребня волны приводят к существенному снижению тягового сопротивления колеса и более эффективному использованию мощности мелиоративно-тракторного агрегата.

Модернизированное колесо существенно изменяет тяговые параметры МТА при работе в условиях переувлажненной почвы (рисунок 1).

Баланс мощности пневматического колеса МТА по Е. Д. Львову:

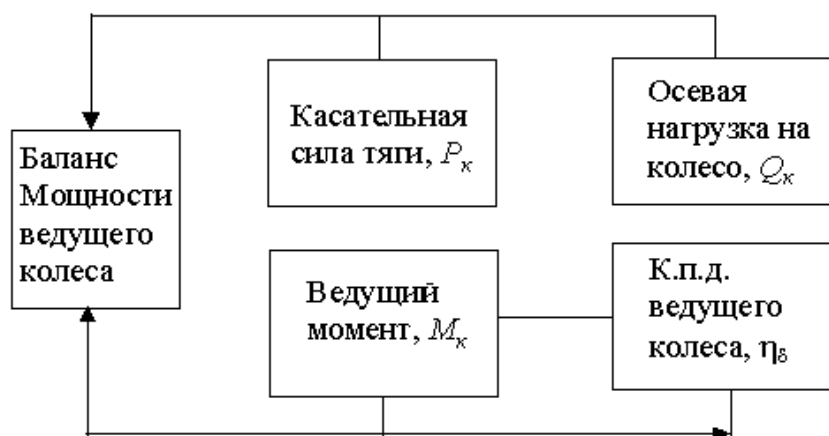
$P_k(V_T - V)$  – мощность затрачиваемая на буксование колеса и расходуемая на горизонтальное прессование почвы,

$$P^*(V_m - V^*) = P_k V_m + \Delta P_k V_m - P_k V - \Delta P_k V - P_k \Delta V,$$

где (\*) – возмущенные параметры;

$V_m$  – теоретическая скорость МТА, равная произведению динамического радиуса  $r_k$  на угловую скорость  $\omega_k$ ;

$V$  – фактическая скорость МТА.



**Рис. 1. Влияние ведущего колеса на основные параметры МТА**

Применение модернизированного колеса не вызывает дополнительного горизонтального прессования почвы (рисунок 2).

Мощность  $X_k V$ , расходуемая на качение колеса, на вертикальную деформацию почвы и на упругий гистерезис баллона [2].

Исследованное модернизированное колесо вызывает дополнительную вертикальную нагрузку  $\Delta Q_k$ , или вертикальную реакцию  $\Delta Y_k$ . При возмущенном движении

$$(f_k Y_k^{\bullet}) V^{\bullet} = f_k (Q_k + \Delta Q_k) (V + \Delta V).$$

Значение коэффициента

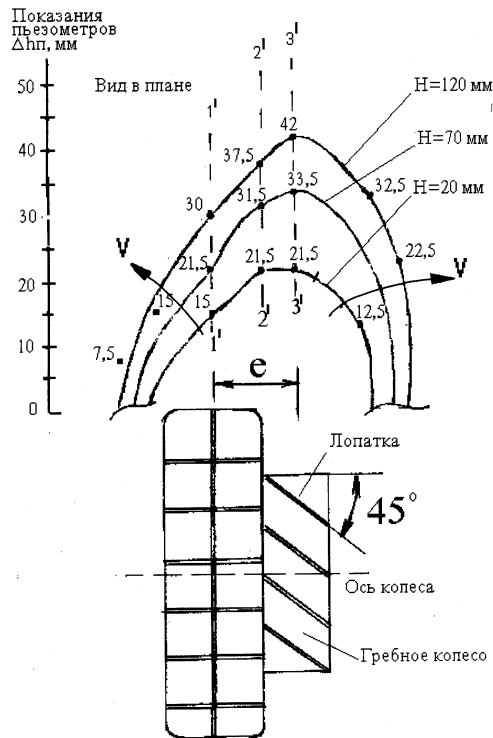
$$f_k = a_k / r_k,$$

где  $a_k$  – коэффициент трения качения.

При снижении высоты гребня волны  $a_k$  уменьшается.

Уменьшаются потери мощности на буксование ведущего колеса. Значение буксования  $\delta^{\bullet}$  при возмущенном движении

$$\delta^{\bullet} = 1 - \eta_{\delta}^{\bullet} = \left(1 - \frac{V}{V_T} - \frac{\Delta V}{V_T}\right).$$



**Рис. 2. Суммарные графики изменения давления жидкости впереди пневматического колеса с модернизированным колесом (лопатки находятся под углом 45° к оси колеса)**

При использовании модернизированного колеса увеличивается нагрузка двигателя МТА

$$\Delta N_{ек} = (\Delta P_{к} r_{к} - m_{к} \Delta r_{к}) \omega_{к}$$

при приращении  $\Delta P_{к}$ . Загрузка двигателя базового трактора МТА растет при увеличении частоты вращения колеса [3]. Коэффициент сцепления ведущего колеса, определяемый по формуле

$$\varphi_{к} = \frac{P_{к}}{Q_{к}},$$

при совместной работе пневматического и гребного колес равен

$$\varphi_{к}^{\bullet} \approx \frac{P_{к}}{Q_{к}} \left( 1 - \frac{\Delta Q_{к}}{Q_{к}} \right) + \frac{\Delta P_{к}}{Q_{к}} \left( 1 - \frac{\Delta Q_{к}}{Q_{к}} \right).$$

Имеем увеличение коэффициента сцепления т.к. значение  $\Delta Q$  мало по сравнению с  $Q_{к}$ .

Коэффициент качения ведущего колеса при совместной работе с гребным колесом  $f_{к}^{\bullet}$  равен

$$f_{к}^{\bullet} = \frac{a_{к}}{r_{к}} \left( 1 + \frac{\Delta r_{к}}{r_{к}} \right) + \frac{\Delta a_{к}}{r_{к}} \left( 1 + \frac{\Delta r_{к}}{r_{к}} \right).$$

Пренебрегая членом второго порядка малости, находим, что новое значение коэффициента качения мало отличается от исходного (без учета гребня волны). В новых условиях коэффициент качения ведущего колеса уменьшается пропорционально снижению гребня волны

$$\Delta h = h^* - h.$$

Для вариантов

– без модернизированного колеса  $f_k^* = a_k^* / r_k^* .$

Для вариантов

– с модернизированным колесом  $f_k = \frac{a_k}{r_k} = f_k^* - \Delta f_k .$

Снижения гребня волны впереди ведущего колеса влечет за собой уменьшение коэффициента качения на величину  $\Delta f_k = -a_k / r_k^* .$  При этом сила сопротивления качения  $X_k^*$  уменьшается на  $\Delta X_k$ , а это приводит к уменьшению затрат мощности на качение ведущего колеса [4].

Применение модернизированного колеса увеличивает касательную силу тяги и уменьшает силу сопротивления качению базового трактора:

$$\Delta P_{кр} = \Delta P_k - \Delta P_f .$$

Напор  $H$  и расход  $Q$  определяют по известной формуле:

$$Q = \mu_k F_{кан} \sqrt{2gH} ,$$

где  $\mu_k$  – коэффициент расхода;

$F_{кан}$  – площадь сечения межлопаточного канала.

Развиваемый напор расходуется на преодоление гидравлических сопротивлений  $h_w$ , которые находят по формуле Дарси-Вейсбаха.

Суммарные местные потери напора в межлопаточном канале

$$\Sigma \xi = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 + \xi_4 ,$$

где  $\xi_1$  – коэффициент сопротивления на входе;

$\xi_2$  – коэффициент сопротивления при сужении потока;

$\xi_3$  – коэффициент сопротивления при расширении струи;

$\xi_4$  – коэффициент сопротивления при прохождении выходной кромки.

Для увеличения коэффициента гидравлических потерь  $\lambda$  можно рекомендовать изготавливать поверхность лопаток рифленой, с игольчатыми гофрами.

По Эйлеру момент, развиваемый модернизированным колесом при работе одного межлопаточного канала

$$M = \frac{\gamma}{g} \eta_v Q r_2 u_2 \left( 1 - \frac{w_2}{u_2} \cos \beta_2 \right);$$

$$Q = w_2 F_{кан} ,$$

где  $w_2$  – окружная скорость;  $u_2$  – относительная скорость;

$\beta_2 = 15-40^\circ$  – угол между векторами  $\overline{u_2}$  и  $\overline{w_2}$ .

Гидравлическая мощность  $N$ , развиваемая на валу гребного колеса при работе одного межлопаточного канала

$$N = \eta H Q \gamma,$$

где  $\eta = \eta_v \eta_H \eta_m$ .

Значения  $\eta_v = 0,8-0,85$ ;  $\eta_H = 0,85-0,9$ ;  $\eta_m = 0,9-0,95$ ;

$\gamma$  – удельный вес жидкости, Н/м<sup>3</sup>;

$g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>.

Такой подход дал возможность интерпретировать с установленных позиций данные, которые получены в результате исследования динамики движения колесного движителя по переувлажненной почве, и сделать перспективные выводы о направлениях исследований и конкретных решениях.

### Выводы

Машино-тракторный агрегат при своем движении испытывает силу сопротивления, направленную в сторону, обратную его движению и называемую сопротивлением переувлажненной почвы движению этого агрегата (или просто сопротивлением). Для преодоления сопротивления необходимо приложить к агрегату, создаваемую движителями силу, направленную в сторону движения агрегата и называемую тягой (или движущей силой). При равномерном прямолинейном и горизонтальном движении агрегата сила сопротивления переувлажненной почвы уравнивается тягой создаваемой движителями.

### Библиографический список

1. Орлов, Б.Н. Инновационные технологии обеспечения надёжности рабочих элементов машин и оборудования: монография / Б.Н. Орлов // М.: ФГБОУ ВПО МГУП. – 2013. – 326с.
2. Бондарева, Г.И. Визуализация, моделирования, надёжность в эксплуатации мобильных строительно – дорожных комплексов / Г.И. Бондарева, Б.Н. Орлов // «Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии». – Вып. №3. – 2012.
3. Орлов, Б.Н. Методология обоснования рационального технологического процесса восстановления работоспособности машин и оборудования / Б.Н. Орлов, А.И. Новиченко, Н.Б. Орлов // Научно-практический журнал «Природообустройство». – Вып. №4. – 2015. – С. 88-90.
4. Матвеев, А.С. Исследование потока требований на ТО и ремонт машин природообустройства / А.С. Матвеев // Доклады ТСХА: Сборник статей. – Вып. 288. Часть II. – М.:Изд-во РГАУ-МСХА. – 2016 – С. 274-277.

## МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ КОМПРОМИССНЫХ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ

**Подхватилин Иван Михайлович**, старший преподаватель кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева имени К.А.Тимирязева;

**Новиченко Антон Игоревич**, доцент кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Горностаев Владислав Игоревич**, ассистент кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье рассмотрен общий методический подход выявления компромиссных решений в задачах оптимизации технологических систем в природообустройстве на примере формирования рациональных технологических комплексов с учетом характера производственных задач и условий их функционирования

**Ключевые слова:** компромиссные решения, оптимизация, метод Монте-Карло, технологические системы.

В условиях рыночной экономики на первый план выходят задачи по оптимизации технологических систем. Основными критериями оптимальности на наш взгляд служат время выполнения работ и минимум приведенных затрат. Именно эти критерии позволяют организациям выиграть в конкурентной борьбе максимально быстро выполнить работы и уменьшить затраты на производство работ без потери качества. Большинство существующих методик позволяют выявить оптимальный результат лишь по одному из критериев либо по времени выполнения работ, либо по минимуму приведенных затрат, но технологический комплекс являющийся оптимальным по одному критерию не всегда является оптимальным по другому.

Мы предлагаем методику выявления компромиссных решений в задачах оптимизации технологических систем в природообустройстве. Она подразумевает способ определения наилучших комплексов машин, которые способны реализовать поставленные задачи с показателями приближенными к оптимальным по двум критериям оптимальности.

Данная методика была применена при решении задачи в работе Горностаева В.И. на тему «Повышение эффективности эксплуатации парка машин в природообустройстве с помощью информационно-экспертных систем». В работе, рациональные комплексы машин выбираются на основе использования имитационного моделирования процесса функционирования комплексов машин различного марочного состава в заданных условиях эксплуатации, а именно технологические машины, входящие в состав технологического комплекса машин для реконструкции трубопровода закрытой

оросительной сети. Для моделирования использованы технологические машины основные параметры которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Исходные данные объектов исследования для загрузки в имитационную модель**

№	Тип	Марка	Наработка, мото-ч	Мощность, кВт	Масса, т	Объем рабочего органа, м <sup>3</sup>	Цена, тыс. руб.
1	Бульдозер	ЧТЗ Б10М	1558	132	18,8	5,7	3600
2		ЧТЗ Б12.6020	1800	158,1	24,5	7,4	3600
3		Уралтрак-ЧТЗ Т-130	1482	125	15	4,75	3500
4	Экскаватор	ТВЭКС ЕТ-25	1750	131	23,5	1,0	4630
5		ТВЭКС ЕТ-18 LC	1650	90	18,5	0,77	4230
6		Ковровец ЭО-4228	1743	169	25	1,25	4980
7	Экскаватор-погрузчик	МТЗ ЭО-2626	1258	65	7,9	0,8	1700
8		МТЗ ЭО-2626	1328	65	7,9	0,8	1700
9		МТЗ ЭП-491	1423	65	7,2	0,5	1400
10		МТЗ ЭП-491	1523	65	7,2	0,5	1400
11		БОРЭКС 3106	1315	60	8,0	1,0	1700
12		БОРЭКС 3106	1915	60	8,0	1,0	1700

В решении сложных задач имитационного моделирования процессов, которые подвержены влиянию большого числа случайных величин и множественных событий широкое распространение получил метод Монте-Карло.

Применение данного метода подразумевает определение требуемого количества повторов опыта для получения достоверных результатов. Количество уникальных составов комплексов, получаемых в результате перебора всех возможных комбинаций, определяется по формуле 1:

$$N_{\text{ком}} = N_{\text{бул}} \cdot N_{\text{экс}} \cdot \frac{N_{\text{эп}}}{2} \cdot (N_{\text{эп}} - 1) = 3 \cdot 3 \cdot \frac{6}{2} \cdot (5 - 1) = 135 \quad (1)$$

где  $N_{\text{ком}}$  – количество возможных уникальных комплексов, ед.;  $N_{\text{бул}}$  – количество бульдозеров, ед.;  $N_{\text{экс}}$  – количество экскаваторов, ед.;  $N_{\text{эп}}$  – количество экскаваторов-погрузчиков, ед.

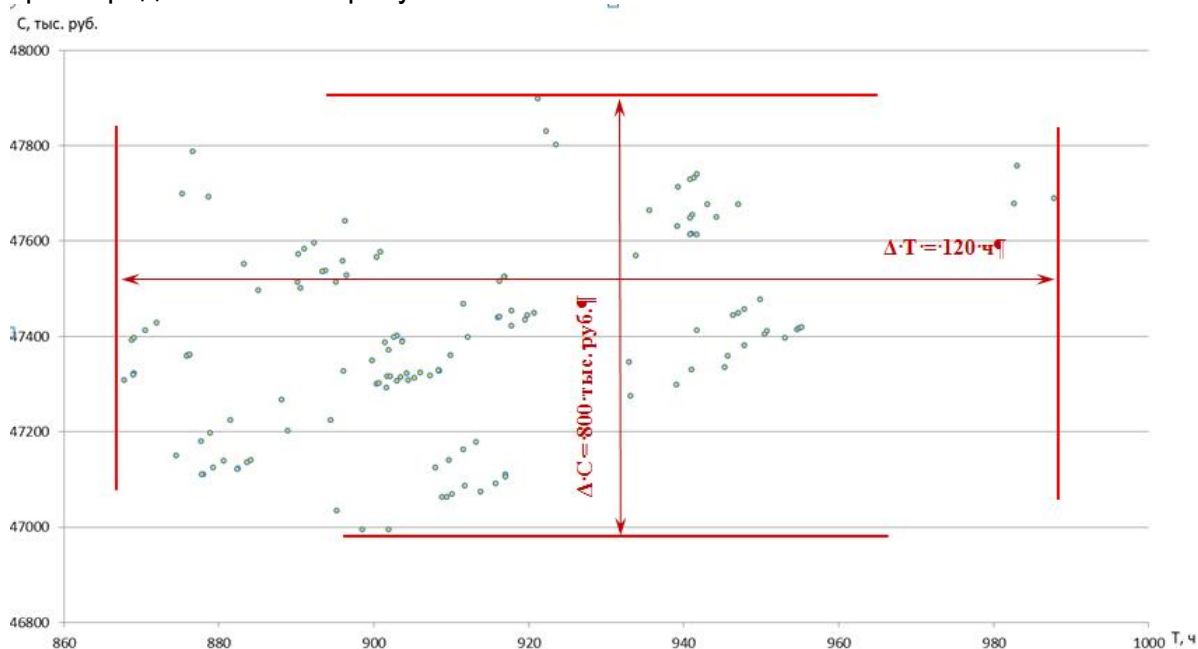
Точность моделирования при использовании метода Монте-Карло для научных исследований, как правило, лежит в диапазоне 0,01...0,05. Для достижения точности моделирования 0,01 при доверительной вероятности 0,95 потребуется следующее количество прогонов одного эксперимента:

$$n = t_{\alpha}^2 \frac{0,5^2}{\varepsilon^2} = 1,96^2 \cdot \frac{0,5^2}{0,01^2} \approx 9604 \quad (2)$$

где  $n$  – минимальное количество опытов;  $t_{\alpha}$  – табулированный аргумент функции Лапласа;  $\varepsilon$  – доверительный интервал.

Для выполнения поставленной задачи была реализована серия экспериментов с изменением количества прогонов модели методом имитационного моделирования Монте-Карло от 9604 прогонов.

По результатам серии компьютерных экспериментов были получены данные, которые представлены на рисунке 1



**Рис.1. Диапазон варьирования величин исследуемых параметров функционирования технологических комплексов машин по результатам имитационного моделирования технологической системы**

Для определения наиболее эффективного комплекса машин необходимо выполнить расшифровку данных. Необходимо расшифровать состав комплексов и выбрать наиболее перспективный состав для работ по реконструкции закрытой оросительной сети из предложенных 135 вариантов комплексов машин в соответствии с критериями оптимальности.

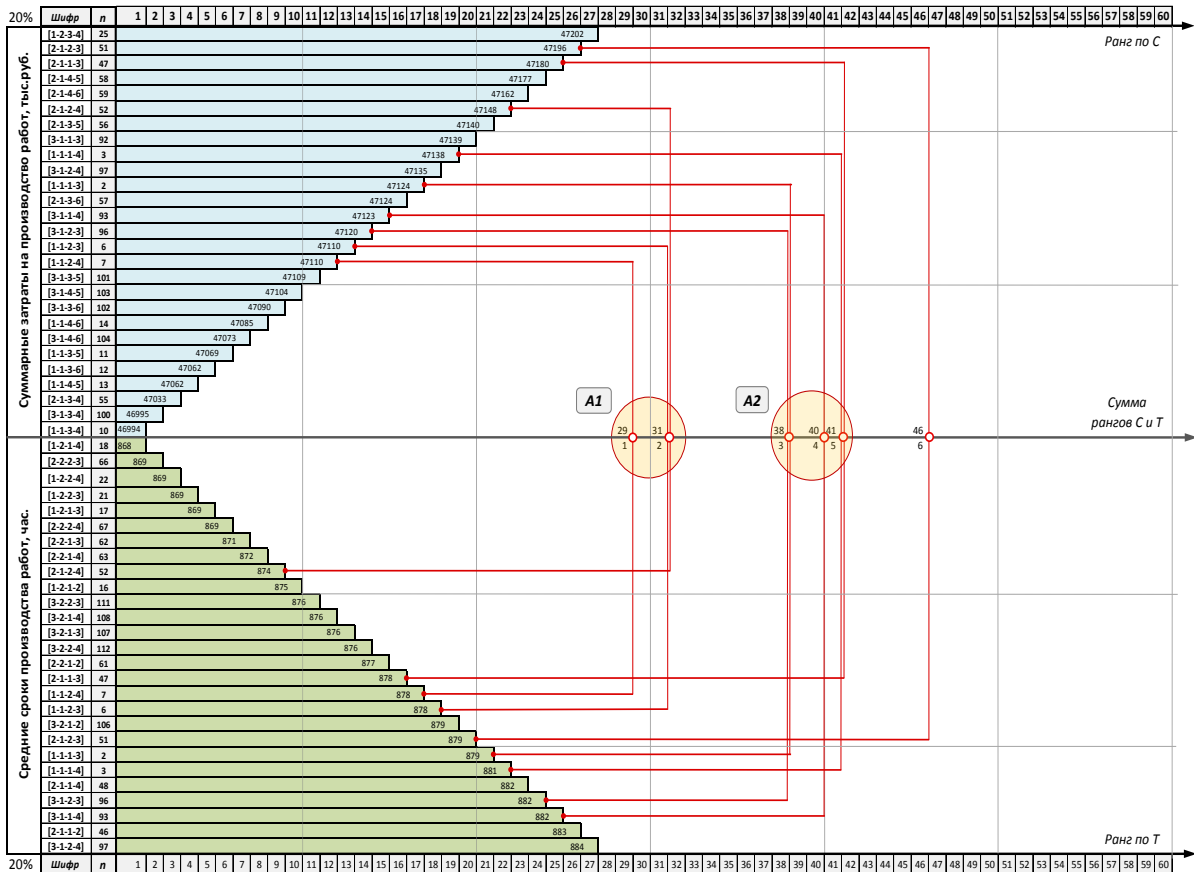
После определения оптимальных комплексов по одному из критериев переходят к определению компромиссных решений, получаемых в процессе анализа наилучших сочетаний комплексов машин для реализации поставленной задачи по двум показателям: затраты на реализацию, поставленной задачи и продолжительность работ.

Для того чтобы определить компромиссные решения необходимо выполнить ранжирование комплексов машин по каждому из выбранных критериев оптимальности, полученных параметров от минимального до максимального значения, после чего выполняется суммирование рангов. Зона компромиссных решений определяется в соответствии с принципами Парето-оптимизации, то есть для проведения дальнейших аналитических действий берется 20% полученных результатов, так как по закону Парето именно этот объем дает 80% результата. Минимальные суммы рангов формируют область компромиссных решений.

Поиск зон компромиссных решений представлен на рисунке 2, а в таблице 2 сформированы рекомендации по составам комплексов машин для реконструкции трубопровода закрытой оросительной сети в условиях определенной организации.

Несомненно, что оценка полученных результатов и принятие решения о выборе состава комплекса для выполнения работ, выполняется сотрудниками организации.





**Рис. 2. Карта ранжирования вариантов состава технологического комплекса машин и выявление областей поиска компромиссных решений с использованием информационно-экспертной системы**

*Таблица 2*

**Параметры и состав технологических комплексов машин, рекомендованных к использованию на работах по реконструкции трубопровода закрытой оросительной сети в условиях ООО «Агромехсервис»**

Шифр состава	Политика принятия решения	Марочный состав технологического комплекса машин				Средние сроки выполнения работ, Т, ч	Суммарные затраты на выполнение работ, С <sub>общ</sub> , тыс. руб.
		Бульдозер	Экскаватор	Экскаватор-погрузчик 1	Экскаватор-погрузчик 2		
[1-1-3-4]	$\sum C_{затр} = \min$	ЧТЗ Б10М	ТВЭКС ЕТ-25	МТЗ ЭО-2626	МТЗ ЭО-2626	898.6	46994.4
[1-2-1-4]	$T_{раб} = \min$	ЧТЗ Б10М	КОВРОВЕЦ ЭО-4228	БОРЕКС 3106	МТЗ ЭО-2626	867.8	47307.3
[1-1-2-3]	A1	ЧТЗ Б10М	ТВЭКС ЕТ-25	БОРЕКС 3106	МТЗ ЭО-2626	878	47110.7
[1-1-2-4]						877.8	47110.5
[2-1-2-4]		ЧТЗ Б12.6020	874.5	47148.9			
[1-1-1-3]	A2	ЧТЗ Б10М	ТВЭКС ЕТ-25	БОРЕКС 3106	МТЗ ЭО-2626	879.2	47124.8
[1-1-1-4]						880.6	47138.6
[2-1-1-3]		ЧТЗ Б12.6020				877.7	47180.3
[3-1-1-4]		ЧТЗ Т-130				882.4	47123.3
[3-1-2-3]						882.5	47121.0

Принцип примененный в данном исследовании, а именно минимальная сумма баллов ранжированных данных параметров («Суммарные затраты на производство работ» и «Средние сроки выполнения работ») на наш взгляд может являться наиболее перспективным методом нахождения компромиссных решений при выборе рациональных вариантов состава технологического комплекса машин (Зона А1 и А2 на рисунке 2).

В результате проведенного исследования к оптимальным комплексам машин имеет смысл добавить комплексы полученные в результате поиска компромиссных решений, технологический комплекс [1-1-2-4], в состав которого входит: бульдозер ЧТЗ Б10М; гусеничный одноковшовый экскаватор ТВЭКС ЕТ-25; экскаватор-погрузчик БОРЭКС 3106; экскаватор-погрузчик МТЗ ЭО 2626.01.

В условиях эксплуатации конкретной организации, полученное компромиссное решение отличается от оптимального по продолжительности работ на 10 часов рабочего времени и по стоимости работ на 116 тысяч рублей [1-3].

В целом приобретенный опыт при применении методики поиска компромиссных решений целесообразно использовать при решении целого класса подобных задач, когда для организаций важны и сроки выполнения работ и стоимость выполнения работ стремящихся к оптимальным значениям.

### **Библиографический список**

1. Горностаев, В.И. Повышение эффективности эксплуатации парка машин в природообустройстве с помощью информационно-экспертных систем: диссертация. – М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2017. – 203 с.

2. Анисимов, А.В. Исследование сложных организационно-технологических систем в АПК методом статистических испытаний с применением распределенных вычислений / А.В. Анисимов, А.И. Новиченко, В.И. Горностаев // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 100-летию И.С. Шатилова, г. Москва, 6-7 июня 2017 г.: Сборник статей.– М.: Издательство РГАУ-МСХА. – 2017. – С. 318-319

3. Новиченко, А.И. Применение мультиагентного подхода при формировании оптимального состава парка машин в среде имитационного моделирования AnyLogic / А.И. Новиченко, И.М. Подхватилин, В.А. Евграфов, В.И. Горностаев, А.В. Анисимов // Научное обозрение: науч.-практ. журн., 2015. – №24. – С.123-127

## ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЯ В ПЛОТНОМ ТРАНСПОРТНОМ ПОТОКЕ

**Савин Александр Николаевич**, доцент кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье описаны основные аспекты модели движения современного автомобиля в плотном транспортном потоке. Приведены алгоритмические варианты изменения скорости потока на участке.

**Ключевые слова:** транспортный поток, водитель, траектория, полосность, интервал, интенсивность, внештатные ситуации.

Исследование режимов и условий работы тормозной системы автомобиля в условиях движения последнего в плотном транспортном потоке существенно ограничено из-за несовершенства описательных частей моделей работы двигателя автомобиля и основных его агрегатов, помимо этого у нас до сих пор нет четкого понятия принципов принятия решений водителем в тех или иных дорожных, аварийных или околоаварийных (предаварийных) ситуациях. Помимо этого до сих пор неизвестна модель поведения всего транспортного потока в зависимости от его плотности и других характеристик в подобных ситуациях.

Основными описательными характеристиками транспортного потока являются скорость движения автомобиля в потоке, расстояние между автомобилями, интенсивность возникновения внештатных ситуаций.

Основными моделями движения автомобиля в потоке является модель свободного движения автомобиля, обгон сходу, торможение двигателем или двигателем в паре с тормозной системой, стисненное движение, возмущающее движение. При этом под возмущающим движением автомобиля в потоке подразумеваются действия водителя, заставляющие других участников изменять свою интенсивность движения и/или траекторию в связи с тем, чтобы избежать возможных аварийных/околоаварийных ситуаций.

Анализ математических зависимостей дорожно-транспортных происшествий показал, что в последнее время всё большее количество аварий заканчиваются мелкими повреждениями, в то время как количество крупных дорожно-транспортных происшествий уменьшается. Этот факт обуславливает необходимость в исследовании алгоритмов и основных математических зависимостей возникновения предаварийных ситуаций движения автомобиля, способствующих, и очень часто предшествующих мелким дорожно-транспортным происшествиям. Далеко не последнюю роль в этом вопросе играет алгоритм работы тормозной системы автомобиля, которая будучи оснащенной активными органами управления в ряде случаев сбивает водителей с толку выбивая из под ноги педаль, действует излишне активно удлинняя при этом тормозной путь по сравнению с машиной без АБС управляемой водителем с гоночной лицензией, а

то и просто неадекватно реагирует в случае наезда одним из колес на небольшой скользкий объект наподобие разметки или куска льда. Ситуацию усугубляет "закрытость" технологических карт и алгоритмов работы компьютера, а так же набор статистических данных которые используют современные системы АБС в своей работе. Особенно следует отметить тот факт, что привод исполнительного элемента (очень часто многопоршневого!) до сих пор механический, что вкупе с активным блоком АБС и возрастающей день ото дня плотностью движения увеличивает вероятность ДТП среди водителей-новичков [1-4].

В этой связи представляется важным раскрыть для автомобильного сообщества алгоритмы работы блоков АБС и их подробные технические характеристики для всего автомобильного сообщества по системе open source, как это было сделано в области разработки трансмиссий несколько лет назад. Подобного рода действия должны привести к конструктивной критике, свежим техническим решениям и уточнениям, и в результате существенному прогрессу в качестве торможения и замедления современного автомобиля, как это произошло в вопросах совершенствования алгоритмов переключения передач несколько лет назад.

### **Библиографический список**

1. Попов, П.В. К вопросу об устойчивости движения автомобиля при торможении / П.В. Попов // ДОКЛАДЫ ТСХА Материалы международной научной конференции. – 2018. – С. 302-304.

2. Попов, П.В. Обзор факторов, влияющих на рациональное повышение сцепного веса при торможении автомобиля / П.В. Попов // EUROPEAN RESEARCH Сборник статей XII Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 64-66.

3. Попов, П.В. К вопросу о совершенствовании методик расчета тормозных систем автомобилей / П.В. Попов // EUROPEAN RESEARCH Сборник статей XII Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 67-68.

4. Попов, П.В. Зависимость коэффициента сцепления колес от длины полного тормозного пути автомобиля / П.В. Попов // EUROPEAN RESEARCH Сборник статей XII Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 69-71.

УДК 504.05:537.8

### **ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Сучугов Сергей Васильевич**, доцент кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Статья посвящена проблеме электромагнитного загрязнения окружающей среды и возникновению «электромагнитного смога». К этому привело создание и развитие «Техносферы» и создание новых искусственных источников, создающих электромагнитные поля.

**Ключевые слова:** техносфера; электромагнитное загрязнение окружающей среды; электромагнитное поле человека; естественный электромагнитный фон; искусственные источники электромагнитных полей.

Жизнь на Земле достаточно длительный период развивалась под действием электромагнитных полей естественного происхождения (магнитное поле Земли, воздействие Космоса).

Эти источники электромагнитных полей(ЭМП) естественного происхождения сыграли определенную роль в процессе развития всех живых организмов на Земле, в том числе и Человека.

Естественный электромагнитный фон существовал всегда на Земле и живым организмам не было необходимости реагировать на него [1].

В тоже время, атомно-молекулярное строение живой материи, а также, движение атомов по своим орбитам, в итоге приводят к созданию собственного магнитного поля окружающего Человека.

Человек окружен собственным магнитным полем, как бы находясь в «костюме». В некоторых случаях собственное магнитное поле воспринимается как «Аура» [2].

Активное воздействие человека на биосферу привело к созданию, а в дальнейшем и к резкому расширению техносферы. Что привело к нарушению экологического равновесия и серьёзным изменениям не только среды обитания, но и здоровья людей. Биосфера постепенно утратила свое господствующее положение и стала превращаться в среду населённых мест-техносферу [3].

Последующее развитие в создании техносферы- комфортной среды обитания привело к созданию новых искусственных источников излучения, ранее не существовавших на Земле.

К основным источникам, создающим электромагнитные поля, относятся:

- линии электропередач; -электротранспорт; -электропроводка;
- бытовые электроприборы; -теле- и радиостанции;
- спутниковая и сотовая связь, радары;
- персональные компьютеры [4].

В результате на планете осталось мало территорий с ненарушенными экосистемами. Развитие техносферы способствовало достижению выдающихся результатов в науке и технике, что оказало позитивное влияние на качество жизни, её продолжительность, безопасность и комфортность среды обитания. Одновременно с этим были созданы невиданные ранее угрозы человеку и среде его обитания [3].

Очень серьёзному воздействию человеческий организм подвергается, находясь в помещениях панельных или железобетонных конструкций.

Под действием внешних магнитных полей в металлическом каркасе панелей наводятся токи и создаются дополнительное магнитное поле. И биологический организм подвергается постоянному воздействию этих дополнительных магнитных полей. Как подмечено в практике самочувствие человека в деревянных и кирпичных домах значительно лучше.

В настоящее время «биологический объект-Человек» постоянно пребывает под воздействием искусственных электромагнитных полей. Они повсюду: на улице, в помещении, транспорте и т.д.

Если собственное магнитное поле Человека противостоит воздействию внешних магнитных полей, сохраняется, как бы баланс. И Человек здоров.

В случае пробоя «защитного костюма» Человека возможен вариант негативного развития ситуации. В случае восстановления баланса – Человек выздоравливает.

Поскольку организм Человека способен самовосстанавливаться [4]. В противном случае возможны всякие болезни.

Особенностью является то, что Человек не ощущает воздействие ЭМП. Такое воздействие носит характер через воду, пищу и т.д.

А это в настоящее время малоизучено [5].

### **Библиографический список**

1. <https://ecoportal.info> (11.11.18 г.).
2. <https://ecoportal-of.ru/>(11.11.18 г.).
3. [www.kornienko-ev.ru/BCU](http://www.kornienko-ev.ru/BCU). Информационный портал по Безопасности Жизнедеятельности. (11.11.18 г.).
4. <https://nisanova.com>. (11.11.18 г.).
5. <https://holotrop-moscow.ru>. (11.11.18 г.).

УДК 631.354.2

## **ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ МОЛОТИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ**

**Алдошин Николай Васильевич**, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Золотов Александр Анисимович**, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

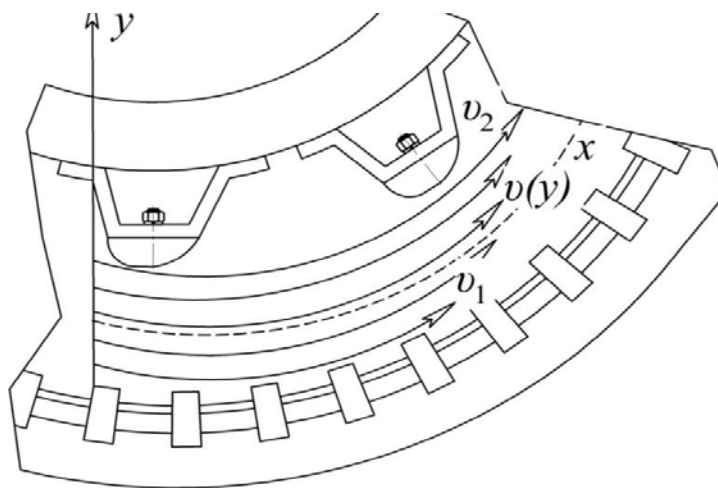
**Аннотация:** Производительность зерноуборочных комбайнов связана с интенсификацией работы всех его рабочих органов. Внешние условия и свойства убираемых культур не одинаково влияют на технологические возможности отдельных его рабочих органов. Низкая влажность и малое содержание соломы ведет к возрастанию в 1,5...2 раза загрузки очистки соломистой составляющей в мелком ворохе, а значит и к не пропорциональному в сравнении с другими рабочими органами росту потерь зерна.

**Ключевые слова:** молотильно сепарирующее устройство, молотилка, бич, поперечная планка подбарабанье, соломотряс, очистка, геометрические размеры, диаметр барабана, обмолачиваемая масса, молотильный зазор, пропускная способность.

Уборка урожая зерновых наиболее напряженный и ответственный период производства этих сельскохозяйственных культур, как по объему, так и по затратам материально-технических и энергетических ресурсов, срокам их выполнения, так и

предъявляемым достаточно жестким требованиям к качеству уборочного процесса. Несмотря на значительные успехи, достигнутые при конструировании, производстве и эксплуатации комбайнов, зерноуборочный комплекс машин ещё далек от совершенства, как по конструкции рабочих органов и оптимальных значениях параметров его элементов, их компоновки, так и по организации всего цикла уборочных работ, соответствия машин внешним условиям работы. Для уборки хлебов в сжатые (агротехнические) сроки с допустимыми потерями, с наименьшим травмированием зерна необходимо, чтобы в комплексе уборочных машин было бы достаточное количество высокопроизводительных зерноуборочных комбайнов, при этом производительность машин связывают в основном с работой молотильно-сепарирующего устройства (МСУ).

МСУ считаются основными рабочими органами зерноуборочного комбайна, определяющими показатели его работы в целом. Кроме того, они являются основными потребителями энергии, расходуемой молотилкой комбайна. Нарушение связи зерновок с элементами колоса (обмолот) в существующих молотильных устройствах происходит за счет ударов бичей по стеблям в том числе и колосьям в результате чего они вовлекаются в молотильный зазор между быстро движущимися бичами и неподвижными поперечными планками подбарабана. Удар бичей по стеблям – это первая фаза обмолота, при которой может вымолачиваться до 70...80% зерна. Стебли внутри молотильного зазора подвергаются сильному сжатию, что вызывает движение слоя стеблей бичом за счет сил трения между ними. Причем верхний слой стеблей движется быстрее нижнего (рисунок 1), удерживаемого поперечными планками подбарабана, т.е.  $V_2 > V_1$ . На выходе из МСУ скорость массы достигает 80% от скорости бичей.



**Рис. 1. Схема распределения скоростей отдельных слоев растительной массой в молотильном пространстве**

Бичи барабана, обгоняя стебли наносят по ним непрерывные удары, вызывая разрушение колоса. Удары бичей и скольжение их по стеблям, скольжения стеблей один относительно другого и по ребристой поверхности подбарабана приводит к радиальной пульсации с одновременным вымолачиванием зерен из колосьев, частичным измельчением и разрывом стеблей. Это вторая фаза обмолота во время которой

происходит сепарация зерна на очистку через пространственную решетку растительной массы и отверстия подбарабанья.

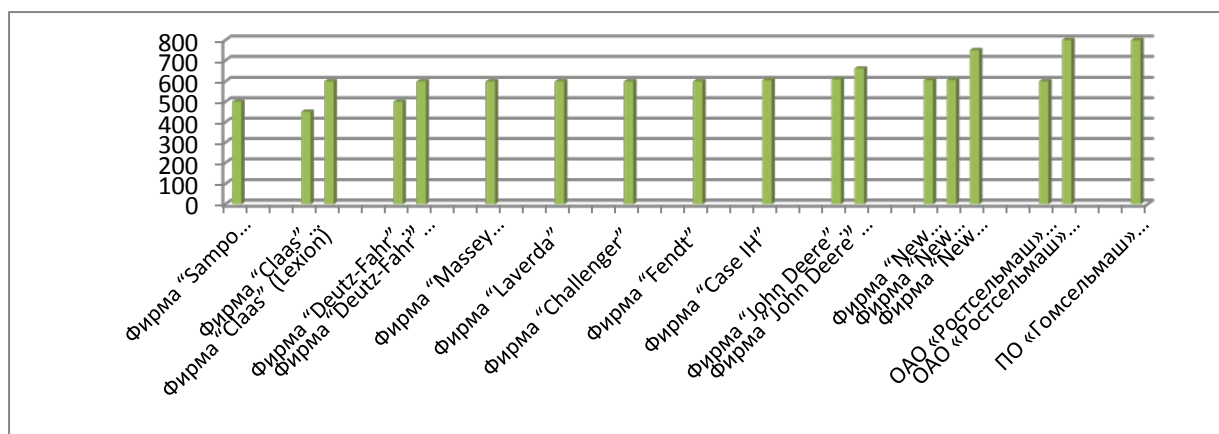
Характер перемещения массы в зависимости от геометрических размеров молотильных устройств долгие годы был предметом научных дискуссий. Если в работах классиков земледельческой механики В.П. Горячкина, М.А. Пустыгина, М.Н. Летошнева движущаяся хлебная масса плотно заполняла молотильный зазор (слой толщиной в 9-13 стеблей), то в трудах более поздних авторов рабочая среда рассматривается уже как поток с «плотно-разреженной упаковкой стеблей» (слой средней толщиной в 4-5 стеблей). При этом толщина потока у Н.И. Кленына, С.Г. Ломакина на выходе молотильного пространства составляет 2-3 стебля. На входе же эта величина не превышает 5-6 диаметров стеблей. Соответственно этому изменяются и просветы между стеблями: на входе 0,5-1 см, на выходе – 1-2 см.

Проведены исследования в лабораторных условиях молотильных устройств с диаметром барабана от 270 до 1250 мм. Создан и испытан зерноуборочный комбайн на базе СК-5 «Нива» с диаметром барабана 830 мм. По результатам этой работы был сделан вывод, что увеличение диаметра барабана ведет к повышению вымолота и сепарирующей способности молотильного устройства за счет изменения кинематики движения массы в молотильном пространстве. Так при равных величинах подач массы и регулировочных параметров установлено, что чем больше диаметр барабана, тем меньше интенсивность изменения скорости хлебной массы в молотильном пространстве, что ведет к увеличению времени нахождения массы в зоне действия бичей уменьшению недомолота и увеличению сепарации зерна в МСУ, что снижает технологическую нагрузку на следующий за ним – соломотряс. Интенсивность нарастания потерь зерна, увеличение потребной мощности при одном и том же росте подачи – меньше у устройств с большими размерами. При этом все технологические преимущества «большого» барабана наиболее ярко проявляются при высоких подачах хлебной массы.

С учетом негативных моментов (увеличению габаритов комбайнов, значительному повышению крутящего момента на привод барабана и как следствие росту массы всего комбайна) сделан вывод, что оптимальным для условий нашей страны является молотильный барабан диаметром 800 мм. Первыми, выводами, сделанными в работе, воспользовались германские специалисты (ГДР), которые впервые в мире установили на свой комбайн «Fortschritt E-516» барабан указанного диаметра. Через несколько лет барабан диаметром 800 мм был применен заводом Ростсельмаш в своей машине «Дон-1500» и продолжает использоваться на большинстве современных комбайнов данного завода («Вектор», «Acros»). Зарубежные производители, кроме Гомсельмаш, до настоящего времени не устанавливают барабаны с таким диаметром на свои машины рисунке 2.

Кроме этого направления наметились и другие технические решения, способствующие росту производительности комбайнов с барабанной системой обмолота «классического» типа.





**Рис. 2. Диаметры барабанов некоторых современных зерноуборочных комбайнов**

Анализ работы барабанной системы обмолота свидетельствует, что использование в ее составе дополнительных барабанов, имеющих различное функциональное назначение: сепарирующих, ускорительного, – обуславливает интенсификацию процессов обмолота и сепарации зерна. Одновременно с ними в рабочем тандеме используют дополнительные сепарирующие деки, они охватывают эти барабаны в их нижней технологической зоне и таким образом увеличивают площадь сепарации зерна. Ротационный барабан – соломосепаратор, используемый в МСУ, может быть расположен за отбойным битером. Его назначение – увеличение скорости грубого вороха, уменьшение его толщины и благодаря этому – лучшее выделение зерна из соломы перед подачей ее на соломотряс. В результате потери зерна за соломотрясом уменьшаются. Соответственно, можно увеличить загрузку молотилки и повысить производительность комбайна. Их размещения друг относительно друга и режим работы обеспечивают равномерность и устойчивость перемещения ее в рабочей зоне и высокую степень сепарации зерна. Применение нескольких барабанов позволяет интенсифицировать процесс обмолота и сепарации зерна в системе обмолота и одновременно обеспечить выделение из полученной технологической массы в МСС до 90-95% зерна. То есть в случае применения в молотилке многобарабанных МСУ на соломотряс поступает всего 5-10% зерна. Это позволяет технологически разгрузить соломотряс, поскольку ему приходится работать с обмолоченной соломой, в составе которой есть незначительное количество зерна. Вследствие этого он имеет возможность работать в режиме значительно большей производительности. Молотилка с такой схемой обмолота, способна в регламентированных условиях при соломистости (1: (1,3-1,5)) обеспечить пропускную способность 10-12 кг/с.

Примером тому служит созданный специалистами Ростсельмаша зерноуборочный комбайн РСМ – 161, в котором в молотильную группу включено, пять роторов, расположенных поперек продольной оси комбайна.

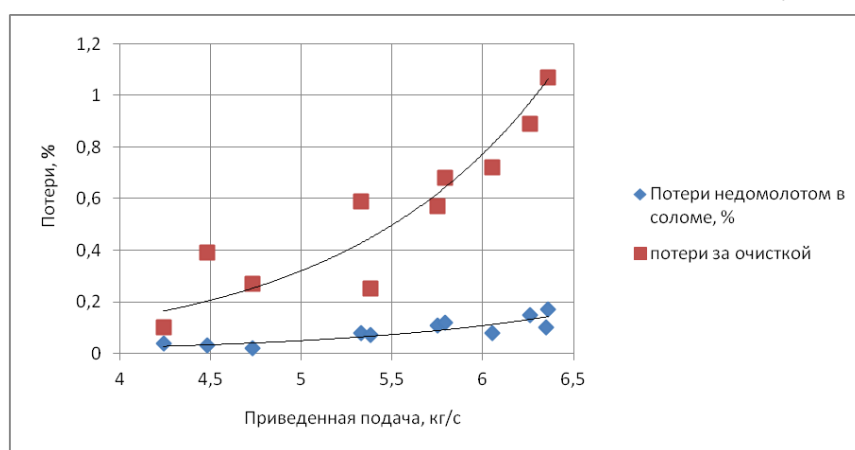
Такие схемы успешнее других работают во влажных, тяжелых условиях уборки, включая уборку длинно стебельных и засоренных культур, а также уборку остистых культур, но имеют свои недостатки:

1) повышенное дробление зерна из-за встречных ударов при передаче обрабатываемого материала от одного рабочего органа к другому;

2) повышенное перебивание незерновой части обрабатываемого материала по вышеуказанной причине и также из-за увеличенной длины подбарабаний осложняет работу последующих рабочих органов (очистка).

Подтверждением тому являются результаты испытаний 2013 г. [1, 2] зерноуборочного комбайна РСМ-161 (ООО Ростсельмаш) в условиях Кубани. Место проведения испытаний – ЗАО «им. Мичурина», Новокубанского р-она, Краснодарского края. Культура – озимая пшеница, сорт – Иришка, полукарликовый, высокоурожайный сорт мягкой пшеницы, урожайностью –53,4 ц/га, масса 1000 зерен составила 40,4 г. при отношении массы зерна к массе соломы 1/1, высоте растений 65,3 см и влажности зерна 6,4, соломы – 5,6 %. Режим работы молотилки: частота вращения вала молотильного барабана- 650 мин<sup>-1</sup>, зазор между декой и бичами молотильного барабана – 15 мм, зазор между декой и сепарирующим барабаном – 40 мм, величина открытия жалюзи решет: верхнего – 16 мм, нижнего – 10 мм, удлинителя – 12 мм, частота вращения вала вентилятора – 680 мин<sup>-1</sup>.

Результаты технологических испытаний представлены на рисунке 3.



**Рис.3. Зависимость потерь зерна недомолотом в соломе и свободным зерном за очисткой от приведенной подачи в молотилку зерноуборочного комбайна РСМ-161 [1]**

Из рисунка 3 следует, что во всем исследуемом диапазоне приведенных подач от 4,0 до 6,5 кг/с потери зерна недомолотом в соломе не превысили 0,08%, что примерно в пять раз меньше допустимых. В то же время за очисткой потери свободным зерном в полове достигли 1,1%, увеличившись примерно в 11 раз от своего минимального значения. Это показывает, что в определенных условиях, чрезмерное повышение производительности молотильных устройств за счет увеличения геометрических размеров (диаметра барабана) нарушает согласованность работы последующих рабочих органов молотилки и ведет к снижению пропускной способности всей молотилки. Увеличение влажности до 16% в условиях Алтая молотилкой РСМ-161 получена пропускная способность 12,8 кг/с [2].

Свойства хлебной массы, а также неправильно выбранный режим работы МСУ привели к интенсивному перебиванию соломы, увеличив нагрузку решет очистки перебитыми соломыстыми частицами, что и вызвало непропорционально высокий, по сравнению с молотильным устройством, рост потерь зерна за очисткой. В конечном счете, привело к снижению показателей работы всей молотилки комбайна пропускная

способность, которой составила всего 5,49 кг/с [2], что составило около 50% от проектируемых для этого типоразмера комбайна.

#### **Библиографический список**

1. Протокол № 07-64-2013 (9070146) сравнительных испытаний комбайна зерноуборочного РСМ-161 с двигателем CUMMINS QSL.9 Stage 111 а в комплектации с адаптерами. «Кубанская МИС», Новокубанск 2013 г.

2. Протокол № 01-53-13 (4060062) от 14 ноября 2013 года приемочных испытаний комбайна зерноуборочного самоходного РСМ-161. Алтайская Государственная зональная машиноиспытательная станция, с. Пospелиха, 2013 г.

УДК 631.312.06. 313.9.314.1

### **ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР**

**Алдошин Николай Васильевич**, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Исмаилов Ибрат Ильхомович**, аспирант кафедры сельскохозяйственных машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Проанализированы различные технологии подготовки почвы к посеву бахчевых культур. Показаны преимущества и недостатки каждой из рассмотренных технологий. При подготовке почвы под посев бахчевых культур необходимо выполнить ряд технологических операций основной и предпосевной обработки почвы, а также открыть поливные борозды. Производственный процесс сопряжен с большими энергозатратами. Значительные затраты времени на выполнение операций приводят к потерям влаги в почве при жарком климате Узбекистана, в котором возделываются бахчевые культуры. Для устранения этих недостатков предлагается новая технология подготовки почвы под посев с использованием комбинированного почвообрабатывающего агрегата, который за один проход выполняет все необходимые операции.

**Ключевые слова:** обработка почвы, вспашка, боронование, выравнивание, поливная борозда.

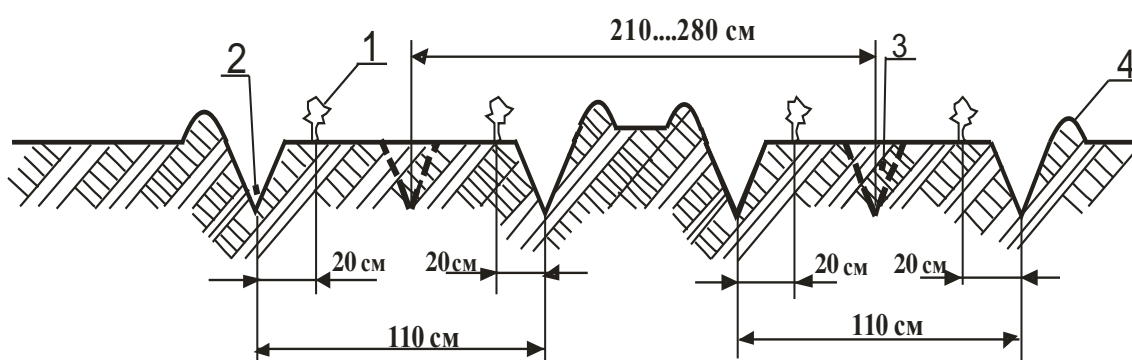
**Введение.** В Узбекистане ежегодно производится более 19 миллионов тонн плодовоовощной продукции, из них около 700 тыс. тонн экспортируются. В настоящее время в республике работают свыше 160 тысяч фермерских хозяйств, которые обеспечивают внутренний и внешний рынки качественными плодами, овощами и бахчевыми культурами [1].

Плоды бахчевых культур относятся к деликатесным, диетическим пищевым продуктам, отличающимся высокими вкусами и питательными качествами, из-за высокого содержания хорошо усвояемых организмом человека и животных углеводов, в основном сахаров. В среднем плоде арбуза содержится до 400...500 г сахара.

**Цель исследования** – обосновать рациональную технологию подготовки почвы под посев бахчевых культур для условий Узбекистана.

**Материал и методы.** Хорошие урожаи получают при посеве бахчевых после хлопчатника, кукурузы и овощных культур. Бахчевые культуры лучше всего развиваются на почвах легких и средних по механическому составу, незасоленных, с хорошей водопроницаемостью. Отведенный под бахчевые участок должен быть ровным, желательно, чтобы он имел форму прямоугольника. Площадь участка должна быть не менее 8-10 га, что соответствует дневной выработке агрегатов на обработке. Бахчевые размещают массивами по 100-200 га, чтобы эффективнее использовать средства механизации, уменьшить затраты на холостые переезды, улучшить качество выполняемых работ и контроль за этими работами [2].

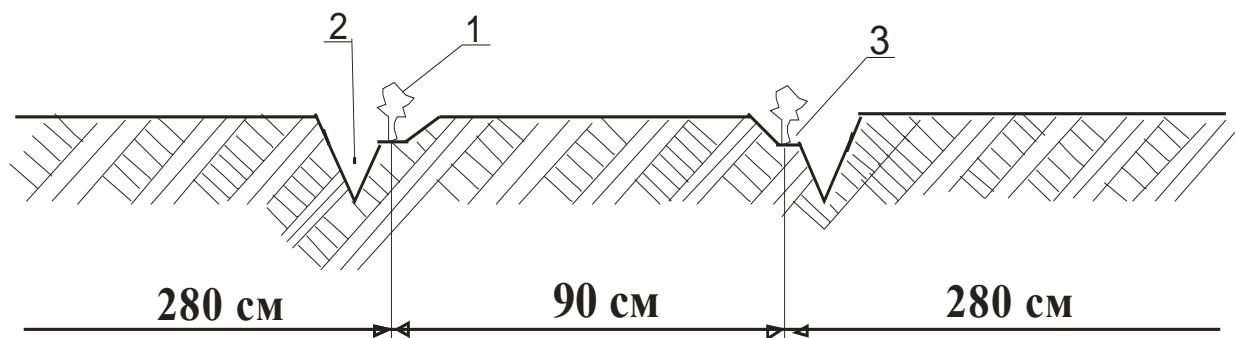
**Первая технология** подготовки почвы и посева бахчевых культур предложенная Н. Рахматуллаходжаевым представляет довольно сложный комплекс различных технологических операций. После проведения основной и предпосевной обработки почвы аналогично первым двум технологиям, выполняется посев. Эта технологическая операция выполняется с одновременным открытием временных поливных борозд, с двух сторон от двухстрочно посеянных бахчевых культур, с расстоянием между бороздами 110 см. При этом отвал почвы, во время открытия поливных борозд, производится в одну сторону, наружу от образуемой двухстрочной ленты высеваемых семян растений (рисунок 1). После появления всходов, проведения полива по образованным при посеве бороздам, при первой междурядной культивации производится закрытие временных поливных борозд и открытие новых постоянных – между рядами растений в лентах. Закрытие временных борозд производится отвалами, устанавливаемыми на культиваторах для междурядной обработки под определенным углом атаки по отношению к направлению движения агрегата. При закрытии временных поливных борозд в них может производиться внесение минеральных удобрений в виде подкормки. Закрытие временных поливных борозд после их непосредственного использования, также способствует сохранению влаги в прикорневой зоне растений [3].



**Рис. 1. Первая технология подготовки почвы и посева бахчевых культур:**  
1 – рядки растений; 2 – временные поливные борозды; 3 – постоянные поливные борозды;  
4 – односторонний отвал почвы

Рассматриваемая технология, позволяет решить ряд технологических аспектов при выращивании бахчевых культур, тем не менее она достаточно сложна в реализации, имеет высокие затраты труда и энергии, не сокращает сроки выполнения работ.

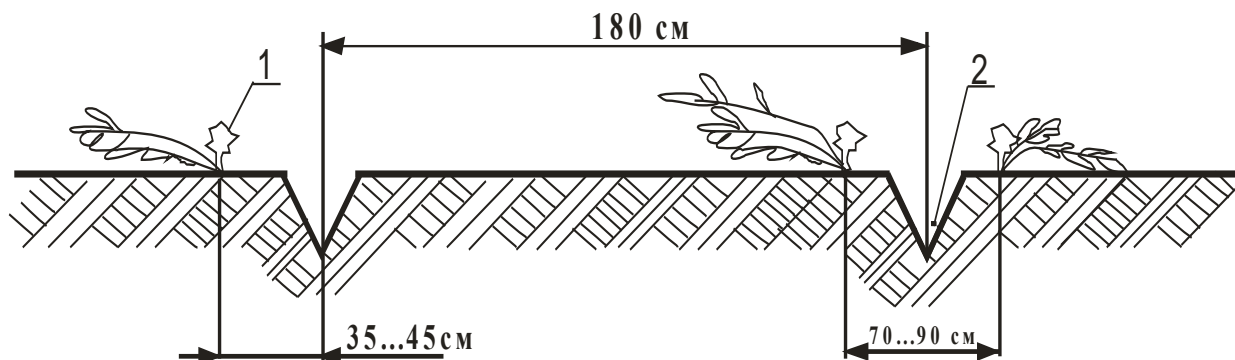
**Вторая технология** подготовки почвы и посева бахчевых культур, предложенная Азербайджанскими учеными направлена на использование минимального количества воды при поливе. Основная и предпосевная обработка почвы выполняется аналогично рассмотренным выше технологиям. Открытие поливных борозд с одновременным посевом бахчевых культур выполняется таким образом, что семена высеваются на полках образованных в стенках поливных борозд (рисунок 2). При этом ширина междурядий составляет 90 см [4].



**Рис. 2. Вторая технология подготовки почвы и посева бахчевых культур:**  
1 – рядки растений; 2 – поливные борозды; 3 – боковая полка для посева семян, расположенная в стенках поливных борозд

Представленная технология позволяет экономить воду при поливе, так как растения располагаются ближе к руслу поливных каналов. Необходимо отметить, что реализации такой технологии требует высокого качества выполняемых технологических процессов. При этом сроки работ не сокращаются.

**Третья технология** подготовки почвы и посева бахчевых культур имеет особенность – растения на поверхности поля располагаются ассиметрично. Основная и предпосевная обработка почвы выполняется аналогично рассмотренным выше технологиям. Затем одновременно или последовательно проводится открытие поливных борозд и посев бахчевых культур. Сошники сеялки при посеве имеют ассиметричное расположение. Два рядка высеваются с междурядьями 70...90 см по сторонам одной поливной борозды и один рядок на расстоянии 180 см, у второй поливной борозды (рисунок 3) [5].



**Рис. 3. Третья технология подготовки почвы и посева бахчевых культур:**  
1 – рядки растений; 2 – поливные борозды

Такое расположение растений на поле позволяет более легко проводить механические междурядные обработки растений. Здесь более сложно обеспечить равномерность полива посевов. С точки зрения преимуществ и недостатков такая технология близка к рассмотренной выше второй технологии.

**Результаты и обсуждение.** Анализ технологий подготовки почвы и посева бахчевых культур выявил общие их недостатки: все технологии многооперационные; затраты времени, труда и энергии на их реализацию достаточно большие при больших потерях влаги почвой из-за жаркого климата Узбекистана. При многократных проходах агрегатов по полю возникает проблема переуплотнения почвы.

Для обеспечения качественного выполнения рассматриваемого комплекса работ предлагается использование комбинированного почвообрабатывающего агрегата, способного за один проход полностью подготовить поле к посеву.

#### **Библиографический список**

1. Постановление Президента Республики Узбекистан от 23 декабря 2015 года № ПП-2460 «О мерах по дальнейшему реформированию и развитию сельского хозяйства на период 2016-2020 гг.» 24 декабря 2015 года газета «Народное слова».

2. Алдошин, Н.В. Расчет почвообрабатывающих машин. Методические указания / Н.В. Алдошин, А.И. Панов, А.А. Манохина, Н.В. Вольф // М.: Изд-во РГАУ-МСХА. – 2016. – 81 с.

3. Алдошин, Н.В. Инженерно-техническое обеспечение качества механизированных работ: Монография / Н.В. Алдошин, Р.Н. Дидманидзе // М.: Издательство РГАУ-МСХА. – 2015. – 188 с.

4. Маматов, Ф.М. Агрегат для предпосевной обработки почвы / Ф.М. Маматов, Д.Ш. Чуянов, Б.М. Мирзаев, Г.Х. Эргашев // Сельский механизатор. – № 7. – 2011. – С. 12-13.

5. Эм, Г. Советы по выращиванию: арбузы / Г. Эм // Жатай: РИА Макс Трейд. – 2010. – С. 1-15

УДК 631.362.322

### **ИСПЫТАНИЯ НА АБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС ЛЕЗВИЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ**

**Лискин Игорь Викторович**, научный сотрудник, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

**Миронов Денис Александрович**, научный сотрудник, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

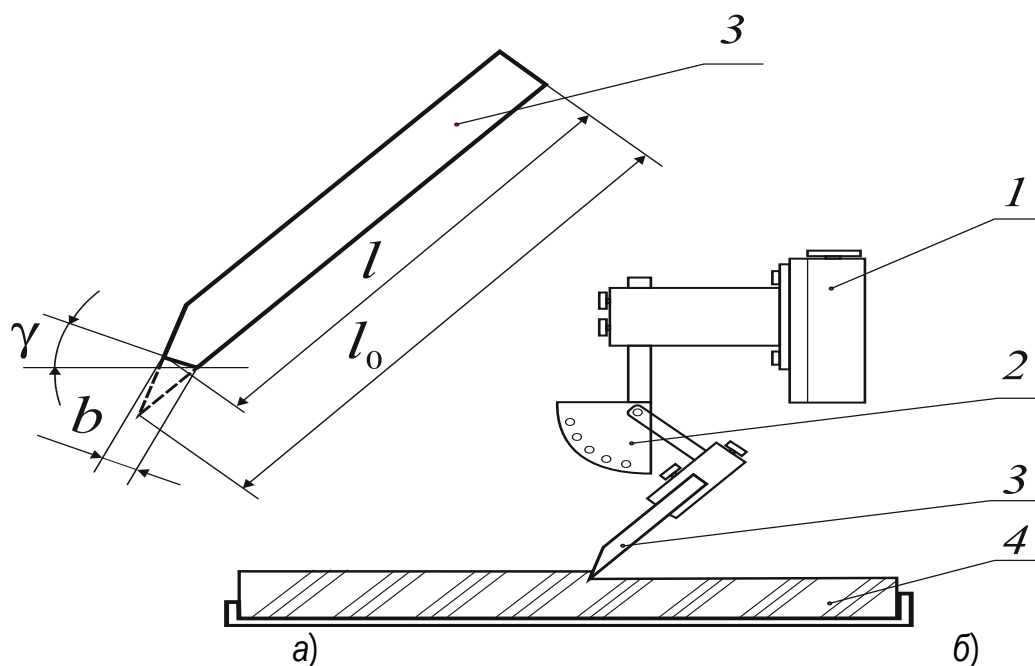
**Панов Андрей Иванович**, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Представлены результаты лабораторного исследования закономерностей изнашивания лезвий лемехов. Описана установка, обеспечивающая прямолинейное движение образца, одноразовое взаимодействие лезвия с частицами абразивной массы, и воспроизводящая стружку суглинистых почв. Получены зависимости угла наклона затылочной фаски к дну борозды, ширины затылочной фаски и износа лезвия по длине образца от пути резания, принятые в исследованиях за основные параметры изнашивания. С увеличением глубины резания,

интенсивность изнашивания увеличивается, однако при возникновении неровностей и волнистости дна борозды, она снижается вследствие повышения пути резания с меньшими нагрузками из-за чередования впадин и выступов на дне борозды. При увеличении твердости абразивной массы растет интенсивность изнашивания лезвия, в то же время уменьшается значение стабилизированного угла затылочной фаски к дну борозды, вследствие изменения механизма износа. С увеличением скорости резания растет интенсивность изнашивания лезвия из-за повышения сил сопротивления почвы и удельной энергии, затрачиваемой на ее деформацию и разрушение.

**Ключевые слова:** абразивная модель почвы, образец, затылочная фаска, интенсивность изнашивания лезвия.

Для исследования закономерностей изнашивания клинообразных лезвий, имеющих в почвообрабатывающих машинах: плужных лемехах, культиваторных лапах, различных видах рыхлящих рабочих органов, разработана лабораторная установка, обеспечивающая прямолинейное движение образца и одноразовое взаимодействие лезвия с частицами абразивной массы. Схема установки и процесса резания показана на рисунке 1.



**Рис. 1. Схема лабораторной установки:**

1 – привод, 2 – механизм изменения угла установки испытуемого образца, 3 – образец с режущим почву лезвием, 4 – абразивный блок,  $l_0$  – начальная длина образца,  $l$  – длина образца при изнашивании лезвия,  $b$  – ширина затылочной фаски,  $\gamma$  – угол наклона затылочной фаски к дну борозды

При движении приводного механизма с жестко закрепленным приспособлением для изменения угла резания, зажимом и исследуемым образцом, лезвие последнего срезает пласт абразивной массы. В процессе резания лезвие изнашивается, и его геометрические параметры изменяются. Скорость, глубина резания, ширина захвата лезвия могут изменяться в зависимости от поставленных задач.

При моделировании абразивной среды, представляющей аналог реальной почвы, были учтены основные параметры и определены критерии подобия, влияющие на характер изнашивания лезвий почвообрабатывающих рабочих органов.

К основным эксплуатационным параметрам отнесены твердость  $H$  почвы, касательные  $\tau$  и нормальные  $\sigma$  напряжения, определяющие характер разрушения пласта, размер твердых частиц  $D$ , радиус их острых краев  $r$  и количество твердых частиц в единице объема  $Q$ , составляющие механический состав абразивной среды, скорость движения лезвия  $u$  рабочего органа, а также  $l$  и  $h$  – ширина лезвия и глубина резания, являющиеся геометрическими составляющими и выражающими обязательный атрибут подобия системы «модель – натура».

Геометрические параметры образца: его длина  $l$ , ширина затылочной фаски  $b$  и угол  $\gamma$  наклона затылочной фаски к дну борозды (см. рисунок 1).

Полученные данные показали, что взаимодействие режущего почву клина с искусственной абразивной средой идентично процессам износа лезвий в естественных полевых условиях [1].

Для расширения свойств модели почвы, наиболее приближенной к натуральным почвам, суглинистым по механическому составу, проведены исследования износа режущего почву клина с использованием дополнительных компонентов включенных в песчано-парафиновую смесь.

Для изменения механического состава предложено в основу модели вводить пылевидный цемент, обладающий низкой твердостью и малыми размерами частиц (менее 0,005 мм), а также изменять размеры кварцевых частиц, наиболее распространенных в реальной почвенной среде, от 0,1 до 0,5 мм.

Методика лабораторных исследований предусматривала периодические измерения геометрических параметров образца и размеров стружки.

Порядок проведения эксперимента был следующий. На стол лабораторного стенда устанавливали абразивный блок. Стальным резцом состругивали слой избыточного парафина (8...10 мм), получаемого при изготовлении блока. Образец закрепляли в зажим приспособления под требуемым углом к дну борозды. Устанавливали заданную глубину и скорость движения лезвия. Включали привод. При обратном ходе образец приподнимался над поверхностью блока. Для обеспечения равномерного и симметричного износа лезвия, каждый новый проход образца осуществлялся по поверхности абразивного материала с некоторым смещением (3...4 мм) от предыдущего следа. После прохождения по всей поверхности исследуемый образец снимали, а выступы между бороздами состругивали специальным резцом. Опытные данные заносили в рабочий журнал. Испытания проводили до стабилизации угла  $\gamma$ , то есть до получения постоянного, независимо от износа профиля  $\gamma_{cm}$  [2].

В результате проведенных исследований установлены следующие закономерности изнашивания почворежущего лезвия.

На рисунке 2 приведены типичные зависимости угла наклона затылочной фаски к дну борозды  $\gamma$ , ширины затылочной фаски  $b$  и износа лезвия по длине образца  $\Delta l$  от пути резания  $S$ . В результате проведенных исследований установлено, что величина  $\gamma$  нелинейно снижается с ростом  $S$ , и на определенной стадии изнашивание принимает



постоянное, «стабилизированное» значение  $\gamma_{cm}$ . Величины  $b$  и  $\Delta l$  линейно возрастают с ростом  $S$ .

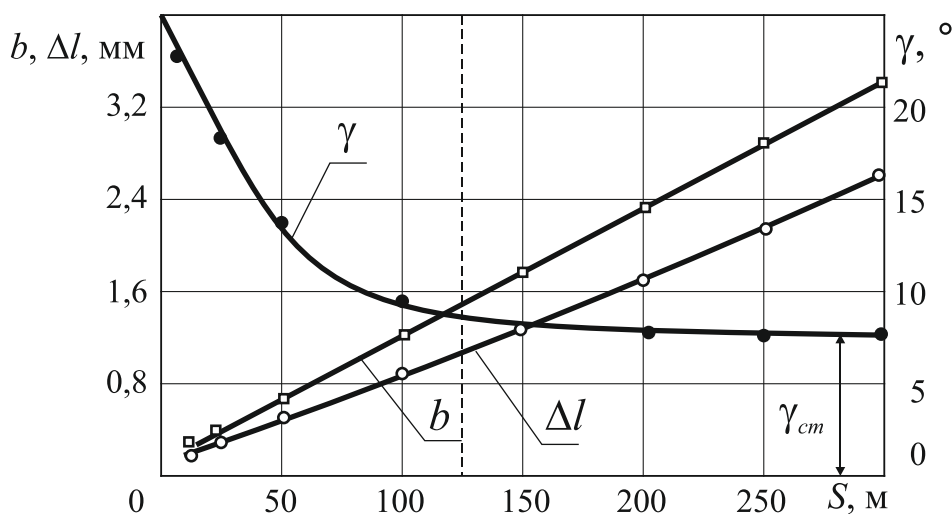


Рис. 2. Динамика износа режущего лезвия при увеличении длины резания

Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов показала, что кривая  $\gamma=f(S)$  описывается уравнением

$$\gamma = \begin{cases} a(b - S_1)^x + l; & \text{при } S_1 \in [0; 110] \\ \gamma_{cm}; & \text{при } S_1 \in (110; +\infty) \end{cases} \quad (2)$$

где  $a$  и  $b$  – коэффициенты, зависящие от условий резания,  $x$  – функция пути резания.

Рост параметров изнашивания обусловлен увеличением сопротивления почвы разрушению при повышении скорости резания. В этом случае растет давление частиц на кромку лезвия, что вызывает его повышенный износ. Проведенные исследования [3] также показали, что с увеличением скорости внедрения твердого тела в поверхность почвенной массы повышаются силы ее сопротивления и удельная энергия, затрачиваемая на деформацию и разрушение почвы [4].

#### Выводы

1. Абразивная модель почвы соответствует реальной суглинистой почве для исследования изнашивания режущих элементов.
2. С увеличением размеров стружки, когда дно борозды становится неровным, интенсивность изнашивания лезвия снижается вследствие роста трещины отрыва и уменьшения давления абразивных частиц на режущую кромку лезвия.
3. С ростом концентрации в абразивной среде мелких пылевидных частиц с невысокой изнашивающей способностью, на кромке лезвия образуется фаска с углом наклона к лицевой поверхности лезвия, причем этот угол растет пропорционально увеличению концентрации мелких частиц.
4. При увеличении твердости почвы более 2 МПа наблюдается резкое повышение интенсивности изнашивания лезвия, что связано с изменением механизма износа.

5. С ростом скорости движения лезвия увеличивается интенсивность изнашивания лезвия из-за повышенных сил сопротивления и удельной энергии, затрачиваемой на деформацию и разрушение почвы.

### Библиографический список

1. Лискин, И.В. Результаты лабораторных исследований почворежущих рабочих органов / И.В. Лискин, Я.П. Лобачевский, Д.А.Миронов, С.А. Сидоров, А.И. Панов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – Т. 12. – № 4. – 2018. – С. 41-47.

2. Лискин, И.В. Влияние почвенных условий на износ рабочих органов И.В. Лискин, Д.А. Миронов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – № 5. – 2013. – С. 29-31.

3. Лискин, И.В. Искусственная почва для исследования закономерностей абразивного изнашивания лезвий / И.В. Лискин, С.А. Сидоров, Д.А. Миронов, А.В. Миронова // В сборнике: Приоритеты мировой науки: эксперимент и научная дискуссия. Материалы 8 научной конференции. – М.: Научно-издательский центр «Открытие». – 2015. – С. 100-104.

4. Алдошин, Н.В. Расчет почвообрабатывающих машин. Методические указания / Н.В. Алдошин, А.И. Панов, А.А. Манохина, Н.В. Вольф // М.: Изд-во РГАУ-МСХА. – 2016. – 93 с.

УДК 631.354.024/.028

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЧЕСЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПРИ УБОРКЕ РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

*Лылин Николай Алексеевич, старший преподаватель кафедры сельскохозяйственных машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** В статье приведены различные конструкции очесывающих устройств, использующихся в уборочных сельскохозяйственных машинах. Показано различие свойств убираемых культур. Описаны конструкции очесывающих устройств и технологический процесс их работы. Намечены пути совершенствования очесывающих аппаратов и расширения их применения.

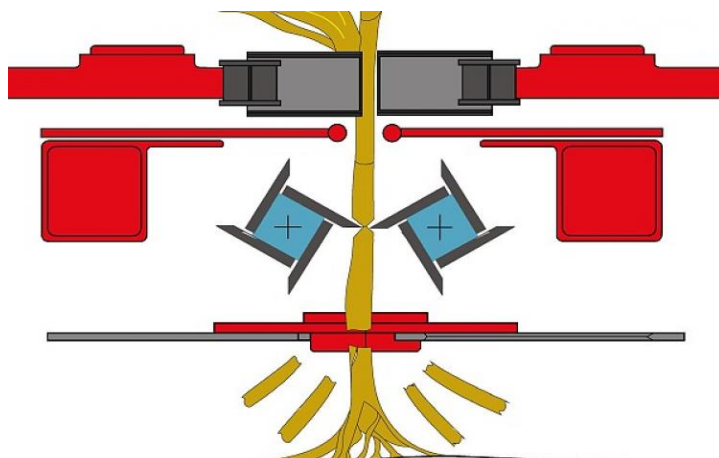
**Ключевые слова:** очес, очесывающий аппарат, уборка, комбайн, жатка.

Наиболее трудоемкими работами в сельскохозяйственном производстве являются процессы, связанные с уборкой. Многие сельскохозяйственные культуры убирают методом очесывания. Данный метод исключает срезание стеблей растений. Метод очеса применяется при уборке семенных коробочек льна, семян конопли, семенников трав, для выделения семян из соцветий кормовых культур, отделения шишек хмеля и стручков бобовых культур от стеблей, отрыв початков кукурузы. В связи с большим разнообразием свойств убираемых культур различаются и конструкции очесывающих устройств.

Уборку льна выполняют с использованием льноуборочных комбайнов, в конструкции которых используется гребневой очесывающий аппарат. Очесывающие

гребенки закреплены на барабане при помощи шарнирного параллелограммного механизма. Барабан заключен в кожух. При вращении барабана гребенки совершают плоскопараллельное перемещение по круговой траектории. Зафиксированные в зажимном транспортере стебли вытеребленного льна подаются вдоль оси вращения очесывающего барабана перпендикулярно очесывающим гребенкам. Зубья гребенки внедряются в слой материала и отрывают семенные коробочки от стеблей или верхушки стеблей вместе с семенными коробочками.

Початкоотделяющий аппарат в конструкции жатки для уборки кукурузы на зерно представляет собой щелевой очесывающий аппарат с парой активных валцов и подающих цепочно-пальцевых транспортеров. При уборке стебли кукурузы направляются делителями в пространство между подающими транспортерами. Закрепленные на втулочно-роликовых цепях пальцы захватывают растения и способствуют прохождению стеблей в зазоре между планками. Одновременно с этим стебли кукурузы зажимаются активными зубчатыми валцами и срезаются ротационным дисковым режущим аппаратом. Вращающиеся навстречу друг другу валцы способствуют движению зажатого стебля сверху вниз, при этом происходит очесывание початков кукурузы в зазоре между планками и измельчение очесанного стебля режущим аппаратом.

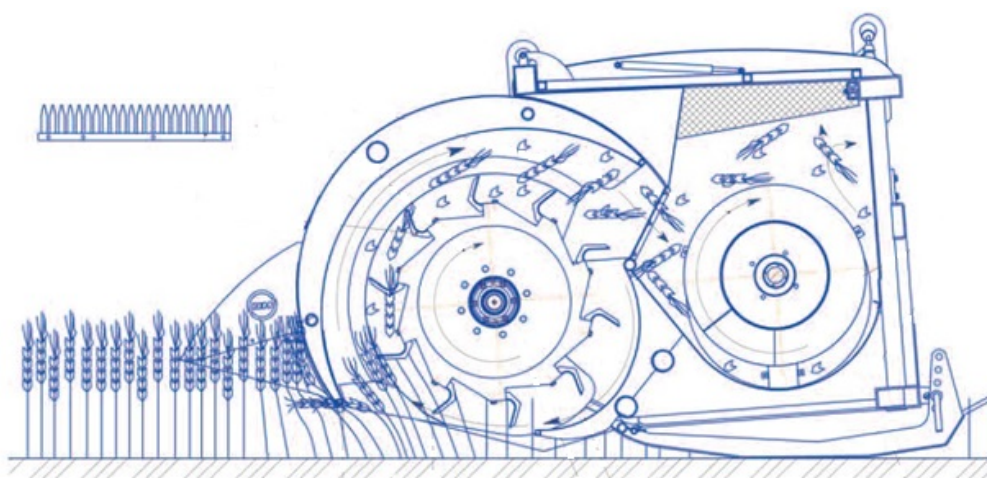


**Рис. 1. Схема початкоотделяющего аппарата кукурузной жатки зерноуборочного комбайна**

Принцип действия щелевых очесывающих аппаратов основан на протаскивании стеблей растений через узкое пространство – щель, образованную гладкими или зубчатыми планками. Ширина щели ограничивается с одной стороны толщиной стеблей, с другой стороны шириной очесываемого материала (диаметр семенных коробочек, толщина стручков бобовых культур, колосьев злаковых, початков кукурузы и д.т.). Работа таких аппаратов возможна как при принудительном протаскивании через неподвижную щель материала, зажатого при помощи зажимных транспортеров из прорезиненных лент, цепочно-пальцевых транспортеров, пары активных валцов, так и посредством движения самой щели над слоем очесываемого материала.

Перспективным направлением уборки зерновых культур является уборка методом очеса на корню [1]. Колосья отрываются от стеблей рабочими органами очесывающей

жатки и направляются в молотилку, где происходит обмолот, сепарация мелкого и грубого вороха, очистка вороха от примесей. Подаваемая в комбайн масса состоит главным образом из зернового компонента (около 80%) в виде колосьев или свободного зерна и примесей – солома и полова. Для очеса зерновых и зернобобовых культур разработаны очесывающие жатки различных конструкций. Наиболее распространены следующие очесывающие жатки: двухбарабанная жатка «Славянка» (Украина), однобарабанные «Озон» (Россия) и Shelbourne Reynolds (Великобритания). На рисунке 2 показано устройство и технологический процесс работы однобарабанной очесывающей жатки [2]. Рабочим органом жатки является барабан с очесывающими гребенками. Гребенки внедряются в слой материала, стебли проходят сквозь щели гребенок, колосья при этом отрываются. За счет быстрого вращения очесывающего барабана нередко происходит выбивание зерен из колоса. Очесанной массе сообщается высокая скорость, затем она направляется к переднему козырьку, от которого отражается и подается к шнеку [3].



**Рис. 2. Схема и технологический процесс работы однобарабанной очесывающей жатки**

Несмотря на преимущества очесывающих жаток у них есть и недостатки. Если соцветия растений расположены вдоль всего стебля (бобовые культуры) или некомпактно (рапс), отделившиеся после очеса зерна из нижней части стебля при отрыве от растения сталкиваются со стеблестоем и могут значительно отклоняться от заданного направления, что приведет к существенным потерям зерна. Кроме этого стандартные очесывающие гребенки для зерновых колосовых культур мало пригодны для уборки зернобобовых культур из-за малого раствора зубьев, вследствие чего увеличиваются потери зерна неочесанной массой. Для снижения потерь зерна требуется совершенствование конструкции очесывающей жатки [4].

#### **Библиографический список**

1. Алдошин, Н.В. Уборка смешанных посевов зерновых культур методом очёса / Н.В. Алдошин, А.А. Золотов, А.С. Цыгуткин, Н.А. Лылин, Малла Бахаа // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего

профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 1 (71). – 2016. – С. 7-13.

2. Лылин, Н.А. Уборка зернобобовых культур методом очеса / Н.В. Алдошин, Н.А. Лылин, М.А. Мосяков // Дальневосточный аграрный вестник. – №1(41). – 2017. – С. 67-74.

3. Лылин, Н.А. Жатка «Озон» на уборке белого люпина / Н.В. Алдошин, Н.А. Лылин, М.А. Мосяков // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию А.П. Тарасенко, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. – Часть II. – 2017. – С. 102-109.

4. Патент РФ № 164619, МПК А01D41/08 Очесывающий барабан / Лукомец В.М., Алдошин Н.В., Золотов А.А., Цыгуткин А.С., Мосяков М.А., Лылин Н.А., Аладьев Н.А., Воронов А.М. – опубл. 10.09.2016. – Бюл. № 25.

УДК 631.333.53:631.81

## **ПРОЕКТ МАШИНЫ ДЛЯ РАВНОМЕРНОГО ВНЕСЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ИХ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ПРИМЕНЕНИИ**

***Астахов Василий Сергеевич**, профессор кафедры механизации растениеводства и практического обучения, УО БГСХА, г. Горки, Беларусь.*

***Аннотация:** В статье предлагается вариант машины, способной обеспечить неравномерность высева различных гранулированных минеральных удобрений 2...5% при их дифференцированном внесении за счет использования пневматической системы группового дозирования с принципиально новыми распределителями семян горизонтального типа.*

***Ключевые слова:** гранулированные минеральные удобрения, неравномерность внесения, эффективность использования удобрений, экологические проблемы, пневматическая высевающая система, распределитель горизонтального типа.*

Ежегодно в мире для повышения урожайности с/х культур используются миллионы тонн минеральных удобрений (азотные, фосфорные, калийные, другие разновидности микроудобрений и известковые материалы). Это является одним из наиболее значимых факторов, влияющих на плодородие почв и их продуктивность [1].

Использование минеральных удобрений позволяет компенсировать вынос элементов питания с урожаем и обеспечивать повышение запасов в почвах фосфора и калия. Однако, массированное использование минеральных удобрений привело к ухудшению качества продуктов растениеводства, проникновению нитратов, хлоридов, сульфатов в грунтовые и поверхностные воды, повышению их содержания в колодезной воде, что вредно для людей и животных. Основными причинами отрицательного влияния минеральных удобрений является нарушение (завышение) установленных доз

внесения, неравномерное их распределение по полю, несоблюдение сроков и кратности применения, недостаточный учет агрохимического состава почвы и других факторов. Это приводит к избыточному накоплению нитратов в растениях. Усугубляет эту проблему и бесхозяйственное, безответственное отношение к применению средств химизации, что привело к негативным экологическим последствиям. Ни для кого не секрет, что на практике в большинстве хозяйств не проводят настройку машин для внесения минеральных удобрений на равномерность высева из-за сложной методики её проведения. Это притом, что центробежные разбрасыватели и при настройке не обеспечивают хорошей равномерности [2]. А ведь экологическая безопасность и максимальная экономическая выгода от применения минеральных удобрений обеспечиваются только при условии соблюдения рекомендуемых доз удобрений, их равномерного распределения по поверхности поля в требуемые агротехнические сроки.

При нарушении оптимального срока внесения азотных удобрений, подкармливаемые растения или их не усвоят, что приведет к их накоплению в почве со всеми негативными последствиями. Или растениями будет усвоено больше азота, чем требовалось, что ухудшит качество продукта.

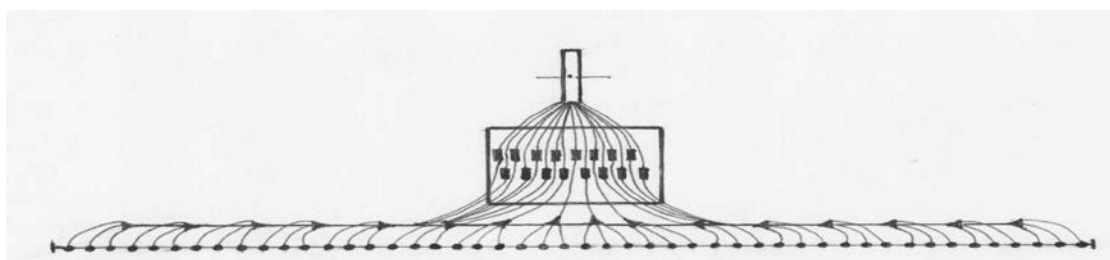
Внесение доз азота, превышающих заданные нормы, приводит к тем же негативным последствиям, что и внесение его не в оптимальные сроки. А неравномерное внесение означает, что в одних местах их концентрация больше, что создает предпосылки для загрязнения растений, почвы и воды, в других меньше, соответственно, ниже интенсивность развития растений. Таким образом, возникает пестрота почвенного плодородия и снижается эффективность применяемых удобрений.

К сожалению, большинство выпускаемых у нас в стране и за рубежом центробежных машин для внесения минеральных удобрений, несмотря на предпринимаемые многочисленные усовершенствования, на практике обеспечивают неравномерность внесения в пределах 30, 40, 50, 70 %. Это приводит к существенному недобору урожая, что доказано исследованиями Белорусского НИИ почвоведения и агрохимии и существенным потерям вносимых питательных веществ, которые в почве переходят в трудноусвояемые для растений формы. В результате теряется до 60 % азота, 80 % – фосфора и 50 % - калия. Эта ситуация еще больше усугубляется отсутствием в некоторых хозяйствах специалистов-агрохимиков, а также экологической безграмотностью наших механизаторов, многих руководителей среднего и высшего звена. В результате происходит интенсивный процесс загрязнения химикатами почв, грунтовых вод, озер и рек, воздушного бассейна. И в Беларуси нередки случаи запрета использования колодезной воды для пищевых целей.

Учитывая эти экологические проблемы, свойственные многим развитым странам мира, для получения качественных продуктов питания у них наметился поворот к органическому земледелию, без использования минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Однако решить продовольственную проблему на Земле таким способом вряд ли удастся по причине более низких урожаев и снижающихся сельскохозяйственных земельных ресурсов. Поэтому, на наш взгляд, стратегическим курсом должно стать существенное уменьшение применения минеральных удобрений за счет повышения эффективности их использования путем разработки принципиально новых машин с использованием элементов точного земледелия, исключая влияние человеческого фактора на качество их внесения.

Так, существующие в большинстве своем для внесения минеральных удобрений центробежные разбрасыватели, с одной стороны просты в эксплуатации, с другой стороны – для обеспечения их максимальных возможностей по равномерности внесения удобрений механизатору необходимо хорошо знать и качественно выполнять все регулировки и соблюдать правила производств работ. При этом на качество внесения удобрений влияют скорость и направление ветра, рельеф местности, скорость движения, соблюдение расстояния между смежными проходами, цикличная подача удобрений на разбрасывающие диски, отсутствие технических средств точного вождения агрегата, наличие участков с двойным внесением удобрений или без них по причине наличия на полях столбов, бдюец, кустов и т.д. На основании этого можно сделать вывод, что обеспечить хорошую равномерность распределения минеральных удобрений центробежными разбрасывателями не представляется возможным. А для внесения дробных (малых) доз азотных удобрений в разные фазы вегетации растений с неравномерностью не более 10 % эти машины вообще не пригодны. По этой причине совершенствование этих машин не даст желаемого результата с точки зрения существенного повышения экономической эффективности применения минеральных удобрений и их экологической безопасности.

Поэтому, главный упор необходимо сделать на разработке штанговых машин, обеспечивающих одинаковую ширину захвата при внесении различных удобрений, а в качестве высевающей системы использовать пневматическую систему высева. Это позволит решить проблему точного дозирования минеральных удобрений с помощью штифтовых или ячеистых дозаторов. А также практически исключит влияние неровностей и наклона рельефа, ветра, частоты вращения двигателя, скорости движения и других факторов на равномерность внесения удобрений. Причем, в качестве высевающей системы использовать пневматическую высевающую систему группового дозирования с принципиально новыми распределителями семян горизонтального типа, не имеющих аналога за рубежом [3]. В такой системе один дозатор обслуживает один распределитель, делящий поток на шесть, пять, четыре или три части в зависимости от назначения машин. Принципиальная схема показана на рисунке.



**Рис. Принципиальная схема пневматической высевающей системы для дифференцированного внесения гранулированных минеральных удобрений**

Она включает бункер для туков, 16 дозаторов, расположенных в два ряда, вентилятор, трубопроводы, штанга для крепления трубопроводов и распределителей. Расстояние между концами семяпроводов может составлять 12,5...15 см при использовании шестиканального распределителя или 25...30см при использовании трехканального распределителя. Конструкция штанги аналогична применяющихся на

опрыскивателях с возможностью регулировки по высоте и автоматизированного регулирования положения относительно обрабатываемой поверхности.

Рабочий процесс происходит следующим образом: катушки дозируют туки в эжекторный питатель, где они подхватываются воздушным потоком и транспортируются к распределителям. От них по тукопроводам, концы которых закреплены на штанге через 12,5...15 см или 25...30см подаются на подкармливаемые растения или поверхность земли. При этом высевая система без регулировок обеспечивает неравномерность высева в пределах 2-5 % независимо от вида удобрений и колебаний влажности благодаря совместному использованию оригинальной конструкции эжекторного питателя и распределителя. Это было подтверждено результатами исследований еще в 1990 году в НПО НИКТИМ сельхозмаш (г. Запорожье, Украина) и реализовано в машине по внутрипочвенному внесению твердых минеральных удобрений МВВ-8, рекомендованной в производство. При испытаниях на суперфосфате с нормой от 80 до 1200 кг/га была получена неравномерность высева в пределах 2-5%. Используемый распределитель обеспечивает высокую равномерность высева не только семян с разными физико-механическими свойствами, но и различных удобрений без дополнительных регулировок. Таким образом, предлагаемая высевая система обеспечит высокую равномерность внесения различных гранулированных минеральных удобрений, практически исключив влияние на этот процесс субъективного (человеческого) и объективных факторов. Главное в этой системе обеспечить заданные обороты вентилятора и точно установить рекомендуемые дозы удобрений, бережно хранившиеся в закрытых помещениях.

Однако, главным достоинством предлагаемой машины является ее способность дифференцированного внесения минеральных удобрений с использованием системы точного земледелия. Это может существенно повысить окупаемость минеральных удобрений и отдачу каждого участка поля, благодаря сглаживанию пестроты почвенного плодородия в рамках одного поля. Проведенные в стране исследования показали большую неоднородность участков полей по содержанию гумуса, подвижного фосфора и калия, кальция и других элементов питания, которые могут изменяться в 2-3 раза и более на одном поле [4]. А при равномерном (не дифференцированном) внесении минеральных удобрений неоднородность участков полей не сглаживается.

Для реализации данных возможностей каждая катушка должна приводиться во вращение электрическим двигателем, управляемым бортовой ЭВМ машины. В зависимости от поданного сигнала катушка вращается быстрее или медленнее, что приводит к изменению дозы внесения удобрений для конкретного участка поля по результатам агрохимического обследования или показателям сенсорных датчиков листовой диагностики подкармливаемых растений. При работе на полях неправильной формы, объезде препятствий, блюдец и т.д. высевая катушки отключаются в местах, где уже был произведен рассев удобрений, тем самым исключая двойные дозы и экономя удобрения.

В силу высокой равномерности внесения удобрений очевидно следует пересмотреть вносимые дозы в сторону уменьшения из-за повышения эффективности их использования. А при появлении сенсорных датчиков, определяющих наличие в почве фосфора, калия, кальция (без агрохимического обследования полей) высевая система обеспечит нужное количество удобрений на каждой полосе поля шириной 0,75



м. В результате использования такой машины экономия дорогих удобрений может составить от 30 до 50 % при существенном повышении их эффективности применения и снижении экологической безопасности. Поэтому разработка сенсорных датчиков, определяющих наличие в почве различных питательных веществ, оказывающих существенное влияние на урожайность, является крайне важной задачей. Её решение значительно упростит и снизит стоимость агрохимического анализа почв при существенном повышении их точности.

Подготовка к работе такой машины потребует квалифицированных специалистов в области компьютерных технологий, обеспечивающих предварительную разработку на стационарном компьютере карты-задания для конкретного поля, в которой дозы удобрений для каждого участка поля пространственно привязаны с помощью GPS, рассчитанные по результатам агрохимического обследования. Квалифицированно проводить такую работу смогут лишь специально созданные «Центры агрохимического обслуживания полей», территориально, вероятнее всего, на уровне районов. Выполнить эту работу специалистами хозяйств не представляется возможным. Их главной функцией будет своевременно представлять заявки на разработку карт-заданий для своих полей, которые переносятся на чип-карты, а затем на бортовой компьютер трактора, оснащенный GPS-приемником и выполняющим заданную операцию. Трактор, двигаясь по полю, с помощью GPS определяет свое место нахождения и считывает с чип-карты дозу удобрений для этого участка. Затем посылается сигнал с бортового компьютера на электрический привод катушки, которая увеличивает или уменьшает обороты для обеспечения заданной дозы.

Таким образом, с помощью такой машины будет достигнута максимальная реализация генетического потенциала растений на фоне максимальной отдачи от каждого участка поля, благодаря более эффективному использованию минеральных удобрений и существенному снижению их экологической безопасности. Применение дифференцированного внесения гранулированных минеральных удобрений позволит рационально использовать дорогостоящие минеральные удобрения и приведет к снижению себестоимости растениеводческой продукции. Это позволит вывести отечественное сельское хозяйство на новый уровень.

### **Библиографический список**

1. Степук, Л.Я. Технологии и машины для внесения минеральных удобрений: монография / Л.Я. Степук, Н.И. Дудко, В.Р. Петровец // Горки, БГСХА. – 2010 – 260 с.
2. Степук, Л.Я. Плюсы и минусы центробежных разбрасывателей / Л.Я. Степук, В.В. Барабанов // Наше сельское хозяйство. – №2. – 2009. – С. 32-36,
3. Астахов, В.С. Неосвоенные резервы посевных машин / В.С. Астахов // «Белорусское сельское хозяйство». – №10. – 2013. – С. 118-120.
4. Степук, Л.Я. Техничко-экономические аспекты дифференцированного внесения удобрений в системе точного земледелия / Л.Я. Степук [и др.] // Вестник БГСХА. – №3. – 2012. – С. 110-116.

## ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ БЕССОШНИКОВОЙ СЕЯЛКИ ДЛЯ ПОСЕВА ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР

**Орловский Сергей Николаевич**, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет

**Аннотация:** Разработана сеялка для высева семян лесных культур, основанная на принципе отрыва пласта почвы от основания направленной вертикально силой. Пласт, претерпевший деформации изгиба, легко крошится роторным измельчителем, присыпая внесённые под него семена лесных культур. На этом принципе создана сеялка для питомников.

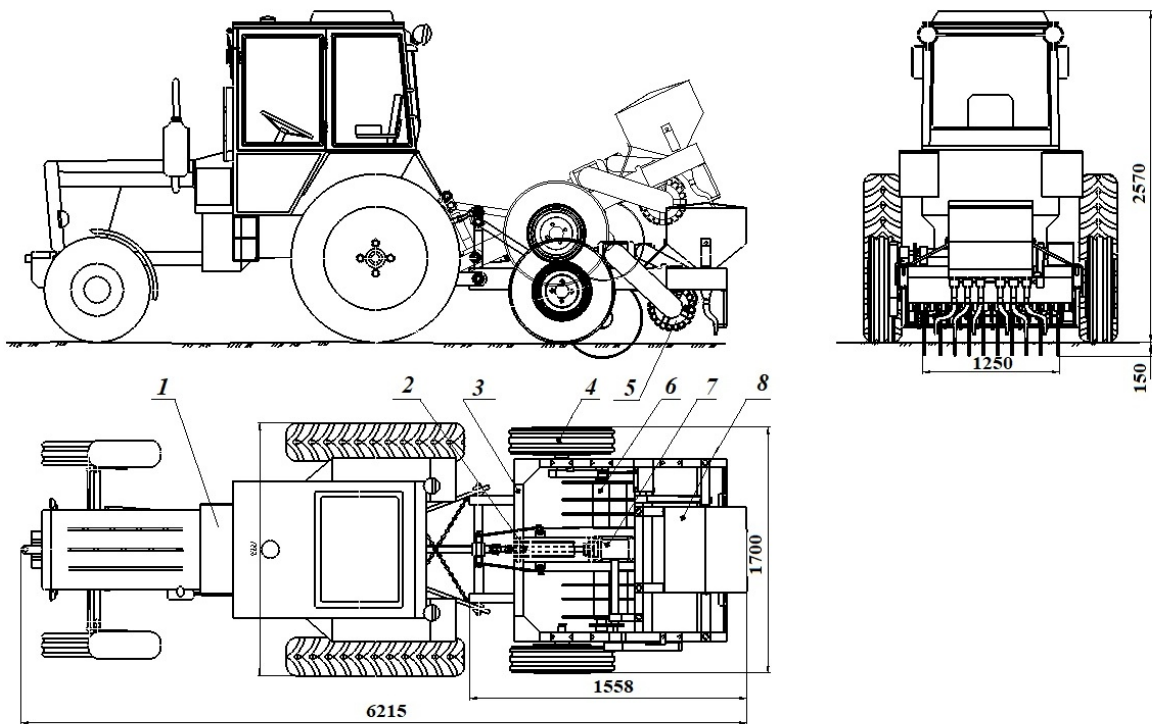
**Ключевые слова:** обработка почвы, отрыв пласта, диски, скребок, фреза, привод, посев.

Все виды обработки почвы построены на принципе её подрезания и подъема или оборота пласта посредством клина и отвала. Возможно другое решение этой задачи – замена подрезания отрывом, как значительно менее энергоёмкая операция. Целью работы является создание орудия для посева семян лесных культур в питомниках, выполняющего функции подготовки почвы и посева, которое позволит повысить производительность труда и качество работ, снизить затраты энергии на выполнение технологического процесса и повысить его качество.

Сущность предлагаемого принципа работы сеялки заключается в том, что плоские тонкие диски на общей горизонтальной оси, перпендикулярной направлению движения, перекачивают по почве, врезаются в почву, защемляют отрезанный пласт, отрывают его от постели и поднимают на поставленный на пути пласта скребок, который выталкивает почву из дисков. При этом происходит отделение пласта почвы и его крошение. Относительно малая энергоёмкость данного способа подъема почвы достигается за счёт использования наименее энергоёмкой деформации растяжения почвы в отличие от её резания [1].

В дисковом подъемнике почва медленно поднимается и затем высыпается, распадаясь на свои природные структурные агрегаты. Операции подготовки почвы и посева семян выполняются одновременно. При высева семян лесных культур они попадают в разрыхлённую на всю глубину почву, что способствует улучшению всхожести и усилению роста.

Диски сидят на общем валу и приводятся во вращение от вала отбора мощности трактора. Предложено оптимизировать конструкцию сеялки лесных культур, работающей по принципу механического подъёма почвы вращающимися дисками, посредством определения оптимальных технологических режимов подъёма почвы и её крошения. Экспериментальные исследования были выполнены на созданном автором макетном образце орудия. Компонировка агрегата представлена на рисунке 1.



**Рис. 1. Компоновка агрегата для подготовки почвы и посева семян:**

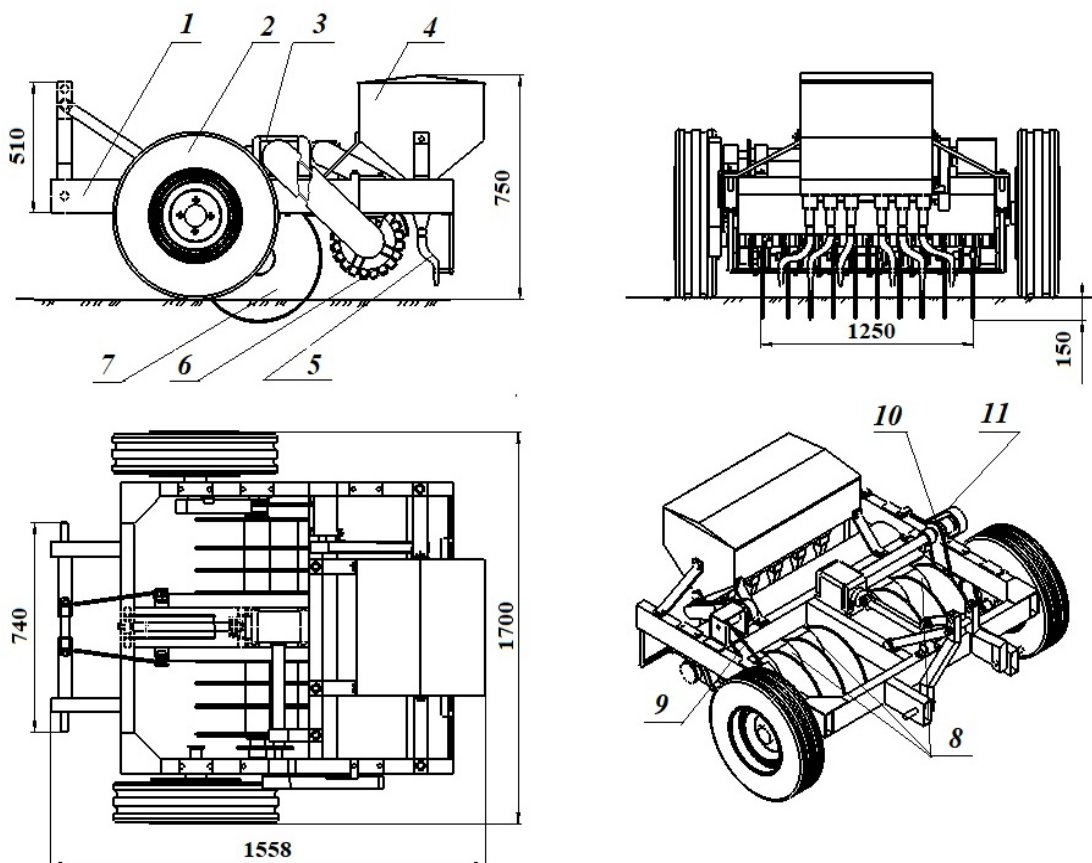
1 – трактор; 2 – вал карданный; 3 – рама; 4 – колёса; 5 – роторный измельчитель;  
6 – дисковый подъёмник; 7 – редуктор; 8 – бункер

Сеялка присоединяется к навесной системе трактора, привод рабочих органов осуществляется от вала отбора мощности (ВОМ) трактора через редуктор (привод дискового подъёмника и измельчителя) и от ходового колеса сеялки (привод высеивающего аппарата) посредством цепных передач.

Конструкция сеялки представлена на рисунке 2.

Сеялка работает следующим образом: – при движении сеялки диски 7 поднимают зажатую между ними почву; – скребки 8 выталкивают её из междискового пространства; – роторный измельчитель 6 дробит почву, дополняя рыхлящее действие дисков 7; – семена из бункера 4 через высеивающие аппараты 5 поступают в разрыхленный грунт и присыпаются им.

Способ подъема почвы дисками заключается в отрыве и подъеме слоя почвы, зажимаемого между двумя дисками, которые разрезают почву [2]. Диски погружаются в почву на глубину  $h$ . При этом на поверхности соприкосновения диска с почвой развиваются силы нормального давления почвы на диск и силы трения. Примем следующие обозначения. Удельное давление  $q$ , коэффициент трения  $f$ , масса устройства  $Q$ , тяговое усилие трактора  $P$ , крутящий момент  $M$ , радиус диска  $R$  и их толщина  $\delta$ . Расстояние мгновенного центра вращения системы диск-почва (МЦВ) до оси обозначим через  $\rho$ . Практически  $\rho$  не равно  $R$ .



**Рис. 2. Сеялка для лесных культур**

1 – рама; 2 – колёса; 3 – редуктор; 4 – бункер; 5 – высеивающий аппарат; 6 – измельчитель; 7 – дисковый подъёмник; 8 – скребки; 9-11 – цепи привода высеивающего аппарата, дискового подъёмника и роторного измельчителя

Задачи исследования:

- определить значения  $P$  и  $M$  при работе орудия;
- выбрать соотношения между линейной скоростью трактора  $V$  и угловой скоростью вращения дисков  $\omega$  по критерию минимума энергоёмкости.

Полные силы воздействия почвы на диски могут быть приведены к горизонтальной силе, определяемой по выражению

$$P_x = Q_x + X, \quad (1)$$

и приложенной в центре мгновенного вращения  $O$ , а также вертикальной силе  $P_y = Q_y$ , приложенной в той же точке, и паре сил с моментом  $m = M_1 + M_2$ ,

Развернутые выражения для сил  $P_x$ ,  $P_y$  и  $m$  имеют вид:

$$P_x = -f \cdot P \oint \rho \cdot dy - \frac{1}{2} E \frac{h^2}{R} (a - \delta), \quad (2)$$

$$P_y = f \cdot P \oint \rho \cdot dx, \quad (3)$$

$$m = f \cdot P \iint \rho \cdot dF + \frac{1}{2} E \frac{h^3}{R} (a - \delta). \quad (4)$$

Формулы для  $P_x$ ,  $P_y$  и  $M$  могут быть представлены в окончательном виде следующим образом:

$$P_x = -E \left[ \left( \frac{\delta}{a} + K \frac{h}{R} \right) f \oint \rho \cdot dy + \frac{1}{2} \frac{h^2}{R} (a - \delta) \right], \quad (5)$$

$$P_y = E \left( \frac{\delta}{a} + K \frac{h}{R} \right) f \cdot \oint \rho \cdot dx, \quad (6)$$

$$M = E \cdot \left[ \left( \frac{\delta}{a} + K \cdot \frac{h}{R} \right) \cdot f \iint \rho \cdot dF + \frac{1}{2} \cdot \frac{h^3}{R} (a - \delta) \right]. \quad (7)$$

Мощность, затрачиваемая на удаление почвы из дисков, определяется по формуле:

$$W_1 = S \cdot \omega \cdot R = S \cdot v, \quad (8)$$

где  $\omega$  – угловая скорость вращения диска,

$R$  – его радиус,

$V$  – линейная скорость агрегата.

Затраты мощности на подъём почвы на высоту расположения скребков определяется по выражению [3]

$$N_1 = (\gamma \cdot h \cdot n \cdot a) \cdot H \cdot V, \quad (9)$$

где  $V$  – скорость движения, м/с;

$\gamma$  – удельный вес почвы,

$h$  – глубина снимаемого слоя;

$a$  – ширина снимаемого слоя.

Полная мощность, затрачиваемая дисковым подъемником, состоит из трех элементов:

- 1) мощности, затрачиваемой на подъем почвы;
- 2) мощности, расходуемой при захватывании дисками почвы;
- 3) мощности на удаление почвы из дисков.

Полные затраты мощности на привод дискового подъемника определяются по выражению

$$W = (\gamma \cdot h \cdot n \cdot a) \cdot H \cdot V + \left\{ E \cdot \left[ \left( \frac{\delta}{a} + K \cdot \frac{h}{R} \right) \cdot f \cdot \iint \rho \cdot dF + \frac{1}{2} \cdot \frac{h^3}{R} \cdot (a - \delta) \right] \right\} \cdot \frac{V}{R} + \left\{ \frac{2 \cdot f \cdot P_c \cdot F \cdot (\sin \alpha - \cos \alpha)}{[\sin \alpha \cdot (f - f_1) + \cos \alpha \cdot (1 - f_1 \cdot f)] \cdot \sin \alpha} \right\} \cdot \tau. \quad (10)$$

где  $\gamma$  – удельный вес почвы, кг/м<sup>3</sup>;  $h$  – глубина хода дисков;  $n$  – число пластов;  $a$  – ширина пласта;  $H$  – толщина пласта,  $V$  – скор движения, м/с;  $E$  – модуль упругости почвы, кг/см<sup>2</sup>;  $\delta$  – толщина диска, м;  $K$  – экспериментальный коэффициент;  $R_p$  – расстояние до МЦВ;  $F$  – площадь вырезаемого пласта;  $f$  – коэффициент трения почвы о поверхность диска;  $f_1$  – коэффициент качения орудия по полю;  $\alpha$  – угол наклона поверхности скребка к окружности диска.

Затраты мощности на работу дискового подъемника сеялки по выражению (10) составляют 5,8 кВт. Затраты мощности на дробление почвы роторным измельчителем определялись по методике [3]. Цель расчётов – определение оптимальных режимов резания и геометрии резцов на стадии проектирования аналитическим методом и

проектирование на основе полученных данных рабочего органа измельчителя. Расчёты выполнены в компьютерной программе Freza\_n [4].

### **Заключение**

На основе общей теории обработки почвы методом отрыва получены математические зависимости, позволяющие рассчитать силовые и энергетические показатели проектируемого орудия на стадии конструирования. Предложен метод оптимизации режимов резания почвы, конструктивных и геометрических параметров ротационного измельчителя, подтвержденный экспериментально.

Установлена степень влияния условий работы, параметров дисков и режима фрезерования на величину крутящего момента привода измельчителя.

Применение предлагаемой сеялки позволяет обеспечить возможность не только сева, но и культивации почвы, снизить энергоёмкость технологического процесса, обеспечить ускорение роста посадочного материала.

### **Библиографический список**

1. Орловский, С.Н. Методика расчёта рабочего органа грунтомета для тушения кромки лесного низового пожара / С.Н. Орловский // Лесн. журнал – № 4. – 2014. – С. 79-85. (Изв. высш. учеб. заведений).

2. Орловский, С.Н. Определение энергетических и динамических параметров тракторов, режимов резания активных рабочих органов машинно-тракторных агрегатов: монография / С.Н. Орловский // Красноярск, КрасГАУ. – 2011. – 376 с.

3. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007610363, заявка № 2006613951. Расчет энергоёмкости резания лесных почв с подстилкой торцовыми фрезами и затрат мощности на резание и выполнение технологического процесса (Fresa\_n) / Орловский С.Н., Комиссаров С.В., Карнаухов А.И. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ. 2008.

4. Хинчук Д.Г., Хинчук К.Е. Обоснование параметров лесной сеялки, оснащенной сферическим сошником, при посеве ели в условиях дренированных вырубков. Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова / Д.Г. Хинчук, К.Е. Хинчук // Лесн. журнал. – № 5. – 2013. – С. 78-83.

УДК 626.822.002.51:631.312.63

### **ПЛУЖНЫЙ КАНАВОКОПАТЕЛЬ КАНАТНО-ЛЕБЕДОЧНОЙ ТЯГИ**

**Орловский Сергей Николаевич**, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет

**Аннотация:** Разработан плужный канавокопатель для выполнения осушительных мелиораций, обеспечивающий прокладку каналов глубиной до 1 м на базе трактора ДТ-75 Б с применением канатно – лебедочной тяги. Обоснован выбор конструкции канавокопателя и режимов его работы, определены конструктивные и геометрические параметры агрегата.

**Ключевые слова:** мелиорация, канавокопатели, трактора, тяговое усилие, упор, лебёдка, канат.

Первый опытный образец канавокопателя канатно-лебёдочной тяги (КЛК-1), был изготовлен и испытан в 1975 г. [1]. На рисунке 1 (А, Б) представлен общий вид упора канавокопателя и его вид в транспортном положении.



**Рис. 1. Канавокопатель КЛК-1**

А – упор канавокопателя КЛК-1; Б – общий вид агрегата в транспортном положении

При работе трактор отъезжает на длину троса и подтягивает канавокопатель, затем снова отъезжает и т.д. По окончании прокладки канавы канавокопатель подтягивается, упор выглубляется и соединяется крюками с осью плуга. Тяговым усилием лебёдки плуг складывается и соединяется с упором. В этом положении канавокопатель может транспортироваться по двум вариантам: - на прицепе за трактором; - на прицепе за автомобилем с трактором в кузове.

При испытаниях КЛК-1 были отмечены следующие недостатки [2]:

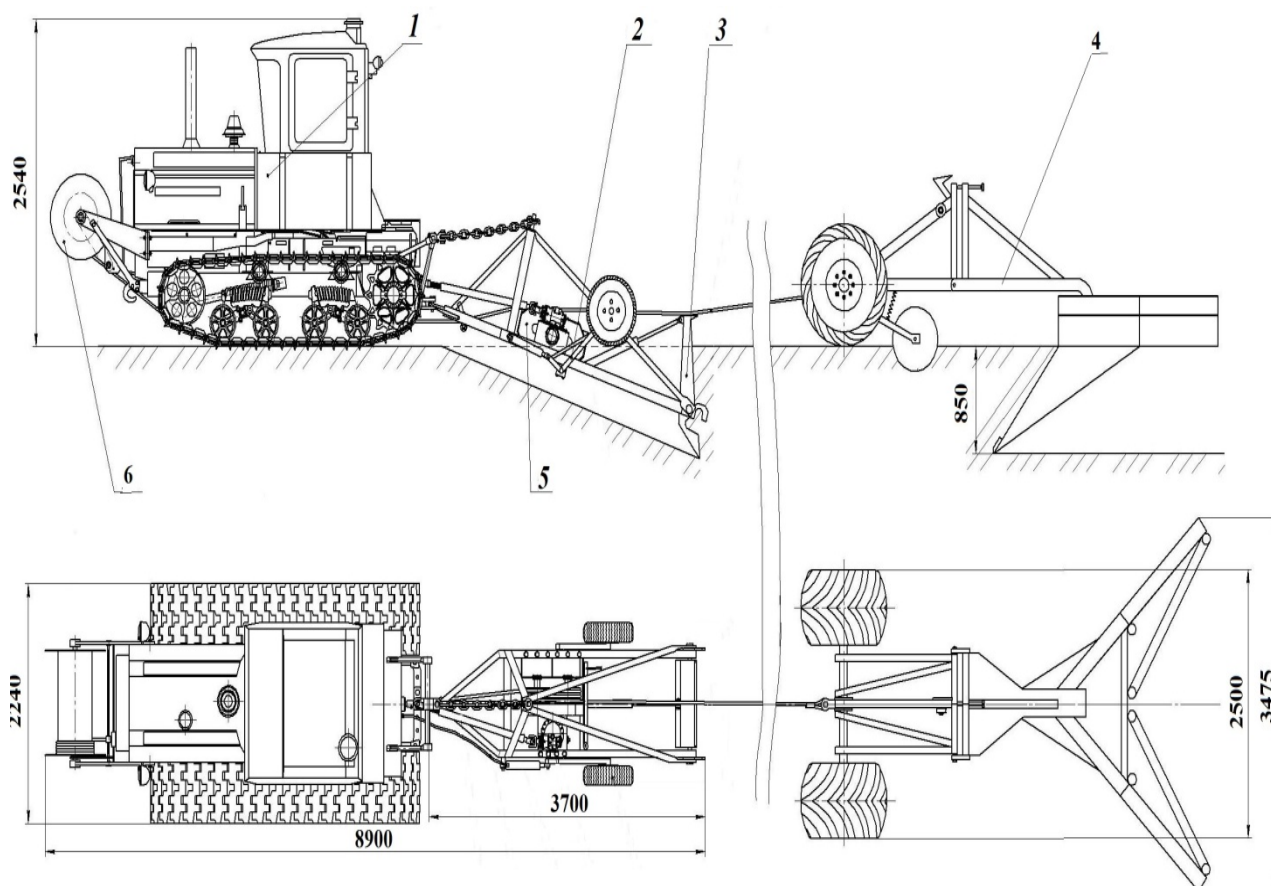
1. Канат на лебёдке на нижних витках раздавливался и приходил в негодность;
2. Переезды снижают производительность ввиду короткого (40 м) каната;
3. Однорабанная лебёдка не обеспечивает постоянного тягового усилия.

Устранить недостатки можно, применив двухбарабанную лебёдку с канатоведущими шкивами. В ней тяговое усилие развивается за счёт трения между канатом и тяговым барабаном. При реальных тяговых усилиях 150 кН и усилиях натяжения свободного конца каната 1-2 кН, требуется три обхвата пары тросоведущих шкивов.

Размотка каната производится за счёт отключения канатоведущих шкивов и намоточного барабана и принудительной размотки каната тяговым усилием трактора. Лебёдка обеспечивает протяжку плужного канавокопателя с глубиной резания до 0,85 м и заложением откосов 1:1, шириной по дну 0,3 м на расстояние 200-250 м за 1 цикл и обеспечивает сохранность тягового каната. При этом эффективность использования трактора возрастает за счёт исключения буксования движителей и повышения КПД.

Агрегат включает трактор ДТ-75Б, лебёдочно-якорное устройство и канавокопатель. Спереди трактора на кронштейнах закреплён намоточный барабан канатоёмкостью 250 м, лебёдочно-якорное устройство включает в себя двухбарабанную лебёдку с приводом от вала отбора мощности и гидроуправляемый упор. Привод

намоточного барабана производится от гидродвигателя МР – 450, установленного внутри барабана [1] (рисунок 2).



**Рис. 2. Чертёж канавокопателя по а.с. № 1266936 и 1500740:**

1 – трактор; 2 – рама упора; 3 – упор; 4 – канавокопатель; 5 – лебёдка с редуктором;  
6 – намоточный барабан

Агрегат работает следующим образом. При прокладке канав тракторист подъезжает к месту их прокладки, переводит плуг из транспортного положения в рабочее, отключает привод лебёдки и трактор с лебёточно-якорным устройством отъезжает на расстояние длины каната, затем упор опускается на грунт в положении гидрораспределителя «плавающее». Включается лебёдка, канат через тяговые шкивы сматывается на намоточный барабан, протягивая канавокопатель.

Упор при этом заглубляется в грунт на всю глубину и удерживает агрегат от смещения. Техническая характеристика агрегата представлена в таблице.

Таблица

**Техническая характеристика канавокопателя**

Наименование параметров	Значения
Агрегатирование	ДТ-75Б
Типы основных рабочих органов	плуг
Дополнительный рабочий орган	упор
Номинальное (максимальное) тяговое усилие лебёдки, кН	120
Скорость намотки и размотки каната, м/с	0,56
Транспортная скорость агрегата, км/ч	до 10



Масса агрегата, кН, не более	16
Производительность на прокладке канав, км/ч	1,5
Обслуживающий персонал, чел.	1- тракторист

Общее тяговое сопротивление упора  $F'$ , кН для торфяных грунтов определяется по выражению [3]

$$F' = 10^{-2} \cdot C_1 \cdot h^n, \quad (1)$$

где  $C_1$  и  $n$ ;  $C_1 = 39$ ,  $n = 1,25$ ,  $h$  – глубина врезания упора, см. Сопротивление упора проектируемого агрегата составит 118 кН.

Дополнительное тяговое сопротивление агрегата при торможении гусениц базовой машины составит 63,7 кН, а общее тяговое сопротивление агрегата 181,7 кН при тяговом усилии на протяжку канавокопателя 96 кН.

Устойчивость агрегата в рабочем положении обеспечивается исключением возможности его поворота вокруг точки опоры, расположенной ниже линия действия силы тяги троса под действием опрокидывающего момента. Коэффициент запаса устойчивости при работе лебёдки составляет 4,9.

Требуемое усилие натяжения свободного конца троса, сматываемого на намоточный барабан, определяется по выражению:

$$P = Q \frac{1}{e^{\mu\alpha}}, \quad (2)$$

где  $Q$  – тяговое усилие троса, кН;

$\alpha$  – угол обхвата тягового барабана, рад (принято 3 полных обхвата);

$\mu$  – коэффициент трения между тросом и барабаном;

$e$  – основание натурального логарифма,  $e = 2,718282$ .

При крутящем моменте гидромотора МР – 450 привода намоточного барабана 1340 Нм и радиусе намотки 0,45 м усилие подтяжки составит 1,19 кН, то есть усилия подтяжки достаточно даже на верхних витках барабана.

Усилия, передаваемые витками троса, размещенными в отдельных ручьях шкива, неодинаковы. Окружные усилия, передаваемые каждой парой полуручьев тросоведущего шкива, определяются по выражению

$$\begin{aligned} P_1 = S - S_1 = S \cdot \left( 1 - \frac{1}{e^{2\pi\mu}} \right); P_2 = S - S_2 = S \cdot \left( \frac{1}{e^{2\pi\mu}} - \frac{1}{e^{4\pi\mu}} \right); \dots P_n = \\ = S_{n-1} - S_n = S \cdot \left( \frac{1}{e^{2(n-1)\pi\mu}} - \frac{1}{e^{2n\pi\mu}} \right). \end{aligned} \quad (3)$$

Полное окружное усилие определяется по формуле:

$$P = \sum P_i = S \cdot \left( 1 - \frac{1}{e^{2n\pi\mu}} \right) \text{ кН} \quad (4)$$

Так как скорость троса, навиваемого на намоточный барабан, меняется при переходе со слоя на слой, то и скорость его вращения должна быть переменной, что достигнуто применением гидравлического привода.

## **Заключение**

Эффективная работа канавокопателя может быть достигнута только с помощью больших тяговых усилий, которые с помощью только трактора достичь невозможно. Реализация требуемых тяговых усилий для работы плужных каналокопателей возможна с применением канатно-лебедочной тяги. На грунтах с низкой несущей способностью такой принцип работы позволяет обеспечить высокую проходимость и КПД, реализовать тяговые усилия, требуемые для прокладки за один проход канала глубиной до 1,7 м.

## **Библиографический список**

1. Орловский, С.Н. Определение энергетических и динамических параметров тракторов, режимов резания активных рабочих органов машинно-тракторных агрегатов: монография / С.Н. Орловский // Красноярск, КрасГАУ. – 2011. – 376 с.
2. Коршун, В.Н. Метод анализа технологических машин для лесного хозяйства / В.Н. Коршун, Карнаухов А.И., Кухар И.В. // Системы. Методы. Технологии. Братск: БрГУ. – № 2 (30). – 2016. – С. 163-169.
3. Roy Brigden 2008. Ploughs and Ploughing (Shire Library). Shire Publications (March 4, 2008), York, UK, P.32.

УДК 66.047

## **ПРОТИВОРЕЧИЕ МЕЖДУ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ АГРОТЕХНИКОЙ И ЭВОЛЮЦИОННЫМ РАЗВИТИЕМ РАСТЕНИЙ ДОЛЖНО БЫТЬ УСТРАНЕНО**

**Чиков Владимир Иванович**, заведующий лаборатории продукционных процессов растений Казанского института биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, КИББ КазНЦ РАН

**Ахтямова Гузель Адгамовна**, научный сотрудник, КИББ КазНЦ РАН

**Пахомова Валентина Михайловна**, профессор кафедры биотехнологии, животноводства и химии, Казанский государственный аграрный университет

**Аннотация:** Установлено, что уменьшенный размер корневой системы у культурных и высокопродуктивных растений связан с негативным действием минеральных удобрений. Был сделан вывод, что необходимо разделение при посеве потоков семян и удобрений. Приведены данные проверки этой идеи с использованием стандартной сеялки СЗС – 3,6.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, посев зерновых, рост корней, засухоустойчивость, эволюция растений

Известно, что в ходе селекции в XX веке было создано много новых и высокопродуктивных сортов растений. Однако, в результате этого отбора культурные растения теряли размер корневой системы и становились неустойчивыми к неблагоприятным факторам среды (прежде всего к засухе). Эти явления усиливались с увеличением применения минеральных удобрений и вели к сокращению органического вещества в почве и потере ее плодородия.

Проведенные в КИББ (совместно с Татарским НИИ СХ) исследования контрастных по устойчивости сортов ячменя показали, что на ранних этапах онтогенеза устойчивые растения имеют вдвое больший размер корневой системы [1]. Экспериментальное изменение массы продуктов фотосинтеза (удаление части листьев) или торможение их экспорта из листьев (повышенный уровень нитратов) выявило, что этот процесс поддается регулированию. Дальнейшие опыты с уровнем минерального питания в грунте и промытом песке показали возможность увеличения массы корней в 1,5-2 раза [2]. Дополнительный эффект (до трех раз) стимуляции роста корней получается при опрыскивании растений комплексными соединениями меди и цинка (аммиакаты) [3].

Специальная проверка, (<https://regnum.ru/news/innovatio/2374286.html?t=1517388452>) показала, что когда растения ячменя были посеяны в ящики с серой лесной почвой (размером 60х60х60см) достаточно было поместить семена в канавку с песком сечением 5 х 5см, чтобы повысить корне-обеспеченность почти в два раза. Из этих данных следовало, что важным условием для развития водопроводящей корневой системы является разделение при посеве потоков семян и удобрений. В данном сообщении приводятся результаты первых опытов, в которых сделана попытка такого разделения потоков в производственных условиях.

#### Методика

Опыты проводились на производственных посевах ячменя сорта Нур-РЗ. В отсутствие необходимой сеялки воспользовались общепринятой в производстве сеялкой СЗС-3,6, но преобразовали ее следующим образом (рисунок 1). В данной сеялке имеется 24 сошника, в каждый из которых по гофрированным пластиковым трубкам поступают из одного ящика семена, а из другого минеральные удобрения. Оба эти потока могут быть регулированы и даже (в случае удобрений) полностью перекрыты задвижками. Поэтому мы, оставляя один сошник неизменным (куда идут семена и удобрения), в двух последующих поток удобрений перекрывали. В результате, у сеялки восемь сошников работали в обычном режиме. В них семена высевались вместе с удобрениями, а оставшиеся шестнадцать (по два после каждого обычного) высевали только семена (рисунок 1). В результате количество удобрений в расчете на единицу площади посева сокращалось в три раза, при сохранении общего количества высеянных семян.



Рис. 1. Схема регуляции сошников сеялки СЗС–3,6 для частичного разделения потоков семян при посеве

Таким образом, у каждого сошника без удобрений рядом был расположен сошник с удобрениями. Поэтому начальный этап развития семян высеванных в шестнадцати сошниках проходил в среде без удобрений. Но позднее эти растения могли достать (в соседнем ряду) необходимое им количество минерального питания. Тем самым эффективность использования удобрений повышалась.

В связи с особенностями холодной погоды в нынешнем году посев был осуществлен только 9 мая, что на неделю позже обычного. Из-за холодов появление всходов тоже задержалось. 30 мая 2018г было протестировано число всходов в разных рядах посева. Просчитывалось число растений на погонном метре в рядке. И так, перемещая линейку поперек рядов посева вправо (каждый раз на один рядок), оценивалось число растений в семи-восьми рядках.

5 июня 2018г на выровненной площади посева (3 x 7 м) растения были опрысканы раствором аммиаков (концентрация  $10^{-4}M$ ). Затем в конце кущения 16 июня были взяты пробы растений разных рядов (в том числе и обработанных аммиакатами) для оценки степени кустистости, массы корней и побегов. Процедура отбора проб была такая же, Двигаясь от исходного рядка вправо, последовательно, один за другим, брали пробы из каждого очередного рядка. При этом рядки из которых были взяты пробы как контрольные растения (необработанные аммиакатами) были те же, из которых были взяты пробы растений, обработанных аммиакатами. При этом общее число растений в каждом из вариантов в опыте было 12-15 (для удобренных вариантов) и 18-24 для неудобренных. В таблицах показаны среднестатистические данные со стандартной ошибкой.

### Результаты и обсуждение

Подсчет числа растений на погонный метр в соседних рядках показал явную зависимость этого показателя от присутствия в почве удобрений около семян (рисунок 2). Там, где были удобрения, всходы были в меньшем (на 27%) количестве. Это подтверждает угнетающее действие минеральных удобрений на всхожесть семян. Следовательно, разделив при посеве поток семян и удобрений, можно сэкономить семенной материал.

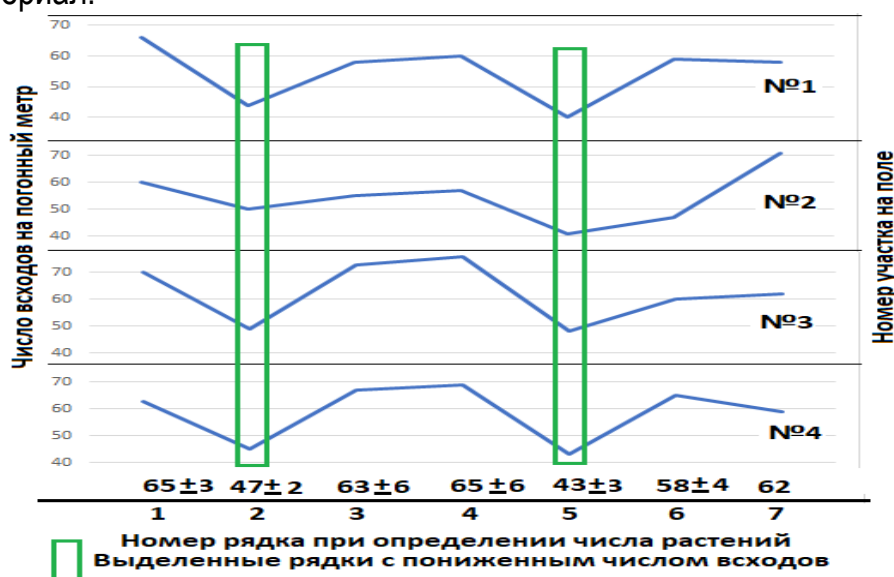


Рис. 2. Число всходов на погонный метр в разных рядках посева ячменя сорта Нур Р3

Последующий анализ морфометрических показателей опытных растений ячменя показал их достоверную зависимость как от наличия в почве удобрений, так и от обработки растений аммиакатами. Эти воздействия повлияли на побегообразование (таблица 1). Удобрения уменьшили кустистость как в контрольных (без обработки аммиакатами) растениях, так и в обработанных. Следует отметить, что действие аммиакатов на кустистость проявилась в большей степени в отсутствие минеральных удобрений. Это свидетельствует об определенном антагонизме влияния удобрений и аммиакатов на метаболизм растений.

Предшествующие наши исследования [4, 5] действия факторов минеральных удобрений (прежде всего нитратов) и аммиакатов на фотосинтез позволяют предполагать, что это влияние осуществляется через изменение фотосинтетического метаболизма и транспорта из листа основного конечного продукта фотосинтеза – сахарозы. Оценка фотосинтетического метаболизма  $^{14}\text{C}$  [5] показало его зависимость от интенсивности экспорта ассимилятов из листьев и активности использования продуктов фотосинтеза органами акцепторами, которая снижалась под действием нитратов [4].

В условиях пониженного уровня нитратного питания, когда затруднено использование углеводных продуктов фотосинтеза в синтетических процессах новых тканей, сахара могут использоваться только на синтез целлюлозы клеточных стенок. Последнее возможно только при синтезе клеточных стенок корней, так как эти клетки сильно вакуолизированы и основой их сухого веса является именно целлюлоза. Из этого следует, что для увеличения массы корней необходимо производить посев зерновых культур в неудобренную удобрениями почву. Важное значение при этом имеет симбиоз растений с почвенными микроорганизмами. Именно этот процесс создал всем известные знаменитые 2-х метровые черноземы. Но минеральные удобрения угнетают деятельность микроорганизмов.

Таблица 1

**Влияние наличия в рядке минеральных удобрений и обработки посева аммиакатами на число побегов кущения у растений ячменя Нур-РЗ в конце фазы кущения**

Наличие в почве минеральных удобрений	Контроль	Обработка аммиакатами	% к контролю
Без удобрений	1,95 ± 0,12	3,15 ± 0,16	161
Удобрённые	1,66 ± 0,08	2,42 ± 0,11	145
Влияние удобрений (%)	-15	-23	

Сходное действие этих факторов было обнаружено и при анализе сухой массы растений (таблица 2). Однако и в этом случае эффект действия аммиакатов в присутствии минеральных удобрений оказался меньше. Это позволяет сделать вывод о возможности и дальнейшей интенсификации процесса корнеобразования после выяснения деталей этого механизма.

**Влияние наличия в рядке минеральных удобрений и обработки посева аммиакатами на массу растений ячменя Нур-РЗ в конце фазы кущения**

Наличие в почве минеральных удобрений	Контроль	Обработка аммиакатами	% к контролю
Без удобрений	1,17 ± 0,08	1,98 ± 0,09	169
Удобрённые	1,08 ± 0,05	1,67 ± 0,08	155
Влияние удобрений (%)	-9	-16	

### **Заключение**

Проведенные опыты со всей очевидностью указывают на необходимость разделения при посеве потоков семян и удобрений. Это позволит существенно сократить применение минеральных удобрений в сельском хозяйстве и повысить эффективность их использования. Корневая система растений без повышенного уровня нитратов в зоне их деятельности будет более активно взаимодействовать с почвенной микрофлорой, которая восполнит растению недостающее количество азота за счет микробиологического усвоения азота воздуха. В конечном итоге, необходимо перейти на такую агротехнику, которая позволит интенсифицировать развитие корневой системы культурных растений до такой степени, чтобы постепенно полностью исключить использование минеральных удобрений.

Повышенная масса корней будет основой для накопления почвенной органической массы, что, со временем, приведет к повышению ее плодородия. Надо только направить усилия ученых-аграриев на поиск мер максимального увеличения массы корней. Важно отметить, что симбиотические микроорганизмы работают и в условиях засухи. При этом микробы еще и защищают растение от потерь воды, так как прикрывают мокрый корень своими телами. Меньшие потери с дождями минеральных удобрений из почвы сократит и перенос их в реки, что улучшит экологическую обстановку в прибрежной зоне морей и океанов (RJ Diaz/phys.org).

Поскольку разработка и серийный выпуск новой сеялки, в которой бы в ходе сева происходило разделение потоков семян и удобрений процедура не быстрая и требует поиска ее оптимальных вариантов, то в качестве первого этапа отработки данной технологии, возможно уже в следующем вегетационном году широкое испытание, а затем и использование описываемой выше технологии и со старыми сеялками в зонах вероятной засухи.

### **Библиографический список**

1. Блохин, В.И. Влияние условий минерального питания на процесс кущения разных морфобиотипов ярового ячменя / В.И. Блохин, Тагиров М.Ш., В.И. Чиков // Нива Татарстана – №2-3. – 2016. – С. 40-42
2. Чиков, В.И. Образование корней в начальном периоде онтогенеза у различных морфобиотипов ячменя / В.И. Чиков, Г.А. Ахтямова, С.Н. Баташева, Д.С. Дюрбин, М.Ш. Тагиров, В.И. Блохин // Нива Татарстана. – №3-4. – 2017. – С. 50-52.
3. Chikov, V.I. Ecocatastrophe Caused by artificial fertilizers can and should be prevented / V.I. Chikov, G.A. Akhtyamova, S.N. Batasheva // Agricultural Research and Technology: Open Access Journal. – Т. 15. – № 5. – 2018. – С. 555967.

4. Чиков, В.И. Взаимодействие вершков и корешков в реакции растения на изменение условий существования / В.И. Чиков // В книге: Экспериментальная биология растений: фундаментальные и прикладные аспекты Научная конференция и школа молодых ученых. Ответственный редактор В.В. Кузнецов. – 2017. – С. 352.

5. Чиков, В.И. Наиболее распространенные ошибки в планировании опытов и интерпретации полученных данных / В.И. Чиков // В книге: Экспериментальная биология растений: фундаментальные и прикладные аспекты Научная конференция и школа молодых ученых. Ответственный редактор В.В. Кузнецов. – 2017. – С. 382.

УДК 66.047

## НА ПУТИ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

**Чиков Владимир Иванович**, заведующий лаборатории продукционных процессов растений Казанского института биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, КИББ КазНЦ РАН

**Аннотация:** Установлено противоречие между селекционной деятельностью человека и эволюционным развитием наземных растений, которые ведут к экологической катастрофе в океане. Сделан вывод, что устранением этих противоречий можно не только сохранить высокий урожай, но и восстановить плодородие почв

**Ключевые слова:** Посев зерновых, минеральные удобрения, рост корней, засухоустойчивость, эволюция растений.

По мнению ведущих почвоведов, в течение последних 100 лет запасы органического вещества в черноземах России уменьшились в два раза [1]. Расчет показывает, что около 20% всего углекислого газа, накопившегося в атмосфере в результате антропогенной деятельности, могло образоваться именно в результате разрушения органического вещества почвы.

Миллиард лет назад растения, вышедшие из океана на сушу, столкнулись с неведомым им фактором – засухой. Это потребовало радикального изменения строения наземных растений. Интенсификация роста водопроводящих корней, вероятно, была одна из главных задач для растений на протяжении всей их истории на суше. Но с развитием на земле популяции человека и культивирования высокопродуктивных растений произошло существенное вмешательство в этот процесс. Выведение человеком культурных растений было прежде всего подчинено увеличению массы хозяйственно важного органа (колос, плод, корнеплод). Такие полезные с эволюционной точки зрения органы, как корни, остались вне внимания селекционеров и развивались спонтанно. В результате, у всех культурных растений по сравнению с дикими предшественниками формировалась уменьшенная по массе корневая система.

В ходе селекционного процесса в XX веке было создано много новых и высокопродуктивных сортов растений. Однако, в результате, культурные растения

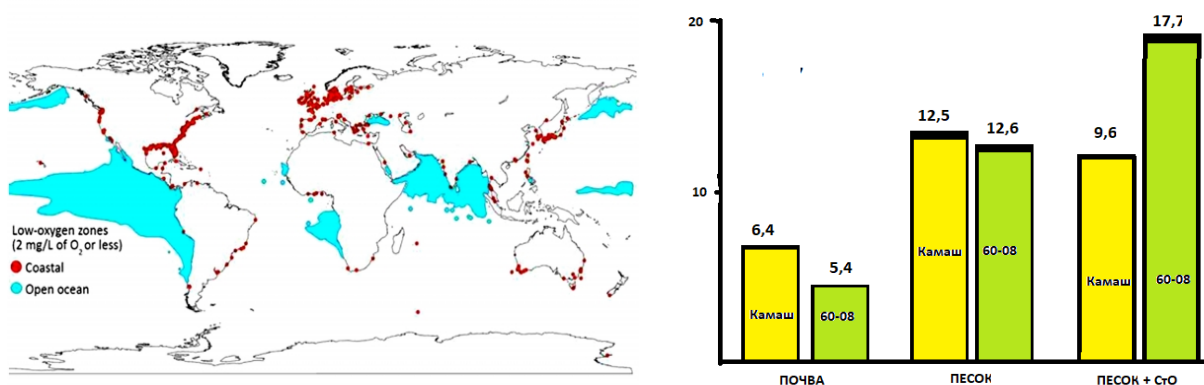
теряли размер корневой системы и становились неустойчивыми к неблагоприятным факторам среды (прежде всего к засухе). Эти явления агрономам объясняли тем, что растениям одновременно создавались очень благоприятные условия для формирования урожая и им не для чего было развивать мощную корневую систему. Но совершенно очевидно, что устойчивость к засухе определяется прежде всего, не состоянием молекул воды в клетках, а тем, успевают ли водопроводные корни растения за уходящей вглубь почвы водой.

Интенсивная селекция культурных растений, особенно после открытия чилийской селитры, позволила создать условия для реализации высокой продуктивности растений при малой массе корней. Фактически это позволило спасти от гибели миллионы человеческих жизней. Но работа селекционеров в этом направлении привела к нарастанию производства минеральных удобрений и внесения их в почву. В странах Западной Европы этот показатель достигал 1,5 – 2,0 т удобрений в год на гектар.

Однако, чем больше вносилось удобрений, тем большая их часть вымывалась грунтовыми водами в реки и моря. По данным (Атласа Мирового океана 2013 года) к 1995 году по всей планете в океане насчитывалось 305 мертвых зон с пониженным содержанием кислорода. В 2007 году их было уже 405, а за последнее десятилетие их количество выросло в десять раз.

Карта мира с мертвыми зонами в океане Низко-кислородные зоны распространяются по всему миру. Красные точки обозначают места на побережье, где кислород упал до 2 миллиграммов на литр или меньше, а синие области показывают зоны с таким же низким уровнем содержания кислорода в открытом океане.

Такие выводы содержатся в результатах исследования, проведенного международной группой ученых. Безжизненными становятся устья рек, прибрежные морские акватории, и даже удаленные от берега участки. Между тем большинство обитателей моря в мертвых зонах существовать не могут.



**Рис. 1. Масса корней перед кущением у устойчивого (Камашевский) и неустойчивого (60-08) сортов ячменя**

Виноваты в этом азотно-фосфорные удобрения, попадающие в воду из стоков рек. В результате начинается бурное цветение одноклеточных морских водорослей – пищи для бактерий, поглощающих кислород. А в сочетании с глобальным потеплением процесс только ускоряется, поскольку высокая температура является для водорослей оптимальной.



Проведенные нами в КИББ (совместно с Татарским НИИ СХ) исследования контрастных по устойчивости сортов ячменя показало, что на ранних этапах онтогенеза устойчивые растения имеют вдвое больший размер корневой системы [2]. Экспериментальное изменение массы продуктов фотосинтеза (удаление части листьев) или торможение их экспорта из листьев (повышенный уровень нитратов) выявило, что этот процесс поддается регулированию.

Таким образом, селекционная деятельность человека находится в противоречие с эволюционным развитием наземных растений. В связи с этим, целью наших исследований была проверка, как зависит корнеобразование от присутствия около корней нитратов. Согласно нашей рабочей гипотезы, если нитратов в почве будет мало, то корни будут расти более интенсивно. Опыты с разным уровнем минерального питания (выращивание растений в почве или в песке) показали [3] возможность увеличения роста корней в 2-3 раза (рисунок 1). Для этого надо понизить уровень нитратов в зоне прорастающего семени (промытый песок). Можно еще получить дополнительный эффект [3], если опрыскать растения комплексными соединениями меди и цинка (аммиакаты) (<https://regnum.ru/news/innovatio/2374286.html?t=1517388452>).

Поскольку предшествующие наши работы по изучению направленности фотосинтетического метаболизма углерода показали его зависимость от активности использования продуктов фотосинтеза органами акцепторами [4], которое также зависит от уровня нитратного питания, то в условиях пониженного уровня нитратного питания, когда затруднено использование углеводных продуктов фотосинтеза, сахара могут использоваться только на синтез целлюлозы клеточных стенок. Последнее в эту фазу развития растений возможно только при синтезе клеточных стенок корней.

Возникает вопрос, какие структуры могут синтезироваться в достаточно больших количествах из чисто углеводных субстратов? Совершенно очевидно, что это углеводные полимеры. Это не может быть крахмал, так как его накопление ограничено емкостью соответствующих компартментов, а кроме того, не решает проблему растения с дефицитом азота. Следовательно, конечным продуктом фотосинтеза в это время, скорее всего, является целлюлоза клеточных стенок. Где она может использоваться в растении? Ответ также очевиден – в строительстве клеток с ограниченной функциональностью.

Таковыми в это время могут быть только клетки довольно пустые по содержанию цитоплазмы (то есть, сильно вакуолизованные), которые осуществляют рост растяжением. Это, конечно, клетки корней, растущих в глубь. Развивая эту концепцию далее, можно ожидать резкое относительное возрастание доли целлюлозы в сухой массе тканей корней у растений, растущих в песке. Клетки листьев не могут такого допустить без потери своей функциональности.

Еще один аспект этой проблемы. В условиях дефицита азота и сокращения синтеза аминокислот поток углерода через гликолатный путь и фотодыхание сокращается. Это приводит к ослаблению механизма закрывания устьиц при несогласованности между световыми и темновыми реакциями хлоропластов, как это было показано нами.



**Рис. 2. Растения, посеянные в канавку с песком (остальное в ящике почва)**

Повышенный поток  $\text{CO}_2$  в лист, вероятно, еще больше усиливает углеводную направленность фотосинтеза. Проверка этой идеи в условиях искусственной засухи показали, что, если посев семян провести в небольшую зону песка (канавка 5 x 5 см), корнеобеспеченность увеличивается почти в два раза (таблица). Приведенные выше данные совершенно очевидно свидетельствуют о необходимости изменить агротехнику выращивания растений (прежде всего зерновых) по следующим направлениям:

1) снизить количество вносимых в почву минеральных удобрений и прекратить разбрасывать их по всей площади посева; 2) вносить удобрения в меньшем количестве и дозированно между рядов высеванных семян для доступности их растениям после определенной временной паузы; 3) использовать обработку растений комплексными соединениями металлов с аммиаком (аммиакаты), для усиления оттока сахаров из листьев именно в тот период, когда рост корней наиболее важен – до кущения.

Данная технология, вероятно, заставит изменить и характер размещения растений по площади посева (в оптимальном расстоянии от внесенных удобрений). Это необходимо, так как надо обеспечить формирование мощного фотосинтетического аппарата растения для обеспечения высокого урожая, но, чтобы этот ресурс нитратов был, по возможности, весь истрачен до конца вегетационного периода.

Все это позволит получить перед старой агротехникой следующие преимущества:

- экономию (в два-три раза) количества вносимых в почву минеральных удобрений, так как вдали от корневой системы растений более половины их вымывается дождевыми водами и ухудшает экологическую обстановку в природе;
- повышение устойчивости у высокопродуктивных сортов культурных растений, которые более подвержены действию даже небольшой засухи;
- увеличение естественного плодородия пахотных почв, так как в ней возрастет послеуборочное количество органических веществ;
- реализация этой агротехники – важный путь снижения  $\text{CO}_2$  в воздухе.

**Влияние засухи и субстрата, в котором проходило формирование корней, на сухую массу растения ячменя (г) в начале фазы выхода в трубку (в среднем по двум сортам)**

Варианты	Надземная масса	Корни	Растение всего	Корни/надземная масса
Оптимальное водообеспечение				
Контроль почва	3,22 ± 0,25	1,38 ± 0,52	4,60 ± 1,77	0,43
Контроль песок	0,64 ± 0,18	1,20 ± 0,17	1,84 ± 0,27	1,87
Засуха				
Почва+почва	1,15 ± 0,15	0,82 ± 0,18	1,97 ± 0,47	0,71
Почва+песок*	1,09 ± 0,06	1,41 ± 0,10	2,50 ± 0,25	1,29

\* – песок был насыпан только перед посевом в канавку сечением (5 x 5 см)

Если усилия человечества будут направлены на увеличение у растений массы корней, то это не только повысит плодородие почв, но и постепенно свяжет в органическом веществе почвы громадное количество углекислоты атмосферы. И все это выполнимо, т.к. в природе образование мощных (2 м) черноземов происходило без минеральных удобрений. Так выполним требования природы.

#### Библиографический список

1. Блохин, В.И. Влияние условий минерального питания на процесс кущения разных морфобиотипов ярового ячменя / В.И. Блохин, М.Ш. Тагиров, В.И. Чиков // Нива Татарстана. – № 2-3. – 2016. – С. 40-42.
2. Чиков, В.И. Образование корней в начальном периоде у различных морфобиотипов ячменя / В.И. Чиков, Г.А. Ахтямова, С.Н. Баташева, Д. Дюрбин, М.Ш. Тагиров, В.И. Блохин // Нива Татарстана.–№ 2 –2017. – С. 50-52.
3. Чиков, В.И. Связь фотосинтеза с продуктивностью растений/ В.И. Чиков / Материалы Всероссийской школы молодых ученых «Экологическая генетика культурных растений» 25-28 сентября 2011г. Казань. Центр инновационных технологий. Казань. – 2012. – С. 95-113.
4. Chikov Vladimir Regulation of Physiological and Biochemical Processes in an Intact Plant Is Determined by Interaction of Flows of Substance Bulk Transfer. Journal of Plant Sciences 2017; 5(4): 110-119 <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/jps> doi: 10.11648/j.jps.20170504.13 ISSN: 2331-0723 (Print); ISSN: 2331-0731 (Online).

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

**Евдокимов Вячеслав Геназльевич**, профессор кафедры общетехнических дисциплин, ФГКУ ВО «Дальневосточное высшее общевойсковое командное училище имени маршала Советского Союза К.К.Рокоссовского» МО РФ

**Кузнецов Евгений Евгеньевич**, доцент кафедры эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ

**Поликутина Елена Сергеевна**, доцент кафедры транспортно-энергетических средств и механизации агропромышленного комплекса, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ

**Аннотация:** Одним из способов уменьшения воздействия ходовых систем мобильных энергетических средств (МЭС) является увеличение их тягово-цепных свойств. Предложены пути повышения тягово-цепных свойств (ТСС) МЭС, конструкции устройств для повышения ТСС, результаты экспериментальных исследований.

**Ключевые слова:** мобильное энергетическое средство, тягово-цепные свойства, устройство, буксование

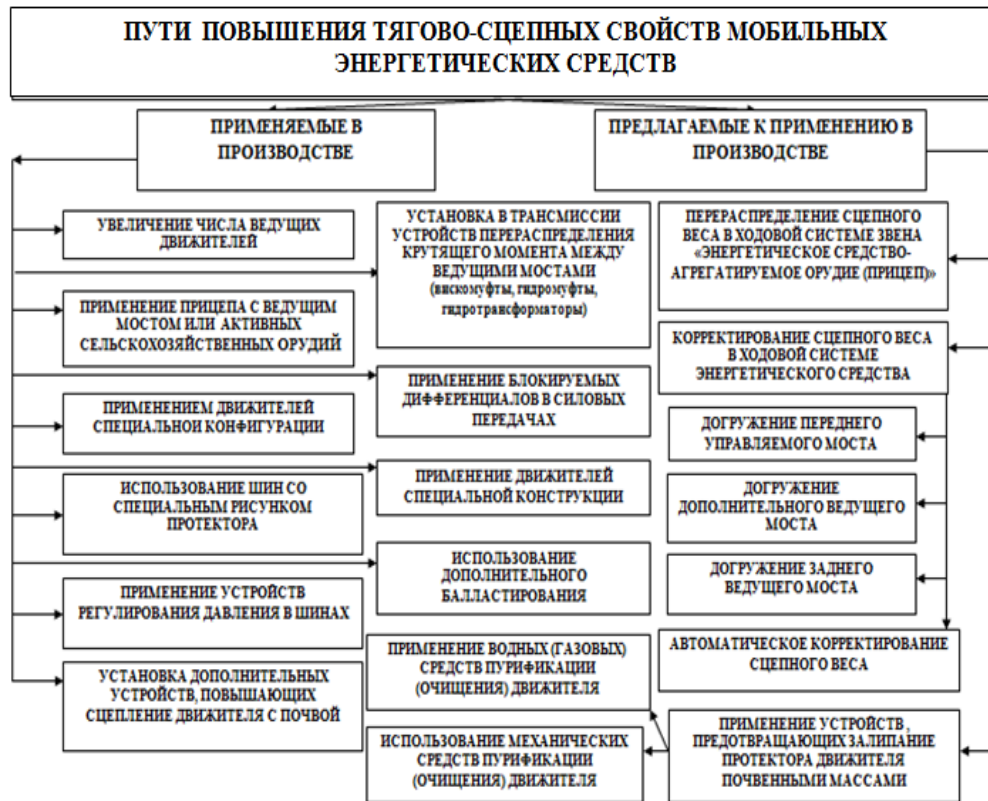
Особенности проведения сельскохозяйственных работ в условиях Амурской области обусловлены создавшимися на её территории климатическими и почвенными условиями.

Так значительная глубина промерзания грунтов, около 2,5 метров в зимний период, в совокупности с суглинистыми почвами, основными составляющими агрофонов Амурской области, при резком поверхностном оттаивании в ранневесенний период заставляет сельхозпроизводителей сталкиваться с таким эффектом, как наличие мерзлотного основания при небольшой глубине оттаивания и высокое количество поверхностных почвенных масс высокой влажности, забивающих рисунок протектора движущегося мобильного энергетического средства.

Учитывая сжатые агротехнические сроки проведения весенне-полевых работ, обработка почв и сев производится в экстремальных для состояния почв условиях при оттаивании всего лишь на глубину 8-10 см., приводя к переуплотнениям, снижению оптимального водно-воздушного баланса и разрушению структуры верхнего плодородного слоя в процессе воздействия ходовых систем обрабатывающей техники, что, несомненно влияет на урожайность культур [1].

Одним из способов уменьшения воздействия ходовых систем мобильных энергетических средств (МЭС) является увеличение их тягово-цепных свойств, что позволит снизить буксование, скоростные характеристики агрегатов [2], а также расширит функциональность применения тягового класса МЭС и шлейф используемых сельскохозяйственных машин.

Проведённые теоретические и экспериментальные исследования позволили предложить пути и способы повышения тягово-сцепных свойств МЭС (рисунок 1) за счёт установки дополнительных устройств, предназначенных для перераспределения сцепного веса [3] или эффективной реализации рисунка протектора колёсного двигателя [4].



**Рис. 1. Пути повышения тягово-сцепных свойств мобильных энергетических средств**

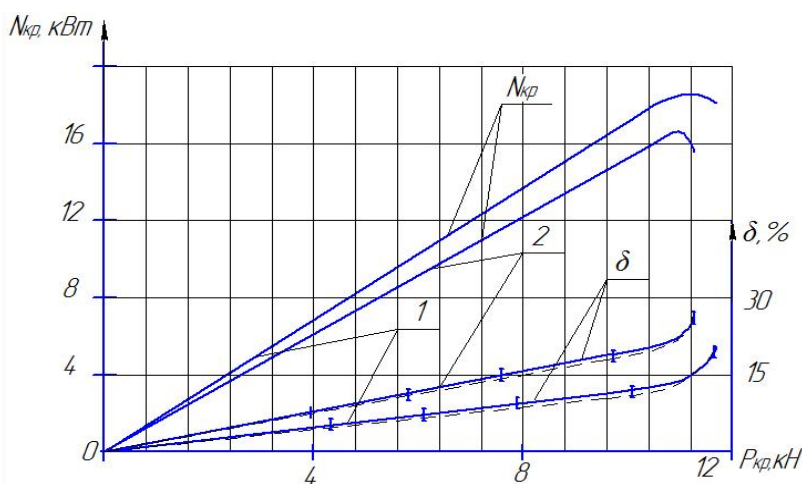
В целях подтверждения теоретических исследований [5], выявления зависимостей воздействия установленного устройства на тягово-сцепные свойства, проходимость и эффективность энергетического средства были проведены натурные испытания на примере установки в ходовую систему мобильного энергетического средства устройства, предотвращающего залипание протектора двигателя почвенными массами – торсионно-тросового очистителя протектора [4] (рисунок 2).



**Рис. 2. Тракторно-транспортный агрегат с торсионно-тросовым очистителем протектора двигателя**

Эксперименты проводились в полевых условиях, почвенный фон которых по своим характеристикам соответствовал предъявляемым агротехническим требованиям. Почва по своим свойствам (механическому составу) представляла собой суглинок средней тяжести.

По полученным экспериментальным данным после их обработки была построена тяговая характеристика трактора класса 1,4 серийного и с устройством для очистки протектора на транспортных работах, которая представлена на рисунке 3.



**Рис. 3. Тяговая характеристика мобильного энергетического средства- трактора класса 1,4 серийного и экспериментального с устройством для очищения протектора на транспортных работах**

1 – трактор серийный; 2 – трактор с устройством для очистки движителя  
 - - - - теоретические зависимости; - - - - экспериментальные зависимости

Анализ сравнительной тяговой характеристики серийного трактора класса 1,4 и экспериментального с устройством для очистки протектора, представленной на рисунке 3, позволил сделать следующие выводы:

-использование трактора с установленным устройством позволяет снизить величину буксования по сравнению с серийным. Так при тяговом усилии 10,5 кН буксование серийного трактора составило 28,4%, а у экспериментального – 16,5%, что на 41,9% меньше;

– анализ характера протекания кривых буксования позволяет отметить следующее: с повышением тягового усилия интенсивность возрастания величины буксования у серийного трактора больше по сравнению с экспериментальным.

Характер протекания процесса говорит о повышении тягово-цепных свойств экспериментального трактора по сравнению с серийным. Так, при величине буксования  $\delta=20\%$  тяговое усилие серийного трактора составляло 8,0 кН, а у экспериментального – 11,2 кН. Снижение тягово-цепных свойств трактора ведет к снижению рабочей скорости движения и тяговой мощности.

### Библиографический список

1. Кузнецов, Е.Е. Пути повышения эффективности мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных агрегатов на полевых и транспортных работах: дис. д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск. – 2017. – 312 с.

2. Алдошин, Н.В. Повышение производительности при перевозке сельскохозяйственных грузов / Н.В. Алдошин, Пехутов А.С. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – №4. – 2012. – С. 26-27.

3. Пат. 2547323 Российская Федерация. Догружатель управляемого моста колёсного трактора типа «МТЗ» / С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов // Дальневосточ. гос. аграр. ун-т. – № 2014108836; Заявл. 06.03.2014; Опубл. 10.04.2015 Бюл.№10.

4. Пат. 164615 оссийская Федерация. Торсионно-тросовый очиститель протектора колёсного движителя / С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов, С.А.Рыбаков // Дальневосточ. гос. аграр. ун-т. – № 2016106180; Заявл. 24.02.2016; Опубл. 10.09.2016, Бюл. № 25.

5. Щитов, С.В. Повышение тягово-сцепных свойств колёсного трактора применением способов пурификации колёсного движителя / С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов, С.А. Рыбаков // Научное обозрение. – № 10. – 2016. – С.94-98.

УДК 631.361

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОЩАДКИ КОНТАКТА ФАСОННОГО ШИПА ДЕКИ МОЛОТИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА И ЗЕРНА КУКУРУЗЫ ПРИ ОБМОЛОТЕ**

*Пастухов Александр Геннадиевич, профессор кафедры технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина*

*Бахарев Дмитрий Николаевич, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина*

*Вольвак Сергей Федорович, профессор кафедры электрооборудования и электротехнологий в агропромышленном комплексе, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина*

***Аннотация:** Проведены теоретические исследования процесса формирования площадки контакта зерна кукурузы и фасонного шипа аксиально-роторного молотильно-сепарирующего устройства. Доказано, что в пределах площадки контакта ударное обмолачивающее усилие можно представить в виде нестационарного и неоднородного силового поля.*

***Ключевые слова:** обмолот, площадка контакта, потенциал, силовое поле, интенсивность.*

Данная публикация является результатом исследований, проводимых в соответствии с федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (постановление правительства РФ от 25 августа 2017 г. № 996) и направлены на результативность реализации программы по показателю увеличения числа эффективных технологий обмолота семенной кукурузы.

Проведенные исследования [1-3] позволяют утверждать, что на современном этапе развития сельскохозяйственной техники для обмолота семенной кукурузы

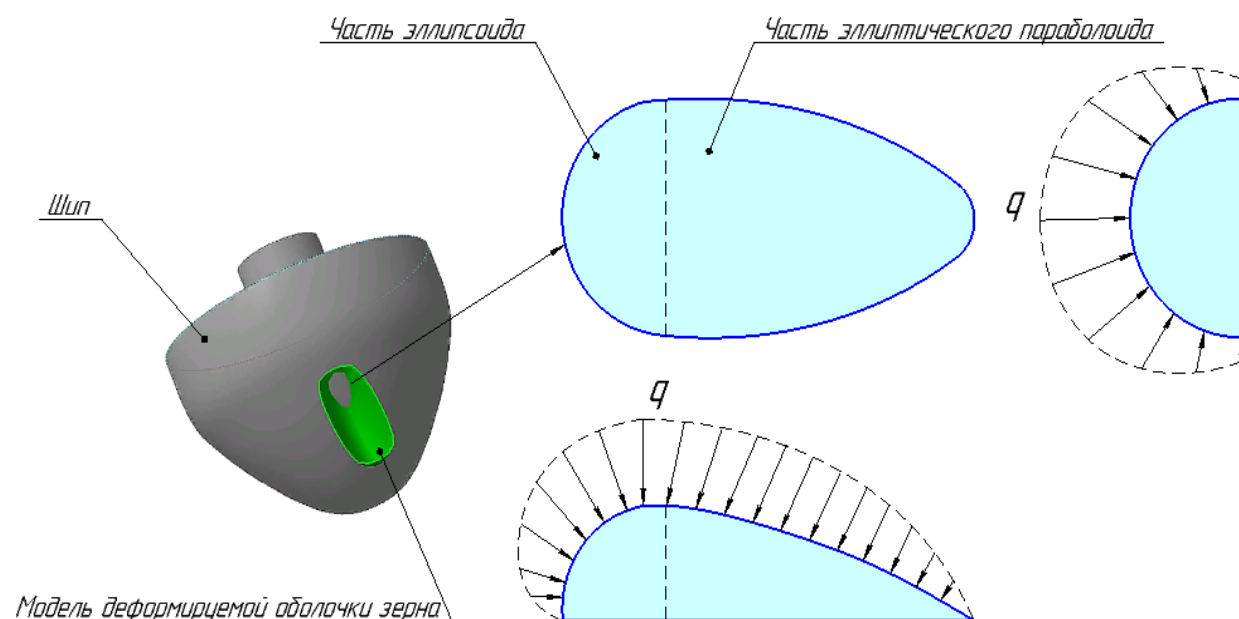
наиболее перспективными являются аксиально-роторные системы с шипованной декой. При этом рациональными являются шипы фасонной формы [2-5].

Обмолот в аксиально-роторной системе можно описать следующим образом: происходит удар початка с зерном о шип, при этом последний кратковременно деформирует оболочку зерна, далее зерно либо отрывается от стержня, либо вновь контактирует со следующим шипом, при этом всегда присутствуют силы трения. Удар и трение – обмолочивающие силовые факторы.

Проблема заключается в том, что необходимо оторвать зерно от стержня посредством обмолочивающих сил без нанесения ему макро- и микроповреждений. Силы трения в молотильной камере моделируются достаточно просто, для этого необходимы данные о трущихся материалах и знание сил нормального давления. Явление удара в процессе обмолота кукурузы изучено недостаточно и требует разработки соответствующих математических моделей. На современном этапе развития теории обмолота кукурузы, в отношении ударных явлений, однозначно можно утверждать только то, что прямой центральный удар зерна о шип в процессе обмолота необходимо исключить.

В любом случае при прямом центральном или косом ударе зерна, находящегося в початке, о шип, в зерне формируется площадка контакта, и для сохранения целостности зерна эта площадка должна быть как можно больше по площади, и как можно меньше по глубине.

Доказано, что по максимально возможной площади, с зерном контактируют шипы фасонной формы. Фигура, вдавленная фасонным шипом в зерно кукурузы (площадка контакта), математически выражается как сложное тело, состоящее из четверти сплющенного эллипсоида и половины сплющенного эллиптического параболоида. Фасонная форма шипа, по сравнению с круглой, обеспечивает прирост поверхности контакта за счет увеличения длины эллиптического параболоида (рисунок 1).



**Рис. 1. К описанию явлений в зоне контакта зерна кукурузы и фасонного шипа молотильного устройства**



В пределах площадки контакта усилие вдавливания шипа в зерно может быть представлено как поле действия силы, выраженное в виде распределенной по площади нагрузки переменной интенсивности  $q$  (Н/м<sup>2</sup>). Следовательно, каждая точка пятна контакта, представленного как область пространства, подвержена воздействию сил разной интенсивности, то есть неоднородного силового поля.

В данном случае силовое поле можно описать при помощи потенциалов, тогда поле выражается функцией:

$$\Pi(x, y, z, t); \quad (1)$$

при этом,

$$F_x = \frac{\partial \Pi}{\partial x}; F_y = \frac{\partial \Pi}{\partial y}; F_z = \frac{\partial \Pi}{\partial z}, \quad (2)$$

где  $\Pi$  – условное обозначение поля;

$x$  – абсцисса точки поля, м;

$y$  – ордината точки поля, м;

$z$  – аппликата точки поля, м;

$t$  – время, с;

$F_x; F_y; F_z$  – величина силового воздействия в каждой точке поля по соответствующему направлению.

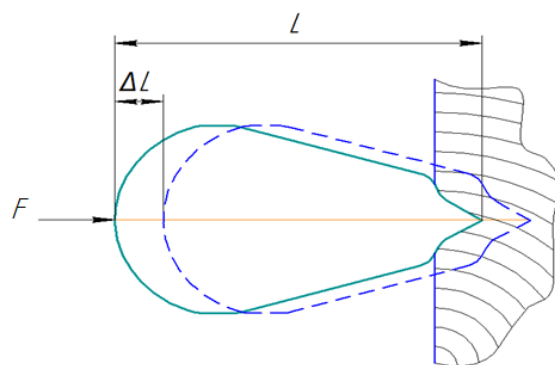
Поскольку обмолот является динамично изменяющимся процессом, то все явления, в том числе и силовые воздействия, изменяются во времени, а это значит, что силовое поле нестационарное и зависит от продолжительности удара, что определяет скоростной режим обмолота.

Из схемы, приведенной на рисунке 1 видно, что деформация оболочки зерна при вдавливании в нее фасонного шипа неравномерна. В области, где пятно контакта представляет собой часть эллипсоида наблюдается экстремальное значение деформации, следовательно, в этой области силовое поле наиболее интенсивно.

Исследования, проведенные Н.Ф. Рожковским доказывают, что, проникая в тело зерна на глубину 0,45 мм посредством удара, шип приводит зерно к границе прочностных свойств. Если рассматривать данную величину как абсолютную деформацию, то можно определить значение работы силы поля в любой точке пятна контакта. Это, в свою очередь позволит выявить оптимальный угол наклона шипов в молотильной камере, влияющий на направление ударного импульса при обмолоте.

В процессе обмолота, кроме формирования площадки контакта, возникает еще одно явление, требующее научного осмысления. При ударном воздействии шипа на зерно, последнее, не отделяясь от стержня, может вдавливаться в него на глубину  $\Delta l$  до 3 мм (рисунок 2).

При этом стержень оказывает своего рода амортизационный эффект, снижающий повреждаемость зерна. Следовательно, процесс проникновения шипа в зерно и вдавливание зерна в стержень происходят одновременно, и при разработке теоретических моделей рассматривать эти два процесса необходимо во взаимосвязи. Формирование площадки контакта шипа и зерна зависит не только от формы контактирующих тел, направления и силы удара, но и от свойств крепления зерна к стержню.



**Рис. 2. Схема вдавливания зерна в стержень початка под действием ударной силы**

Вышеприведенная информация является предпосылкой к разработке новых математических моделей, дополняющих современную теорию обмолота кукурузы.

### **Библиографический список**

1. Пронин, В.М. Сравнительные испытания сельскохозяйственной техники / В.М. Пронин // под. ред В.М. Пронина. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2017. – 416 с.
2. Бахарев, Д.Н. Бионические основы разработки и конструирования эффективных шипов молотильно-сепарирующих устройств для кукурузы / Д.Н. Бахарев, С.Ф. Вольвак // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – № 3(15). – 2017. – С. 3-13.
3. Патент на полезную модель № 171115 Российская Федерация, МПК А01F11/06(2006.01). Молотильно-сепарирующее устройство с системой ориентированной подачи початков кукурузы на обмолот / Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – № 2016147797; заявл. 06.12.2016; опубл. 22.05.2017, Бюл. № 15. – 9 с.: ил.
4. Алдошин, Н.В. Анализ повреждения зерна на уборке белого люпина / Н.В. Алдошин, А.А. Золотов // Глобализация и развитие агропромышленного комплекса России: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию ФГБОУ ВПО СПбГАУ. – 2014. – С. 132-136.
5. Пастухов, А.Г. Теоретическое исследование контакта фасонного шипа и зерна кукурузы в молотильной камере / А.Г. Пастухов, Д.Н. Бахарев // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – Вып.5 – 2018. – С. 20-24.

## СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЗАРУБЕЖНЫХ КОМПАНИЙ - ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Королькова Антонина Павловна**, ведущий научный сотрудник отдела информационно-аналитического обеспечения экономического развития АПК, ФГБНУ Росинформагротех

**Голубев Иван Григорьевич**, заведующий отделом научно-информационного обеспечения инновационного развития АПК, ФГБНУ Росинформагротех

**Аннотация:** Представлена динамика производства и рынка сельскохозяйственной техники в России. Приведены динамика товарооборота и финансовые результаты ведущих зарубежных компаний- производителей сельскохозяйственной техники.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника, компании- производители, рынок, товарооборот.

Зарубежные компании-производители сельскохозяйственной техники играют важную роль на отечественном рынке сельскохозяйственной техники. Их доля, несмотря на ее снижение, остается достаточно значительной (таблица 1).

Таблица 1

### Производство и рынок сельскохозяйственной техники в России, 2013-2017 гг.

Вид техники	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2017 г. к 2013 г., %
Производство, млрд руб.	35,5	40,5	56,2	89,7	107,2	302,0
Доля российской техники на внутреннем рынке, %	24	28	40	54	56	+ 32 п. п.
Приобретение, ед.:						
тракторы	15350	14120	10832	11286	11035	71,9
зерноуборочные комбайны	5504	5336	5375	6221	6298	114,4
кормоуборочные комбайны	824	835	670	718	694	87,1

Реализация мер по технической и технологической модернизации предприятий сельскохозяйственного машиностроения России позволила увеличить производство в 2017 г. по сравнению с 2013 г. в 3 раза, повысить долю российской техники на внутреннем рынке на 32 п.п. Как свидетельствуют данные о динамике приобретения основных видов сельскохозяйственной техники с 2013 по 2017 гг., рост по зерноуборочным комбайнам составил 14,4 %. Однако по другим видам падение остановить не удалось [1, 2].

Вместе с тем данные о результатах производства ведущих мировых компаний – производителей сельскохозяйственной техники с 2008 по 2017 гг, представленные журналом Agrartech Business [3], свидетельствуют о том, что компетенция руководства обеспечила на протяжении десяти лет не только преодоление мирового кризиса 2008-2010 гг. и кризиса цен производителей сельхозтехники 2014-2016 гг, но и

быстрое восстановление темпов роста благодаря внедрению инновационных технологий и эффективного управления.

В таблице 2 показана динамика товарооборота в целом и отдельно по сельхозтехнике, а также прибыль компаний в 2016-2017г г.

Таблица 2

**Товарооборот и прибыль ведущих мировых компаний-производителей сельскохозяйственной техники, млн. долл. США**

	John Deere	CNH Industrial	AGCO	Claas	Kubota
Товарооборот, всего					
2017 г	29734	27361	8306	4517	17515
2016 г	26644	24872	7411	4357	15960
Прирост, %	12	10	12	4	10
Чистая прибыль +, убыток-					
2017 г	2159	668	189	138	1364
2016 г	1524	-249	160	45	1325
Прирост, %	42		18		3
Товарооборот по сельхозтехнике					
2017г.	20151	11130	8306	4511	11524
2016 г	18487	10210	7411	4357	11042
2017 г в % к 2016 г	9	9	12	4	4

Примечание. Базовая валюта баланса: JD, CNH, AGCO – доллары США, Claas – евро, 1 евро = 1,20 доллара США, 100 японских иен = 1,0 доллару США.

Финансовый год: CNH, AGCO, Kubota – календарный год, Claas – 1 октября – 30 сентября, JD – 1 ноября – 31 октября.

Данные таблицы 2, свидетельствуют о том, что John Deere остается крупнейшим в мире производителем сельхозтехники с товарооборотом за 2017 г. в секторе сельхозтехники 20,2 млрд. долларов США.

Компания имеет пять IT-центров НИОКР, оснащённых цифровой платформой «Сельское хозяйство 4.0». Восемилетним планом развития компании на 2011-2018 гг. предусматривается удвоение товарооборота с 26,0 до 52,0 млрд. долл. США. Хотя из-за падения рынка сельхозтехники в 2014-2016 гг. целевой показатель оборота в 29,7 млрд. долл. США не был достигнут. В 2017 г прибыль компании John Deere достигла 2,2 млрд. США.

В 2018 г. компания планирует рост товарооборота на 22 % – до 36,0 млрд. долл. США. Этому будет способствовать приобретение транснациональной компании по выпуску дорожной техники Wirtgen с оборотом 2,5-3,0 млрд. евро и ожидаемое улучшение конъюнктуры на рынке сельхозтехники.

Компания CNH Industrial N.V., образованная осенью 2013 г. из акционерного общества CNH (Case New Holland) кроме сельскохозяйственной и строительной техники компаний Case IH/Steyr и New Holland производит грузовые автомобили Iveco,

двигатели и трансмиссии. В 2013 г. товарооборот компании достиг 34,0 млрд. долларов США, что близко к показателям компании John Deere – мирового лидера в производстве сельхозтехники. Общий объем продаж CNH Industrial в 2017 г. увеличился на 10 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года и составил около 27,4 млрд. долл. США, выпуск сельскохозяйственного оборудования также вырос на 10 % – до 11,3 млрд. долл. США. Чистая прибыль в 2017 г. составила 313 млн. долл. США (в 2016 г. убыток составил 249 млн. долл. США). Это позволило сократить общий корпоративный долг компании на 45%. Цель CNH Industrial – приблизиться по объёму продаж к компании John Deere. В 2018 г. CNH Industrial нацелена закончить финансовый год с результатом не ниже 2017 г.

В 2017 г. оборот американской корпорации AGCO – достиг 8,3 млрд. долл. США. За 10-летний период компания выросла, оптимизировала производство, сосредоточившись на востребованных рынком машинах фирм Massey-Ferguson и Fendt, которые располагают собственной сетью продаж, а также пользуются отделами центральной организации AGCO в Нойхаузене, Швейцария.

В Плане продвижения AGCO на рынки Европы и Ближнего Востока преобразование « в предприятие с цифровым управлением, ориентированным на бизнес клиента».

Концерн Claas – европейский лидер по продаже техники для уборки зерновых и кормовых культур, а также тракторов с двигателями мощностью от 60 до 560 л.с., имеет завод по производству сельхозтехники в России. Несмотря на два крупных кризиса, концерн смог увеличить в 2017 г. товарооборот до 3,8 млрд. евро. Основой развития концерна является высокий уровень инвестиций в исследования и разработки, освоение новых рынков сбыта уборочной техники Claas, включая создание сборки на месте в США, Индии, России и Китае и увеличение доли уборочной техники на основных рынках, таких как Германия, Франция и Великобритания, где Claas осуществляет эффективное обслуживание клиентов: имеет склады запасных частей и оказывает профессиональную поддержку. Повышение прибыли концерна класс Claas зависит, главным образом, от поддержки рыночной и клиентской деятельности [4].

Японская компания Kubota с 2011 г. ведет целенаправленную и успешную кампанию по завоеванию европейского рынка тракторов мощностью до 160 л.с., а также почвообрабатывающей и кормоуборочной техники совместно с европейской группой Kverneland, принадлежащей ей.

В 2017 г. на европейском рынке было продано около 13% мирового объема продаж Kubota, в США – 31 %, на азиатском рынке, включая японский внутренний рынок, 51%. Около 11,5 млрд. долл. США приходилось на сельскохозяйственную технику, включая производство двигателей Kubota. За 2011-2017 гг. объем продаж Kubota вырос с 9,3 млрд. долл. США в 2011 г. до 17,5 млрд. долл. США в 2017 г. На 2018 г. запланирован товарооборот в размере 18,2 млрд. долл. США.

Таким образом, ведущие мировые компании – производители сельскохозяйственной техники благодаря успешной технологической политике и стратегическому планированию преодолели негативное влияние кризиса 2014-2016 гг. и в 2017-2018 гг. обеспечили рост товарооборота и прибыли.

### Библиографический список

1. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2017 г. Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы». – М.: 2018. – С. 142.
2. Алексеев, К.И. Текущая политика государственного стимулирования технической и технологической модернизации животноводства на федеральном уровне / К.И. Алексеев, А.Н. Осипов, В.К. Девин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – № 6 – 2018. – С. 9-17.
3. Wachstumsspielräume nutzen // Agrartechnik Business. – № 8. – 2018. – S. 2-6.
4. Голубев, И.Г. Сервисное обслуживание зарубежной сельскохозяйственной техники / И.Г. Голубев, Н.В. Корольков, А.П. Королькова // Наука в центральной России. – № 3 (9). – 2014. – С. 9-14.

УДК 631.363.21

### РАЗРАБОТКА ЗАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА ДИСКОВОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

**Пухов Евгений Васильевич**, профессор кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ

**Следченко Виталий Анатольевич**, доцент кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ

**Мешкова Светлана Сергеевна**, инженер ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ

**Аннотация:** Изучено строение измельчающего аппарата дисковой мельницы. Произведен расчет основных параметров загрузочного устройства.

**Ключевые слова:** фуражное зерно, дисковый измельчитель, загрузочное устройство дискового измельчителя.

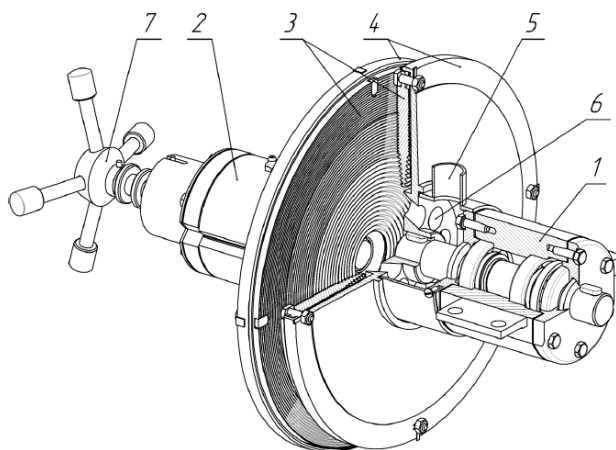
Фуражное зерно – это корм, предназначенный для сельскохозяйственных животных. Значимым фактором при его производстве является способ измельчения.

Для измельчения фуражного зерна могут быть использованы дисковые измельчители. Это оборудование является неотъемлемой частью фермерских хозяйств, специализация которых основана на выращивании зерновых. Это обусловлено возможностью объединения таких направлений бизнеса как собственное сырье и продукция его переработки. Для этих хозяйств очень важно минимизировать затраты на приобретение и эксплуатацию оборудования.

Основными составляющими мел являются ведущий узел 1 и ведомые диски 2 (рисунок). Зерно из бункера (на рисунке не показан) через загрузочный патрубок 5 и загрузочные окна 6 ведущего диска подается в пространство между мелющими дисками 3. Там происходит его измельчение за счет скалывания и перетирания концентрическими рифлями мелющих дисков. Пассивный диск прижимается к ведущему с помощью регулируемого прижимного механизма 7. Валы ведущего и ведомого дисков

установлены с эксцентриситетом относительно друг друга. Мелющие диски 3 на своей поверхности имеют три кольца концентрических рифлей разного размера – размер рифлей уменьшается от внутреннего кольца к внешнему. Такая конструкция мелющих дисков позволяет поэтапно уменьшать размеры частиц измельчаемого материала. Разрушение зерновок в дисковых мельницах происходит под действием сжимающих и сдвигающих усилий [1, 2].

Рабочие органы измельчителя представляют собой пару дисков, один из которых (верхний) неподвижный, а нижний вращается на вертикальном валу. В соответствии с теорией измельчения, размеры горизонтальных проекций участков диска регламентируются степенью измельчения и для равных переходов продуктов находятся в соотношении  $1: \lambda : 2\lambda$  и так далее, если таких переходов более двух.



**Рис. Модель измельчающего аппарата дисковой мельницы**

1 – приводной узел ведущего диска; 2 – узел упорного диска; 3 – мелющие диски; 4 – ступицы мелющих дисков; 5 – загрузочный патрубок; 6 – загрузочные окна ведущего диска; 7 – устройство регулирования степени прижатия ведомого диска

Для улучшения процесса измельчения зернового вороха, на мельницу предлагается поместить шнековую навивку [3].

Выполним прочностной расчет шнека.

Шаг шнека  $H$ , м, и диаметр вала шнека  $d$ , м, находим по формулам 1, 2:

$$H = K * D, \quad (1)$$

$$H = 0,7 * 0,11 = 0,077$$

$$d = K_1 * D, \quad (2)$$

$$d = 0,31 * 0,11 = 0,034$$

Таким образом, наружный диаметр трубы для изготовления шнека будет 34 мм, а толщина ее стенок будет составлять 2,8 мм.

Угол подъема винтовой линии шнека на периферии  $\alpha_D$ , рад находится по формуле 3, 4:

$$\alpha_D = \arctg \left( \frac{H}{\pi D} \right), \quad (3)$$

$$\alpha_D = \arctg \left( \frac{0,077}{880 * 0,11} \right) = 0,046^\circ = 0,0008 \text{ рад},$$

Угол подъема винтовой линии шнека у вала  $\alpha_d$ , рад,

$$\alpha_d = \arctg\left(\frac{H}{pd}\right), \quad (4)$$

$$\alpha_d = \arctg\left(\frac{0,077}{880 * 0,034}\right) = 0,147^\circ = 0,0026 \text{ рад},$$

С достаточной для инженерных расчетов точностью найдем среднеарифметический угол подъема винтовой линии  $\alpha_{cp}$ , рад, по формуле 5

$$\alpha_{cp} = 0,5 (\alpha_D + \alpha_d), \quad (5)$$

$$\alpha_{cp} = 0,5 (0,00008 + 0,0026) = 0,0013,$$

Коэффициент отставания транспортируемого материала  $K_0$  вычисляется по формуле 6

$$K_0 = 1 - (\cos^2 \alpha_{cp} - 0,5f \sin \alpha_{cp}), \quad (6)$$

$$K_0 = 1 - (\cos^2 0,0013 - 0,5f \sin \alpha_{cp}) = 1 - (0,9999 - 0,0026) = 0,0027$$

Предельный диаметр вала шнека  $d_{np}$ , м, будет равен

$$d_{np} = \frac{H}{\pi} \operatorname{tg} \varphi, \quad (7)$$

где  $\operatorname{tg} \varphi = f$  – коэффициент трения ( $\varphi$  – угол трения).

$$d_{np} = \frac{0,077 * 0,4}{3,14} = 0,0098,$$

Диаметр вала шнека всегда принимается больше  $d_{np}$ . Проверяем условие  $d \geq d_{np}$ . Получаем верное неравенство. После этого находим наибольший изгибающий момент в последнем витке шнека по внутреннему контуру  $M_u$ , Н·м/м,

$$M_u = \frac{P_{max} D^2}{32} * \frac{1,9 - 0,7a^{-4} - 1,2a^{-2} - 5,2 \ln a}{1,3 + 0,7a^{-2}}, \quad (8)$$

где  $a = D/d$  – отношение диаметров шнека и вала шнека.

$$M_u = \frac{0,20 * 0,11^2}{32} * \frac{1,9 - 0,7 * 3,24^{-4} - 1,2 * 3,24^{-2} - 5,2 \ln 3,24}{1,3 + 0,7 * 3,24^{-2}} = 0,00024$$

Толщина витка шнека  $\delta$ , м, находится по формуле 9

$$\delta = \sqrt{\frac{6M_u}{[\sigma]}}, \quad (9)$$

Где  $[\sigma]$  – допускаемое напряжение материала витка шнека при изгибе, Па.

$$\delta = \sqrt{\frac{6 * 0,00024}{135 * 10^6}} = 0,1033 * 10^{-3},$$

Угловая частота вращения шнека  $\omega$ , с-1, определяется исходя из производительности нагнетателя  $\Pi$ , кг/с, его геометрических параметров и коэффициента отставания  $K_0$  из зависимости

$$\Pi = 0,125 * (D^2 - d^2) * (H - \delta)(1 - K_0) * \rho, \quad (10)$$

Где  $\rho$  – плотность прессуемого материала, кг/м<sup>3</sup> при среднем давлении  $P = 0,5(P_0 + P_{max})$ , Па;  $P_0$  – давление материала на входе в шнековую камеру, Па. Примите



$P_0$  равным атмосферному;  $\psi$  – коэффициент подачи, учитывающий степень заполнения межвиткового пространства и режим работы формующего устройства.

$$0,1 = 0,125 * (0,11^2 - 0,034^2) * (0,077 - 0,0001)(1 - 0,0027) * 880 ** \omega$$

$$* 1 = 0,0923\omega$$

$$\omega = \frac{0,1}{0,0923} = 1,083$$

Площадь внутренней цилиндрической поверхности корпуса шнекового устройства по длине одного шага  $F_v$ , м<sup>2</sup>,

$$F_v = \pi D(H - \delta), \quad (11)$$

$$F_v = 3,14 * 0,11(0,077 - 0,0001) = 0,0266,$$

Площадь поверхности витка шнека по длине одного шага  $F_{ш}$ , м<sup>2</sup>

$$F_{ш} = \frac{\pi DL - \pi dl + H^2 \ln\left(\frac{D + 2L}{d + 2l}\right)}{4\pi}, \quad (12)$$

Где  $L$  и  $l$  – длины витковых линий, соответствующие диаметрам шнека и вала, м.

$$F_{ш} = \frac{3,14 * 0,11 * 0,01 - 3,14 * 0,034 * 0,01 + 0,077^2 \ln\left(\frac{0,11 + 2 * 0,01}{0,034 + 2 * 0,01}\right)}{12,56}$$

$$= 0,0002$$

Условие работоспособности шнекового нагнетателя соблюдается, если  $F_v > F_{ш}$ .

Крутящий момент на валу шнека  $M_{кр}$ , Н·м,

$$M_{кр} = 0,13 \ln P_{max} (D^3 - d^3) \operatorname{tg} \alpha_{ср}, \quad (13)$$

$$M_{кр} = 0,13 \ln 0,2 * (0,11^3 - 0,034^3) \operatorname{tg} 0,0013 = 3,5 * 10^{-7},$$

Осевая сила, действующая на вал шнека  $S_{oc}$ , Н,

$$S_{oc} = 0,392n(D^3 - d^3)P_{max}, \quad (14)$$

$$S_{oc} = 0,392 * 2 * (0,11^3 - 0,034^3) * 0,2 = 0,0002$$

Проверим условие прочности вала шнека, где  $[\sigma]$  – допускаемое напряжение материала вала, Па.

$$\sigma_{экр} \leq [\sigma]$$

$$0,2523 \leq 135 * 10^6$$

Условие выполняется, значит, вал шнека прочный

Мощность, затрачиваемая на привод шнекового нагнетателя  $N$ , Вт,

$$N = \frac{M_{кр} \omega}{\eta}, \quad (15)$$

где  $\eta$  – КПД привода. Примем  $\eta \approx 0,65$ .

$$N = \frac{3,5 * 10^{-7} * 1,083}{0,65} = 5,83 * 10^{-7},$$

Ширина винтовой поверхности  $v$ , м,

$$v = 0,5 (D - d), \quad (16)$$

$$v = 0,5 * (0,11 - 0,034) = 0,038,$$

Длина винтовых линий в пределах одного шнека, м:

по наружному диаметру шнека:

$$L = \sqrt{H^2 + (\pi D)^2}, \quad (17)$$

$$L = \sqrt{0,077^2 + (3,14 * 0,11)^2} = 0,36,$$

по диаметру вала шнека

$$l = \sqrt{H^2 + (\pi d)^2}, \quad (18)$$

$$l = \sqrt{0,077^2 + (3,14 * 0,034)^2} = 0,13,$$

Угол выреза  $\alpha_0$ , рад,

$$\alpha_0 = 2\pi - \frac{(L - l)}{r}, \quad (19)$$

$$\alpha_0 = 2 * 3,14 - \frac{(0,36 - 0,13)}{0,038} = 0,23,$$

Диаметр кольца, м:

Наружный

$$D_0 = \frac{2L}{2\pi - \alpha_0}, \quad (20)$$

$$D_0 = \frac{2 * 0,36}{2 * 3,14 - 0,23} = 0,119,$$

Внутренний

$$d_0 = \frac{2l}{2\pi - \alpha_0}, \quad (21)$$

$$d_0 = \frac{2 * 0,13}{2 * 3,14 - 0,23} = 0,043.$$

Таким образом, мы выполнили прочностной расчет шнека, выявили необходимые диаметры колец внешнего и внутреннего, а также основные параметры самого шнека [4].

Надежная работа дисковой мельницы и ее рабочих органов, их длительный срок службы и паспортная производительность обеспечивается своевременным проведением технического обслуживания, проведением смазки ее сборочных единиц и деталей в соответствии с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации.

### Библиографический список

1. Золотарев, А.М. Обоснование выбора устройств для получения фуражного зерна / А.М. Золотарев, В.В. Труфанов Р.А. Дружинин // Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов – Ч.III. – Воронеж: ВГАУ. – 2016. – С. 41-44.
2. Сергеев, Н.С. Повышение эффективности работы измельчителя фуражного зерна малой производительности / Н.С. Сергеев, К.В. Судаков, Б.В. Забегаев // Технические науки – агропромышленному комплексу России: Материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный аграрный университет". – 2017. – С. 284-291.
3. Яровой, М.Н. Расчет шнекового нагнетателя: методические указания / М.Н. Яровой // Воронеж: ВГАУ. – 2017. – С.10.
4. Коняев Н.В. Измельчитель зерна малой энергоемкости / Н.В. Коняев, Ю.В. Назаренко, А.И. Попов // Интеграция науки и сельскохозяйственного производства // Материалы международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 33-36.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ ПО ОРГАНИЧЕСКИМ ТЕХНОЛОГИЯМ

**Старовойтов Виктор Иванович**, зав. отделом технологии и инновационных проектов, ФГБНУ ВНИИКХ

**Пехальский Максим Игоревич**, аспирант, ФГБНУ ВНИИКХ

**Аннотация:** Картофель является одной из основополагающих культур в сельском хозяйстве Российской Федерации. Соблюдение особенностей методик выращивания картофеля позволяет выращивать продукцию высокого качества с большим содержанием полезных веществ. В Российской Федерации был разработан федеральный законопроект «О производстве органической сельскохозяйственной продукции и внесении изменений в законодательные акты Российской Федерации». 28 июля 2018 года он был одобрен Советом Федерации и 3 августа 2018 года он был принят Государственной Думой.

Картофель относится к культурам, пригодным для выращивания на основе органического земледелия с соблюдением всех технологических процессов.

**Ключевые слова:** картофель, технология органического земледелия, мероприятия.

В мировом производстве сельхозкультур картофель занимает четвертое место, уступая только зерновым культурам. В настоящее время картофель является одной из основополагающих культур в сельском хозяйстве Российской Федерации. Соблюдение особенностей методик выращивания картофеля позволяет выращивать продукцию высокого качества с большим содержанием полезных веществ [1].

Органическое сельское хозяйство практикуется в 160 странах мира, в 84 странах действуют собственные законы об органическом сельском хозяйстве. По данным Evromonitor international в 2016 г. продажи органических продуктов в Российской Федерации выросли на 9,4% по сравнению с предыдущим годом и достигли 9,8 млрд. рублей. За 6 лет был разработан федеральный законопроект «О производстве органической сельскохозяйственной продукции и внесении изменений в законодательные акты Российской Федерации». 28 июля 2018 года он был одобрен Советом Федерации и 3 августа 2018 года он был принят Государственной Думой [2]. Основные понятия, используемые в вышесказанном законе:

1.) органическая продукция – экологически чистые: сельскохозяйственная продукция, сырье и продовольствие, производство которых соответствует требованиям, установленным настоящим Федеральным законом;

2.) органическое сельское хозяйство – совокупность видов экономической деятельности, которые определены Федеральным законом от 29 декабря 2006 года N 264-ФЗ "О развитии сельского хозяйства" и при осуществлении которых применяются способы, методы и технологии, направленные на обеспечение благоприятного

состояния окружающей среды, укрепление здоровья человека, сохранение и восстановление плодородия почв;

3.) производители органической продукции – юридические и физические лица, которые осуществляют производство, хранение, маркировку, транспортировку и реализацию органической продукции и включены в единый государственный реестр производителей органической продукции [2].

Технология органического земледелия исключает применение синтетических агрохимикатов, пестицидов, фунгицидов, синтетических азотных удобрений, антибиотиков, гормональных препаратов, пищевых добавок неорганического происхождения, генно-модифицированных организмов.

Технология возделывания включает в себя ряд мероприятий:

1.) Тщательный подбор сортов картофеля, устойчивых к болезням;

2.) Севооборот с включением сидеральных культур для повышения плодородия почв. Из севооборота обязательно необходимо будет исключить те культуры, у которых могут проявиться те же болезни, что у картофеля. Так же необходимо исключить культуры, для которых используют гербициды.

3.) Комплекс биологических средств для защиты посадок картофеля от болезней и вредителей;

4.) Механическая междурядная обработка как защита картофеля на ранних этапах его развития: до всходов и после всходов [3].

Выращивание картофеля по органической системе содержит такой же комплекс операций, как и при интенсивной технологии выращивания. Однако некоторые ее элементы имеют принципиальные различия.

Картофель относится к растениям, наиболее подходящим для выращивания в различных агроклиматических условиях. Однако лучшие условия для роста, развития и формирования высокого урожая клубней картофеля создаются на дерново-средне-подзолистых легких супесчаных, суглинистых и черноземных почвах оптимально обеспеченных элементами питания и влагой. Они более всего пригодны для применения комплексной механизации выращивания картофеля. Картофель очень чувствителен к плотности почвы. Эти требования обусловлены биологическими особенностями культуры, основанные на механическом воздействии клубней на почву при их росте. Оптимальной плотностью суглинистых почв для выращивания картофеля является 1,1-1,2 г/см<sup>3</sup>, а супесчаных – 1,3-1,4 г/см<sup>3</sup>. По кислотности почвы, то картофель отличается от многих других культур. Она лучше выдерживает кислую реакцию почвенного раствора, чем незначительную щелочную. Оптимальным рН находится в пределах 5,5-6,5.

При выращивании картофеля на основе органического земледелия большое значение имеет размещение картофеля в севообороте. Внедрение научно обоснованных севооборотов в картофелеводстве способствует улучшению агрофизических свойств почвы, а также облегчает борьбу с сорняками, болезнями и вредителями, существенно влияет на обеспеченность питательными веществами и влагой, на содержание гумуса. Лучшими предшественниками картофеля являются озимые зерновые, зернобобовые и капустные культуры. Для сидеральных паров рекомендуем такие культуры, как люпин, пеленка, вико - овсяная смесь, сераделла, горчица белая, редька масличная.

Соединить в одном сорте высокую производительность с качеством продукции очень трудно. Поэтому, чтобы максимально использовать возможности сорта, не усугубить качество продукции при повышении урожайности, следует правильно сочетать применение удобрений с другими агротехническими мероприятиями. Выбор сорта определяется прежде всего требованиями рынка и желанием покупателя. Кроме того, выбирая сорт, учитывают ряд других факторов: высокая урожайность при раннем формировании клубней и большого количества клубней в кусте; низкая требовательность сорта к уровню питания; компактность куста и клубневых гнезд; высокая устойчивость к болезням и вредителям; хорошая лежкость клубней даже при неблагоприятных условиях формирования урожая.

Бесспорно, лучшими сортами для каждого хозяйства есть районированные для этой зоны.

Картофель – требовательная к питательному режиму почвы культура. Растения картофеля усваивают из почвы много элементов питания, а больше всего азота, фосфора, калия. Это нужно учитывать, используя органические удобрения, и прежде всего, учитывать тип почвы, ее обеспеченность питательными веществами. Основным удобрением для картофеля в альтернативном земледелии есть полуперепревший навоз КРС. Минеральные удобрения не применяются.

Органическая система удобрения картофеля на современном этапе дополнилась широким использованием послеуборочных и пожнивных посевов сидеральных культур на зеленое удобрение. Институтом картофелеводства на базе полевого стационарного опыта изучалось влияние сидеральной и сидерально-органической системы удобрения на величину урожая картофеля. За пять лет исследований установлено, что запахивания в почву сидеральной массы 33,0-66,0 т/га обеспечивает урожай клубней на уровне 23,0 т/га. При внесении на фоне двойного сидерального пара 40 т/га полуперепревшего навоза урожайность клубней картофеля увеличивалась и составила 30,5 т/га [4].

Главное требование к обработке почвы – надлежащее рыхление пахотного слоя, уничтожение сорняков, заделка вносимых органических и сидеральных удобрений, накопление питательных веществ и обеспечение оптимальным тепловым и воздушным режимами для роста и развития растений картофеля.

Подготовка почвы под картофель зависит от типа почвы, климатических и хозяйственных условий, предшественника в севообороте [5].

При органическом производстве картофеля лучшим способом подготовки почвы перед посадкой является сочетание поверхностной обработки почвы – дискование на глубину 15-18 см, с плоскорезной обработкой на глубину 35-40 см. Эти агротехнические мероприятия способствуют лучшему разрыхлению почвы, улучшению в нем водно-воздушного режима и получению высоких урожаев клубней картофеля.

Подготовка клубней к посадке – неотъемлемая составная часть технологии выращивания картофеля.

Для получения посадочного материала, который бы отвечал агротехническим требованиям, картофель калибруют: для сортов с удлиненной формой клубней фракция составляет 28-55 мм, а для сортов с округлой и округло-овальной формой клубней – 30-60 мм. Согласно государственному стандарту посадочные клубни должны быть целыми, здоровыми, сухими, чистыми, типичными по форме для этого сорта.

Обязательное мероприятие – прогревание семенного материала. Картофель после сортировки и переборки прогревают при температуре 12-15 °С в течение двух-трех недель, а перед посадкой бракуют клубни с симптомами болезнями.

По данным Института картофелеводства, для повышения урожайности и уменьшения повреждения клубней болезнями перед посадкой целесообразно обрабатывать клубни биологическими препаратами, согласно перечню разрешенных к использованию в органическом земледелии. Применение этих препаратов позволяет увеличить урожайность на 2,2-5,7 т/га, а также способствует уменьшению повреждения клубней болезнями 10,3-18,8%.

Посадка – самый технологический процесс. Его начинают, когда температура почвы на глубине 10 см составит 7-8 °С. Оптимальная глубина посадки 6-8 см от уровня поверхности поля и 12-15 см от верхушки гребня до клубней. Важным условием получения высоких урожаев является обеспечение густоты посадки на период уборки не менее 35-50 тыс. хорошо развитых кустов для продовольственной и 55-70 тыс. для семеноводческих посадок.

Уход за посадками картофеля – важный комплекс агротехнических мероприятий, направленный на создание оптимальных условий для роста и развития растений, борьбы с сорняками, болезнями и вредителями, накопления урожая клубней на протяжении вегетационного периода.

Первую междурядную обработку картофеля проводят до появления всходов, на 7-8-й день после посадки, культиваторами, оборудованными трехъярусной стрельчатой лапой в агрегате с сетчатой бороной. Второй раз картофель обрабатывают тогда, когда ростки клубней достигнут 3-4 см, примерно на 12-16-й день после посадки. Последнюю глубокую междурядную обработку на глубину 16-18 см проводят после полного появления всходов, когда высота растений составляет 10-12 см. Окучивание картофеля надо проводить в начале смыкания ботвы. Глубина окучивания составляет не более 8-10 см. В этом случае грунт плотно нагребают к растениям, а гребень приобретает обтекаемую форму, высота его должна составлять 22-25 см.

Важным в уходе за посадками картофеля является защита от болезней и вредителей. В опытах Института картофелеводства были использованы сертифицированные в органическом производстве препараты. Особенностью системы защиты картофеля при выращивании на основе органического земледелия является применение биологических препаратов, разрешенных к использованию в органическом земледелии.

Успешная работа картофелеуборочных машин зависит от подготовки поля к уборке, которая требует своевременного уничтожения ботвы. Применяют механическое уничтожение ботвы с помощью машины измельчителя. Ботву уничтожают за 12-14 дней до уборки высота нескошенных картофельной составляет 5-7 см.

Собирать урожай картофеля надо тогда, когда клубни достигают хозяйственной спелости – корка на них не шелушится, и они легко отделяются от столонов. В таком состоянии клубни меньше подвергаются механическому травмированию. Собирать лучше в сухую, солнечную погоду и заканчивать к снижению среднесуточной температуры воздуха + 10 °С. При более низких температурах увеличивается травмирование клубней, что отрицательно влияет на качество хранения.

После сбора, перед закладкой на хранение, клубни картофеля должны обязательно пройти лечебный период, который позволит выявить больные и поврежденные клубни и не допустить их попадания в хранилище на хранение. В основной период хранения семенного картофеля температуру поддерживают около 2-4 °С, продовольственной – 4-6 °С при относительной влажности воздуха 90-95%.

**Заключение** Картофель относится к культурам, пригодным для выращивания на основе органического земледелия с соблюдением всех технологических процессов.

#### **Библиографический список**

1. Старовойтов, В.И. Переработка картофеля экономически целесообразна / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова // Картофель и овощи. – № 7. – 2008. – С. 2-3.

2. <https://www.euromonitor.com/> и <https://pharmaintelligence.informa.com/> (04.12.2018).

3. Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А. Эффективная борьба с сорняками в органическом земледелии // В сб.: Научные инновации - аграрному производству материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию юбилею Омского ГАУ. – 2018. – С. 402-411.

4. Коршунов, А.В. Управление содержанием крахмала в картофеле / А.В. Коршунов, Г.И. Филиппова, Н.А. Гаитова, Л.Н. Кутовенко // Достижения науки и техники АПК. – № 11. – 2010. – С. 19-22.

5. Старовойтов, В.И. Пути повышения пищевой ценности картофеля / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, Н.В. Воронов, Г.С. Воронова, А.А. Манохина // В сборнике: Агротехнологии XXI века Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию основания Пермской ГСХА и 150-летию со дня рождения академика Д.Н. Прянишникова. Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова. – 2015. – С. 48-53.

УДК 631.354

## **РЕГУЛИРОВКИ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА РОТОРНОГО ТИПА**

**Пляка Валерий Иванович**, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье рассматривается молотильно-сепарирующее устройство роторного типа. В конструкции МСУ заложены дополнительные регулировки, обеспечивающие работу зерноуборочного комбайна в различных условиях.

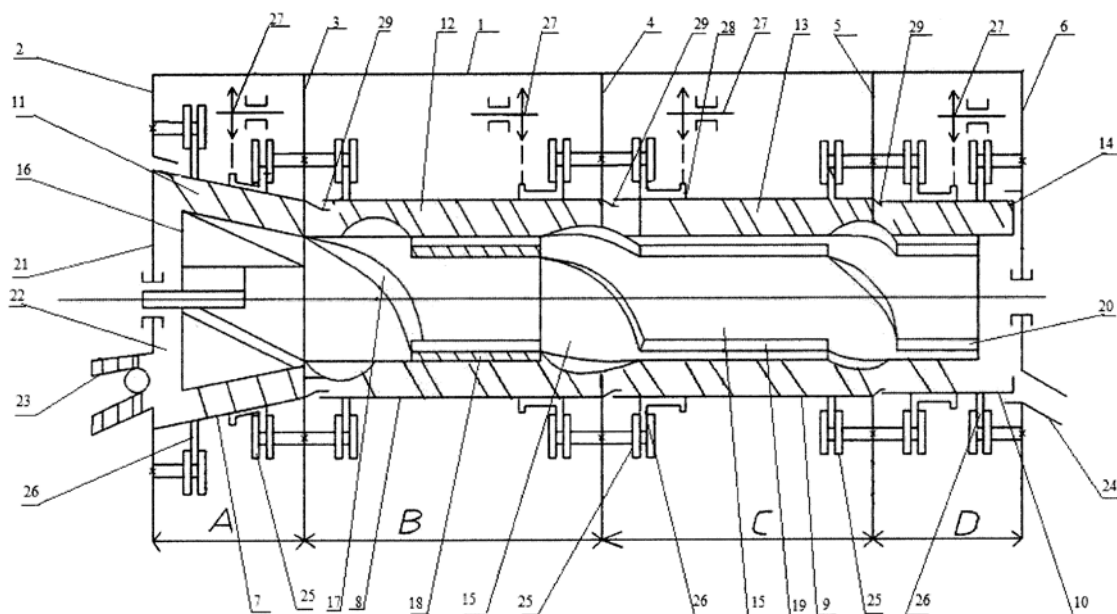
**Ключевые слова:** аксиально-роторное молотильно-сепарирующее устройство, встречное и попутное вращение кожуха, заходная часть ротора, молотильно-сепарирующая часть.

Основными элементами молотильно-сепарирующего устройства роторного типа являются ротор и кожух. В свою очередь роторная схема разделена на следующие части (рисунок): заходная, молотильно-сепарирующая, соломоотводная. Классическими регулировками молотильно-сепарирующего устройства остаются зазор между ротором и кожухом, который регулируют изменением положения двух противоположных решеток кожуха, поворачивая их относительно оси параллельно плоским образующей. И регулировка скорости вращения ротора.

Устройство роторного типа может иметь как неподвижный кожух с углом охвата ротора от  $120^\circ$  до  $180^\circ$ , так и подвижный, вращающийся кожух с углом охвата  $360^\circ$ .

Остановимся на вращающемся кожухе. Установлено [1], что при вращении кожуха предотвращается скапливание растительной массы в его верхней зоне и обеспечивается сепарация зерна на всей поверхности кожуха, что уменьшает залипание рабочей поверхности, облегчает обслуживание МСУ. Угол установки винтовых направителей на поверхности кожуха может повлиять на скорость движения стеблевой массы вдоль оси молотильно-сепарирующего устройства.

Аксиально-роторное молотильно-сепарирующее устройство [2] позволяет расширить возможности роторной схемы при работе в различных условиях. Кожухи составных частей роторной схемы отделены друг от друга и имеют самостоятельный привод. Независимое вращение частей кожуха, которые свободно соединены друг с другом, позволяет беспрепятственное перемещение стеблевой массы от одной части кожуха к другой, а также изменение скорости и направления вращения составных частей кожуха относительно вращения ротора, обеспечивая попутное или встречное вращение.



**Рис. Схема аксиально-роторного молотильно-сепарирующего устройства**

1 – корпус; 2, 3, 4, 5 и 6 – перегородки; 7 – заходный решетчатый конус; 8, 9 и 10 – молотильный, сепарирующий и для отвода соломы кожухи; 11, 12, 13 и 14 – направители; 15 – ротор; 16 – лопастная крыльчатка; 17, 18, 19 и 20 – бичи; 21 – передняя стенка; 22 – загрузочное окно; 23 – питающий транспортер; 24 – выгрузное окно; 25 – опоры качения; 26 – опорные элементы; 27 – привод; 28 – ведомый элемент; 29 – кольцевой зазор; А, В, С и Д – заходная, молотильно-сепарирующая, сепарирующая и соломоотводная части ротора и кожуха



Так например, при обмолоте перезревшего зерна попутное вращение кожуха заходной части с ротором обеспечивает повышение коэффициента сепарации зерна на входе в молотильное пространство. Встречное движение молотильно-сепарирующей, сепарирующей и соломоотводящей частей кожуха с ротором позволит снизить количество ударов по соломистой массе и попадание на решета очистки перебитой соломы. При уборке длинностебельных культур правильное сочетание направления и скорости частей кожуха относительно направления вращения ротора будет препятствовать сплетению растительной массы в жгут.

Выбор направления вращения заходного решетчатого кожуха, молотильного, сепарирующего и для отвода соломы кожухов как вместе, так и по отдельности, способствует расширению выбора режимов работы устройства в зависимости от вида и состояния убираемой культуры.

### **Библиографический список**

1. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные машины: книга / Н.И. Кленин, А.Г. Левшин, С.Н. Киселев // Москва: «КолосС». – 2008. – 816 с.

2. Патент РФ №165246 U1, МПК А01F 7/06. Аксиально-роторное молотильно-сепарирующее устройство / В.И. Пляка, Б.А. Бицоев, А.А. Золотов, А.И. Панов (РФ). – Патентообладатель: ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева (RU). – №2016114675/13, заявлено 15.04.2016; опубл. 10.10.2016. Бюл. № 28. – 7с.

УДК 631.363

## **ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОДГОТОВКИ КОРМОВ К ДЛИТЕЛЬНОМУ ХРАНЕНИЮ**

**Самарина Юлия Рашидовна**, доцент кафедры эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ

**Аннотация:** в статье представлен анализ полных энергетических затрат в зависимости от способов подвода тепла к высушиваемому материалу. По результатам теоретических и экспериментальных исследований проведён расчет составляющих полных энергозатрат, рассчитан коэффициент эффективности технологических линий.

**Ключевые слова:** энергозатраты, коэффициент эффективности, прямые затраты энергии сушка, корма, сроки хранения.

Одним из способов подготовки кормов к длительному хранению является его сушка. При этом необходимым условием, согласно зоотехническим требованиям, является влажность корма, которая должна находиться в пределах 18-20%.

Методы сушки различаются способами подвода теплоты. В сушильной технике применяются конвективный, кондуктивный (либо контактный), термоизлучением (при

помощи инфракрасных лучей) и токами высокой и сверхвысокой частоты, сублимационный.

Все данные методы имеют свои преимущества и недостатки. Наиболее распространенными в настоящее время являются следующие способы сушки: конвективный, сублимационный и инфракрасный [1].

Основными критериями оценки сушильных установок являются полные энергозатраты на производство единицы продукции, которые можно определить с использованием методики ВИМ [2].

$$\sum_{i=1}^n E_{c.m.i} = \sum_{i=1}^n E_{n.c.i} + \frac{\sum_{i=1}^n E_{ж.i} + \sum_{i=1}^n E_{об.i} + \sum_{i=1}^n E_{з.i}}{\sum_{i=1}^n W_{c.m.i}}, \quad (1)$$

где  $\sum E_{n.c.i}$  – прямые затраты энергии, МДж/кг;

$\sum E_{ж.i}$  – затраты живого труда, МДж/ч;

$\sum E_{об.i}$  и  $\sum E_{з.i}$  – энергозатраты оборудования и производственных помещений, МДж/кг;

$\sum W_{c.m.i}$  – производительность оборудования, линий по переработке продукта, Мдж/кг.

Ориентировочно расход энергии сушке продукта можно определить, исходя из условной суммарной мощности электродвигателей ( $\sum N_{эд.i}$ ), входящих в технологическую линию, к ее производительности ( $\sum W_{c.i}$ ).

$$\sum_{i=1}^n n_{э.i} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{эд.i}}{\sum_{i=1}^n W_{c.i}}, \quad (2)$$

В этом случае должна быть учтена все энергия, расходуемая оборудованием, входящим в технологическую линию по переработке продукта.

Прямые затраты энергии [2]

$$\sum_{i=1}^n E_{n.c.i} = H_э (k_э + f_э) \quad (3)$$

где  $H_э$  – расход электроэнергии, кВт·ч;

$k_э$  – коэффициент перевода;

$f_э$  – коэффициент, учитывающий дополнительные затраты энергии, Мдж/кВт·ч.

Затраты живого труда определяются следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n E_{ж.i} = \sum_{i=1}^n (n_{ч.i} \cdot a_{ж.i}) + \sum_{i=1}^n (n'_{ч.i} \cdot a'_{ж.i}) \quad (4)$$

где  $n_{ч.i}$  и  $n'_{ч.i}$  – число основных и вспомогательных рабочих, чел;

$a_{ж.i}$  и  $a'_{ж.i}$  – соответствующие энергетические эквиваленты затрат живого труда, МДж/ч.

Энергоемкость производственных помещений

$$\sum_{i=1}^n E_{з.i} = \frac{a_з \cdot F_з}{100} \left( \frac{1}{T_{эн}} \right) \quad (5)$$

где  $a_з$  – энергетический эквивалент производственных помещений, МДж/м<sup>2</sup>;

$F_з$  – площадь производственных помещений, м<sup>2</sup>;

$T_{вп}$  – продолжительность работы технологической линии, ч/год.

Используя выше приведенную методику и опираясь на проведенные теоретические и экспериментальные данные был произведен анализ составляющих полных энергозатрат процесса сушки.

Более наглядно изменение составляющих полных затрат представлено на рисунке 1 [3].

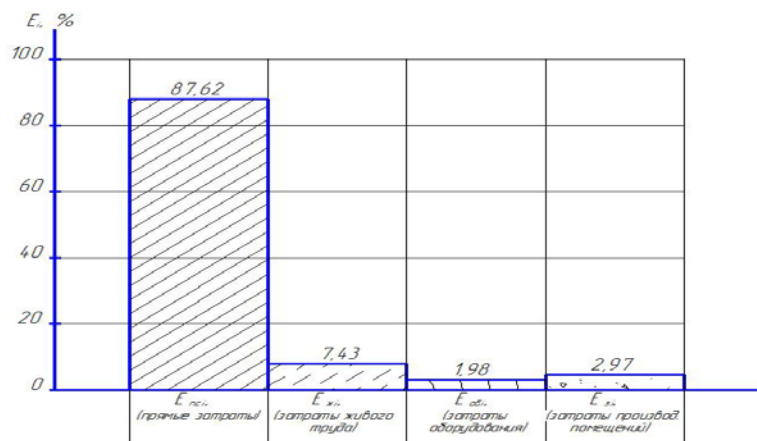


Рис. 1. Анализ составляющих полных энергозатрат

Как видно из представленных диаграмм (рисунок 1), наибольшие энергозатраты в процентном соотношении от полных энергозатрат приходятся на прямые энергозатраты.

Представляет определенный теоретический и практический интерес сравнение энергозатрат для различных способов сушки. На основании проведенных расчетов составляющие полных энергозатрат при различных способах сушки на один кг испаренной влаги представлены в таблице.

Таблица

### Энергозатраты различных способов сушки

	сублимационный		поля СВЧ, кондуктивный		конвективный		инфракрасный	
	$E_{теор}$	$E_{эксп}$	$E_{теор}$	$E_{эксп}$	$E_{теор}$	$E_{эксп}$	$E_{теор}$	$E_{эксп}$
прямые энергозатраты, $E_{пс}$ , МДж/кг	8,52	8,11	5,36	5,21	9,46	9,09	3,85	3,70
энергозатраты живого труда, $E_{ж}$ , МДж/кг	0,72	0,70	0,45	0,43	0,81	0,78	0,31	0,30
энергозатраты оборудования, $E_{об}$ , МДж/кг	0,19	0,18	0,12	0,12	0,21	0,20	0,08	0,08
энергозатраты производственных помещений, $E_{з}$ , МДж/кг	0,28	0,27	0,18	0,18	0,32	0,31	0,13	0,13
полные энергозатраты, $E_{с.т.}$ , МДж/кг	8,67	8,25	5,45	5,30	9,63	9,25	3,92	3,77
экономия полных энергозатрат, $\Delta E_{с.т.}$ , МДж/кг	4,75	4,48	1,53	1,53	5,71	5,48	-	-

Анализируя таблицу можно сделать вывод, что экономия теоретических полные энергозатрат при инфракрасной сушке составит по сравнению: кондуктивный способ и сушка СВЧ – 1,53 МДж/кг; сублимационный способ сушки – 4,75 МДж/кг; конвективной способ сушки – 5,71 МДж/кг.

Экономия экспериментальных полные энергозатрат при инфракрасной сушке составит по сравнению: кондуктивный способ и сушка СВЧ – 1,53МДж/кг; сублимационный способ сушки – 4,48 МДж/кг; конвективной способ сушки – 5,48 МДж/кг.

Таким образом можно отметить эффективность использование инфракрасного излучения в технологии сушки.

Для обоснования эффективности применения предлагаемых технологических линии по подготовки гранулированных кормов и зерновых культур к длительному хранению введем коэффициент эффективности технологической линии [4]:

$$k_{эф.тех.л} = \frac{k_{эф.тех.л.пред.}}{k_{эф.тех.л.сущ.}} \rightarrow \min, \quad (6)$$

где  $k_{эф.тех.л.пред.}$  и  $k_{эф.тех.л.сущ.}$  – коэффициент эффективности предлагаемой и существующей технологической линии соответственно.

Так как технологические линии отличаются только применяемыми сушильными установками, то рассчитаем коэффициенты с учетом удельной мощности сушильной установки:

$$k_{эф.тех.л.пред.} = \frac{N_{уд.пред.} \cdot 3600}{E_{п.пред.1(2)}} \text{ и } k_{эф.тех.л.сущ.} = \frac{N_{уд.сущ.} \cdot 3600}{E_{п.сущ.1(2)}}, \quad (7)$$

где  $N_{уд.пред.}$  и  $N_{уд.сущ.}$  – удельная мощность (на 1 кг испаренной влаги) предлагаемой и существующей сушильной установки, кВт·ч/кг;

3600 – коэффициент перевода;

$E_{п.сущ.}$  – полные энергетические затраты существующей технологической, МДж;

$E_{п.пред.}$  – полные энергетические затраты предлагаемой технологической, МДж.

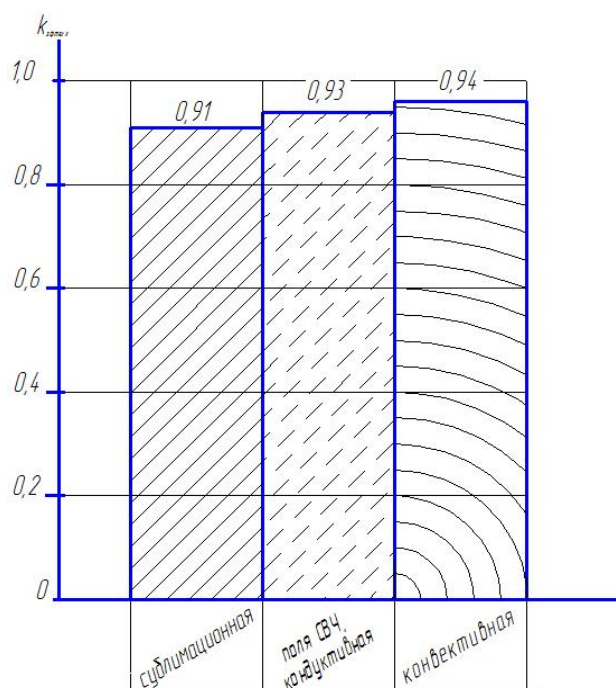


Рис. 2. Коэффициент эффективности технологических линий

Таким образом, на основании сравнительных расчетов коэффициента эффективности технологических линий видно, что энергетическая эффективность технологической линии с терморadiaционной сушильной установкой на 9 % выше чем с сублимационной, на 7% выше чем с кондуктивной и на 6% выше чем с конвективной.

### **Библиографический список**

1. Самарина, Ю.Р. Оценка энергозатрат при сушке корма / Ю.Р. Самарина, С.В. Щитов // Техника и оборудование для села. – № 7(205). – 2014. – С. 27-28.
2. Самарина, Ю.Р. Обоснование параметров и режимов сушки инфракрасной сушильной установки / Ю.Р. Самарина, А.В. Якименко, Т.Я. Самарина, И.В. Бумбар // Техника и оборудование для села. – №12. – 2012. – С. 20-23.
3. Самарина, Ю.Р. Сравнительная оценка энергозатрат при сушке корма различными способами / Ю.Р. Самарина, С.В. Щитов // Техника и оборудование для села. – № 9(207). – 2014. – С. 18-20.
4. Самарина, Ю.Р. Энергетические затраты при производстве кормов для сельскохозяйственных животных / Ю.Р. Самарина // «Актуальные проблемы науки XXI века», г. Москва: сборник со статьями (уровень стандарта, академический уровень). – М.: Международная исследовательская организация "Cognitio". – 2018. – С. 44-49.

УДК 631.363

### **ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КОРМОВ К ДЛИТЕЛЬНОМУ ХРАНЕНИЮ**

*Щитов Сергей Васильевич, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ*

*Самарина Юлия Рашидовна, доцент кафедры эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ*

**Аннотация:** В статье представлено обоснование параметров предлагаемых технологических линий, применяемых для подготовки зерновых культур к длительному хранению.

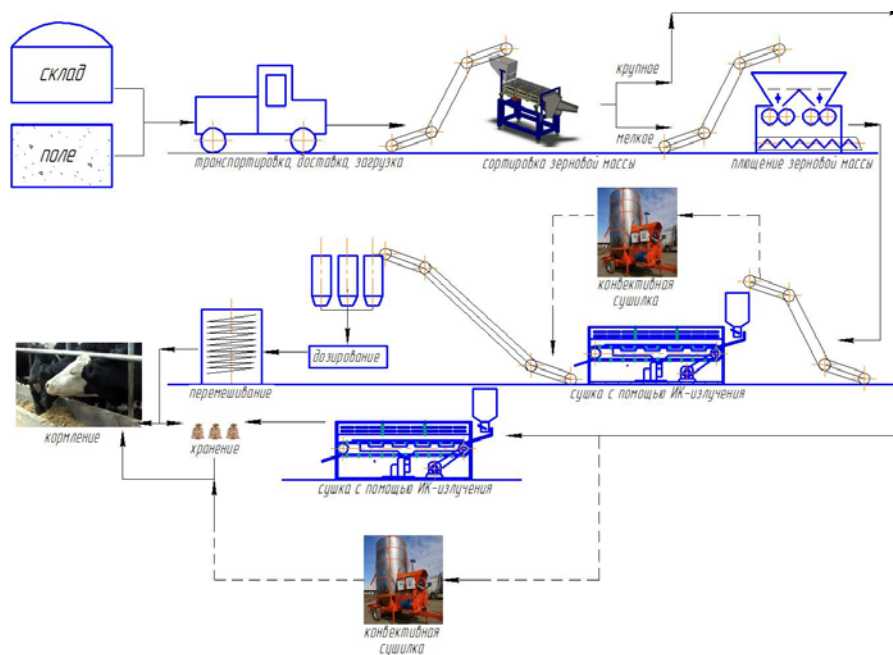
**Ключевые слова:** технологическая линия, компоненты зерносмеси, зерновые культуры, коэффициент эффективности.

В настоящее время одной из приоритетных задач в работе агропромышленного комплекса являются дальнейшее развитие отрасли животноводства. Для повышения продуктивности животных, увеличения производства продукции животноводства и снижения ее себестоимости важным условием является полноценное кормление, предусматривающее выдачу животным полнорационных многокомпонентных кормовых смесей. Такие смеси значительно лучше перевариваются животными и способствуют повышению продуктивности на 10-14%. Многочисленными исследованиями выявлено, что наиболее рационально скармливать КРС полнорационные кормосмеси,

приготовленные непосредственно перед раздачей, но это не всегда возможно. Избежать проблем с кормлением можно, создав запас компонентов для создания кормосмесей, в том числе компонентов из зерновых культур.

В ежедневный рацион кормления сельскохозяйственных животных обязательно входит зерносмесь. Она может быть представлена в двух видах: плющенное зерно (рисунок 1) и размол (рисунок 2) [1].

На рисунке 1 представлена технологическая линия, обеспечивающая подготовки зерновых культур способом плющения к кормлению или длительному хранению.



**Рис. 1. Технологическая схема подготовки зерновых культур (с плющением)**

Технологический процесс подготовки зерновых культур к кормлению или к длительному хранению заключается в следующем.

В зависимости от времени года и места размещения перерабатывающего комплекса зерновой материал самосвальными транспортными средствами доставляется к месту сортировки. Зерно из транспортного средства или с зернофуражного склада конвейером подается в приемный бункер решетного стана сортировочной машины. Здесь оно очищается от посторонних крупных включений и сортируется на фракции. Сортировка осуществляется на две основные фракции – крупную и мелкую. Мелкое отсортированное зерно поступает в норию, а затем в бункер дозатора плющильной установки. Операция плющения проводится для изменения структуры зерна и снижения его начальной влажности, а соответственно для дальнейшего снижения длительности процесса сушки [2].

Мелкое зерно после плющения по средствам норрии подаются в накопительный бункер терморационной сушильной установки с конвективным воздухообменом. Скорость шнека норрии устанавливается в пределах необходимых для непрерывного процесса работы сушильной установки. Высушенное зерно из сушильной установки подается на транспортирующие устройства, а затем в бункера дозаторы для

последующего кормления или упаковывается в тару и доставляется на склад для длительного хранения.

Крупное зерно, минуя процесс плющения, подается сразу в терморadiационную сушильную установку. Данное разделение производится с целью минимизирования энергетических затрат и потерь питательных свойств зернового материала.

Так как технологические линии отличаются только применяемыми сушильными установками, то рассчитаем коэффициенты эффективности технологических линий с учетом удельной мощности сушильной установки [3]:

$$k_{эф.тех.л.пред} = \frac{N_{уд.пред} \cdot 3600}{E_{п.пред.1(2)}} \text{ и } k_{эф.тех.л.сущ} = \frac{N_{уд.сущ} \cdot 3600}{E_{п.сущ.1(2)}}, \quad (1)$$

где  $N_{уд.пред.}$  и  $N_{уд.сущ.}$  – удельная мощность (на 1 кг испаренной влаги) предлагаемой и существующей сушильной установки, кВт·ч/кг;

3600 – коэффициент перевода;

$E_{п.сущ.1(2)}$  – полные энергетические затраты существующей технологической линии №1 (мелкое зерно) и №2 (крупное зерно) соответственно, МДж;

$E_{п.пред.1(2)}$  – полные энергетические затраты предлагаемой технологической линии №1 (мелкое зерно) и №2 (крупное зерно) соответственно, МДж.

$$\left. \begin{aligned} E_{п.сущ.1} &= E_{tex} + \sum_{i=1}^n E_{транс} + E_{сорт} + E_{плющ} + E_{сушка} + E_{дозир} + E_{перемеш} + E_{транс.корм.хр.} \\ E_{п.сущ.2} &= E_{tex} + \sum_{i=1}^n E_{транс} + E_{сорт} + E_{сушка} + E_{транс.корм.хр.} \\ E_{п.пред.1} &= E_{tex} + \sum_{i=1}^n E_{транс} + E_{сорт} + E_{плющ} + E_{ИК-сушка} + E_{дозир} + E_{перемеш} + E_{транс.корм.хр.} \\ E_{п.пред.2} &= E_{tex} + \sum_{i=1}^n E_{транс} + E_{сорт} + E_{ИК-сушка} + E_{транс.корм.хр.} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где  $E_{tex}$  – энергозатраты на транспортировку автомобильным (или другим видом) транспорта, МДж;

$\Sigma E_{транс}$  – суммарные энергозатраты на транспортировку компонентов нориями (транспортерами), МДж;

$E_{сорт}$  – энергозатраты на сортировку, МДж;

$E_{плющ}$  – энергозатраты на плющение, МДж;

$E_{дозир}$  – энергозатраты на дозирование компонентов, МДж;

$E_{перемеш}$  – энергозатраты на перемешивание компонентов, МДж;

$E_{трансп.корм.хр}$  – энергозатраты на транспортировку к месту кормления (хранения), МДж;

$E_{сушка}$  – энергозатраты на сушку мобильной зерносушилкой, МДж;

$E_{ИК-сушка}$  – энергозатраты на сушку инфракрасной зерносушилкой, МДж.

В уравнении 2 основными энергетическими затратами являются прямые энергозатраты [3]:

$$\left. \begin{aligned} E_{пр.1} &= E_{tex} + \sum_{i=1}^n E_{транс} + E_{сорт} + E_{плющ} + E_{дозир} + E_{перемеш} + E_{транс.корм.хр.} \\ E_{пр.2} &= E_{tex} + \sum_{i=1}^n E_{транс} + E_{сорт} + E_{транс.корм.хр.} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

С учетом уравнения 3 уравнение 2 примет вид:

$$\left. \begin{aligned} E_{н.суц.1} &= \sum E_{пр.1} + E_{сушка} \quad \text{и} \quad E_{н.суц.2} = \sum E_{пр.2} + E_{сушка} \\ E_{н.пред.1} &= \sum E_{пр.1} + E_{ИК-сушка} \quad \text{и} \quad E_{н.пред.2} = \sum E_{пр.2} + E_{ИК-сушка} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Подставляя полученные значения в уравнение 1, представим коэффициент эффективности технологической линии в следующем виде:

$$k_{эф.тех.л.пред.1(2)} = \frac{N_{уд.пред} \cdot 3600}{\sum E_{пр.1(2)} + E_{ИК-сушка}} \quad \text{и} \quad k_{эф.тех.л.суц.1(2)} = \frac{N_{уд.суц} \cdot 3600}{\sum E_{пр.1(2)} + E_{сушка}}. \quad (5)$$

Отличительной особенностью технологической линии представленной на рисунке 2 является включение в линию дробилки зернового материала для получения размола зерновых культур.

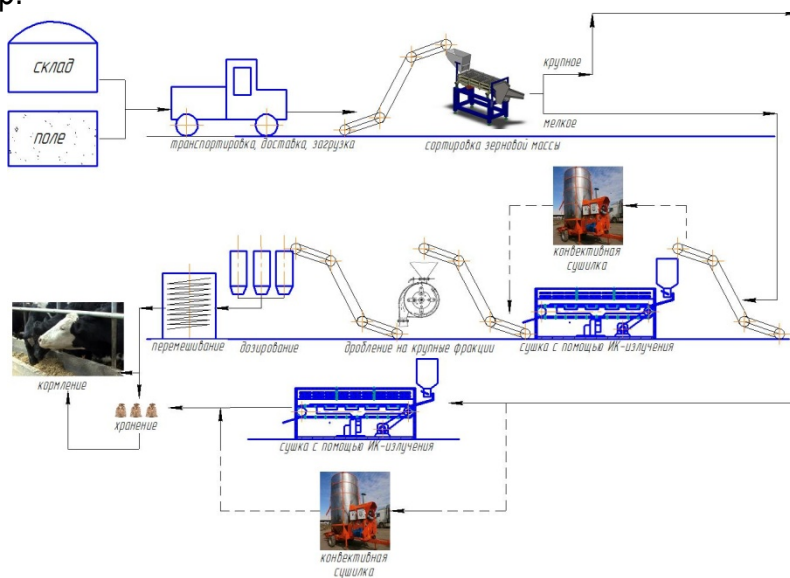


Рис. 2. Технологическая схема подготовки зерновых культур (с дроблением)

Размол применяется для приготовления концентрированных кормов и прессованных кормовых продуктов. Размол дает сельскохозяйственным животным высокую перевариваемость, лучшее скармливание

Аналогично были проведены исследования данной технологической схемы и получены окончательные значения коэффициента эффективности технологических линий [3].

$$\left. \begin{aligned} E_{н.суц.3} &= E_{тех} + \sum_{i=1}^n E_{транс} + E_{сорт} + E_{сушка} + E_{дробл} + E_{дозир} + E_{перемеш} + E_{транс.корм.хр.} \\ E_{н.суц.4} &= E_{тех} + \sum_{i=1}^n E_{транс} + E_{сорт} + E_{сушка} + E_{транс.корм.хр.} \\ E_{н.пред.3} &= E_{тех} + \sum_{i=1}^n E_{транс} + E_{сорт} + E_{ИК-сушка} + E_{дробл} + E_{дозир} + E_{перемеш} + E_{транс.корм.хр.} \\ E_{н.пред.4} &= E_{тех} + \sum_{i=1}^n E_{транс} + E_{сорт} + E_{ИК-сушка} + E_{транс.корм.хр.} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где  $E_{дробл}$  – энергозатраты на дробление, МДж.

В уравнении 6 основными энергетическими затратами являются прямые энергозатраты



$$E_{np.3} = E_{mex} + \sum_{i=1}^n E_{транс} + E_{сорт} + E_{дробл} + E_{дозир} + E_{перемеш} + E_{транс.корм.хр.} \quad (7)$$

$$E_{np.4} = E_{mex} + \sum_{i=1}^n E_{транс} + E_{сорт} + E_{транс.корм.хр.}$$

С учетом уравнения 7 уравнение 6 примет вид:

$$E_{n.суц.3} = \sum E_{np.3} + E_{сушка} \quad \text{и} \quad E_{n.суц.4} = \sum E_{np.4} + E_{сушка} \quad (8)$$

$$E_{n.пред.3} = \sum E_{np.3} + E_{ИК-сушка} \quad \text{и} \quad E_{n.пред.4} = \sum E_{np.4} + E_{ИК-сушка}$$

Подставляя полученные значения в уравнение 1, представим коэффициент эффективности технологической линии в следующем виде:

$$k_{эф.тех.л.пред.3(4)} = \frac{N_{уд.пред} \cdot 3600}{\sum E_{np.3(4)} + E_{ИК-сушка}} \quad \text{и} \quad k_{эф.тех.л.суц.3(4)} = \frac{N_{уд.суц} \cdot 3600}{\sum E_{np.3(4)} + E_{сушка}} \quad (9)$$

### Библиографический список

1. Самарина, Ю.Р. Оценка энергозатрат при сушке корма / Ю.Р. Самарина, С.В. Щитов // Техника и оборудование для села. – № 7(205). – 2014. – С. 27-28
2. Самарина, Ю.Р. Энергетические затраты при производстве кормов для сельскохозяйственных животных / Ю.Р. Самарина // «Актуальные проблемы науки XXI века», г. Москва: сборник со статьями (уровень стандарта, академический уровень). – М.: Международная исследовательская организация "Cognitio". – 2018. – С. 44-49.
3. Самарина, Ю.Р. Выбор оптимальных технологических линий по подготовке кормовых материалов к длительному хранению / Ю.Р. Самарина, С.В. Щитов, К.Б. Постовитенко, Е.С. Князева // АгроЭкоИнфо. – № 4 – 2018. – [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/4/st\\_407.doc](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/4/st_407.doc)

УДК 635.21:632.76

### SIMULATION AND ANALYSIS OF CUTTING FORCE OF CASTOR STALK

*Junming Hou, Enchao Yao, Zhuoyun Zheng*

*College of Engineering, University of Shenyang Agriculture, Liaoning Province, China*

**Abstract:** *The analysis of castor stalk stress characteristics is the foundation of developing castor harvester. In this paper, the parameters of the cutter head of the castor harvesting device were tested and analyzed. The stress of the castor stalk and cutter head during cutting was studied by simulation. At the same time, the reciprocating cutting experiment of the control group was set up to determine the optimal working parameters of the cutter head. A three-dimensional model of the round-trip cutting blade was established to study the influence of the blade parameters (blade inclination angle, cutting speed) on the cutting of castor stalk. Then the results of the two cutting methods were analyzed by two-factor variance analysis to determine the significant impact of each factor on the cutting. This research can provide support for the development of castor harvester cutter head.*

**Keywords:** *analysis, stress, cutting results.*

## 1 Simulation for Cutting Test

In the test, the maximum shear stress and the maximum equivalent stress of castor stalks cannot truly reflect the force of castor stalks and blades at the contact position due to the different forces on the blades at different positions during the cutting process. On the basis of comprehensive consideration, 5 units of shear stress and equivalent stress were respectively taken at different cutting edges where the blade and the stem of castor plant were in contact, and the average shear stress and average reaction stress of the fracture were obtained by calculating the average value. The processing results are shown in Table 1.

Table 1

**The result of the round-trip cutting simulation test**

Cutting Speed(m/s)	Blade Angle(°)	Average Shear Stress(MPa)	Average Reaction Stress(MPa)	Maximum Reaction Stress(MPa)
1	22	3.65	13.30	28.89
1.5	22	2.25	13.14	24.04
2	22	2.57	12.38	39.15
3	22	5.08	16.85	42.56
1	25	6.61	17.84	29.16
1.5	25	4.40	13.53	32.22
2	25	4.89	12.05	37.31
3	25	5.51	14.22	31.77

The test data is expressed in the form of a graph, which shows that the relationship between the average shear stress, the average reaction stress, and the maximum reaction stress as the cutting speed changes under the condition that the blade inclination angle is constant. It shows that the relationship between the average shear stress, the average reaction stress, and the maximum reaction stress as the blade inclination angle is determined when the cutting speed is constant. From the above cutting test data, the following conclusions can be drawn: during the cutting process, the maximum reaction stress of each set of tests is less than the yield limit of the cutter head of 430 MPa; the cutting speed is faster when the blade inclination angle is 22° and 25°, respectively. Both the shear stress and the average reaction stress are first reduced and then increased. When the blade inclination angle is 22°, the maximum reaction stress decreases first and then increases with the increase of cutting speed. When the blade inclination angle is 25°, the maximum reaction stress increases first and then decreases with the increase of cutting speed; when the cutting speed is the same Under the blade, the average shear stress increases with the increase of the blade inclination angle. When the cutting speed is 1m/s and 1.5m/s, the average reaction stress and the maximum reaction stress increase with the increase of the blade inclination angle; At a cutting speed of 2 m/s and 3 m/s, the average reaction stress and the maximum reaction stress decrease as the blade inclination increases. In the dynamic cutting test, the larger the average shear stress, the easier the cutting process of the cutting blade for the ramie stalk is, and the

smoother the cutting fracture is. The larger the average reaction stress, the more the blade is in the cutting process. The wear will also increase, resulting in a lower blade life; at the same time, the cutting process should ensure that the maximum reaction stress does not exceed the maximum yield stress of the blade. In summary, the larger the average shear stress and the smaller the average reaction stress during the cutting process, the better the working performance of the blade and the better the cutting effect.

## 2 Analysis of rotary cutter cutting results

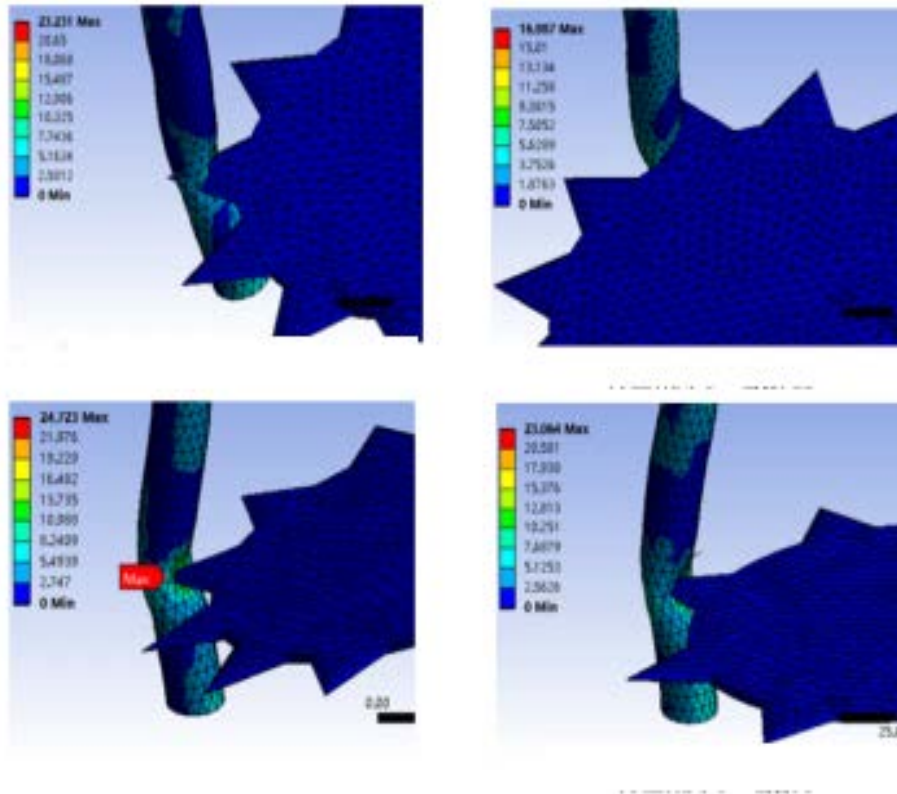


Fig.1. Equivalent stress cloud diagram of cutter disk cutting

In the cutting process of the rotary cutter disc, the equivalent stress map and shear stress diagram of the rotary cutter disc can also be obtained. The research method is the same as the reciprocating cutter. The equivalent stress cloud diagram analysis of the cutter disc rotary cutting shows that the maximum stress of the cutter disc is obtained. Both are about 20 MPa. Compared with the round-trip cutting process, the maximum equivalent stress of the blade is above 30 MPa. The cutterhead is less stressed during the cutting process, and the ramie stem is cut in the cutterhead. The fracture is also relatively flat, and there is no larger gargle. It can be said that the effect of cutting the cutter is relatively better than that of the same type of reciprocating blade. Because the maximum shear stress and the maximum equivalent stress of the castor stalk can not truly reflect the stress of the castor stalk and the blade at the contact position, the shear stress is taken at the different edges of the cutter head and the castor stalk respectively. The average shear stress and the average reaction stress of the fracture are obtained by calculating the average value of the five elements of the equivalent stress. The treatment results are shown in Table 2.

Table 2

Simulation results of cutter cutting

Knife Dish Angle(°)	Cutter Teeth(z)	Average Shear Stress(MPa)	Average Reaction Stress(MPa)	Maximum Reaction Stress(MPa)
0	8	3.31	10.44	22
5	8	2.27	10.73	23.06
15	8	1.79	5.11	18.66
0	12	3.36	9.02	23.31
5	12	2.69	9.69	16.89
15	12	2.62	11.66	24.72

From the display dynamics cutting test data in Table 2, the following conclusions can be drawn: during the cutting process of the cutterhead, the maximum reaction stress of each set of tests is less than the yield limit of the cutter head of 430 MPa; and when the number of cutter disc teeth is determined, the cutterhead is determined. The average shear stress decreases with the increase of the inclination angle of the cutterhead. When the number of teeth is 8, the average reaction stress and the maximum reaction stress increase first and then decrease with the inclination angle of the cutterhead; when the inclination angle of the cutterhead is constant, the average shear stress increases as the number of teeth of the cutter increases. When the cutter angle is 5°, the average reaction stress and the maximum reaction stress decrease as the number of teeth of the cutter increases. When the angle of the cutter head is 15°, the average reaction stress and the maximum reaction stress increase as the number of teeth of the cutterhead increases. The results show that the greater the average shear stress is, the easier the cutting process is, and the smoother the cutting fracture will be. At the same time, the greater the average reaction stress is, the wear of the cutter head in the cutting process will increase, resulting in the life of the cutterhead will be reduced. During the cutting process, the maximum reaction stress should not be guaranteed to exceed the maximum yield stress of the cutterhead. In conclusion, the greater the average shear stress and the smaller the average reaction stress, the better the working performance of the cutterhead and the better the cutting effect.

### 3 Determination of optimal parameters

#### 3.1 optimal parameters of blade

Table 3

Analysis of simulation results of blade cutting

Sources of variation	Quadratic sum	DOF	Mean sum of square	F	F <sub>crit</sub>
Cutting Speed	15.28	3	5.09	3.52	2.90
Blade Angle	19.84	1	19.84	8.13	4.15
Interaction	16.23	3	5.41	2.22	2.90
Error	78.06	32	2.44		

The significant effects of cutting speed and blade inclination angle on shearing stress and reaction stress in reciprocating cutting process were analyzed by using the data of repeatable two-factor analysis of variance of excel. The F value of blade inclination and cutting speed was

greater than  $F_{crit}$ , which indicated the relationship between blade inclination and cutting speed. The effect on shear stress is significant, but the interaction between them is not significant. The analysis of data shows that the cutting speed and the F value of the interaction are greater than the  $F_{crit}$  value, and the effect on the reaction stress is significant, but the F value of the blade inclination is obviously smaller than the  $F_{crit}$  value, which indicates that the blade inclination has a significant effect on the shear stress. The effect of reaction stress is not significant. Due to the higher shear stress and the smaller the reaction stress during the castor cutting process, the better the cutting effect is, so the average reaction stress and the average shear stress difference are made. The set of test parameters with the smallest difference is the most Good working parameters. By the above data analysis shows that when the blade cutting speed of 2 m/s, the blade Angle of 25°, round cut, the best effect [1, 2].

### 3.2 Optimal parameters of cutter head

Based on the results of the cutter for cutting the two-factor variance analysis, and by the data available for shear stress and stress reaction, and the number of teeth on the cutter disc cutter Angle F values are less than  $F_{crit}$ , illustrates the dip Angle of the knife dish and teeth for the effect of shear stress and stress reaction is not significant, but the interaction of the two stress has significant effect on reaction. As can be seen from the data, when the inclination angle of the cutterhead is 15° and the number of teeth of the cutterhead is 8, the cutting effect of the cutterhead is the best, and the service life of the cutterhead is also long. In the round-trip cutting process, when the cutting speed of the blade is 2m/s and the blade inclination angle is 25°, the working parameters are optimal, and the average shear stress generated at the same time is 4.89 MPa, and the average reaction stress is 12.05 MPa; During the rotary cutting process of the cutterhead, when the cutterhead inclination angle is 15° and the number of teeth of the cutter head is 8, the working parameters are optimal, and the average shear stress generated is 1.79 MPa, and the average reaction stress is 5.11 MPa. The results show that the shear stress generated by the rotary cutting of the cutterhead is smaller than that of the reciprocating cutter, and the reaction stress is also smaller than that of the reciprocating cutter. Under the premise of ensuring complete cutting of the castor stem, the cutterhead is comprehensively considered. And the service life of the blade can be considered as the cutterhead inclination angle is 15°, and the cutterhead workability and cutting effect when the cutterhead number is 8 is better than the reciprocating cutting speed of 2m/s and the blade inclination angle is 25°. And cutting effect.

### 4. Conclusion

In this paper, the research is carried out according to the relevant requirements, and the cutting performance of castor rod diameter is studied. Firstly, the material model of castor stalk was established. The process of reciprocating cutting and rotary cutting of the cutterhead was simulated by Ansys display dynamic cutting simulation. The following conclusions were obtained by comparing the later test data:

(1) During the reciprocating cutting process, the cutting speed and the blade inclination have a significant influence on the shear stress, but the interaction between the two has little effect on the shear stress; at the same time, the cutting speed and interaction have a significant influence on the reaction stress. (2) During the rotary cutting process of the cutterhead, the influence of the inclination angle and the number of teeth of the cutterhead on the shear stress and the reaction stress is not significant, but the interaction between the two

has a significant influence on the reaction stress.(3) During the round-trip cutting process, the best working parameters of the blade are cutting speed 2m/s and blade inclination angle 25°; during the rotary cutting process of the cutterhead, the optimal working parameter of the cutterhead is the cutterhead inclination angle 15°. The number of teeth of the cutterhead is 8 [3, 4].

### References

1. Alvarez, M.D., Saunders, D.E.J., Vincent, J.F.V., Jeronimidis, G., 2000. An engineering method to evaluate the crisp texture of fruit and vegetables[J]. J. Texture Stud. 31, 457e473.
2. Boisly, M., Schuldt, S., K€ astner, M., Schneider, Y., Rohm, H., 2016. Experimental characterisation and numerical modelling of cutting processes in viscoelastic solids[J]. J. Food Eng. 191-199.
3. Booiij, H.C., Thoone, G.P.J.M., 1982. Generalization of Kramers-Kronig transforms and some approximations of relations between viscoelastic quantities [J]. Rheol. Acta 21, 15-24.
4. C. Chagnot, G. de Dinechin, G. Canneau, Cutting performances with new industrial continuous wave ND:YAG high power lasers: for dismantling of former nuclear workshops, the performances of recently introduced high power continuous wave ND:YAG lasers are assessed [J], Nucl. Eng. Des. 240 (2010) 2604–2613.

УДК 635.21

## ТЕХНОЛОГИЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ ОТ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА ПРИ СНИЖЕНИИ ПЕСТИЦИДНОЙ НАГРУЗКИ

**Старовойтова Оксана Анатольевна**, ведущий научный сотрудник отдела технологии и инновационных проектов, ФГБНУ ВНИИКХ

**Масюк Юрий Анатольевич**, научный сотрудник отдела технологии и инновационных проектов, ФГБНУ ВНИИКХ

**Аннотация:** Картофель является социально значимой культурой и занимает большое значение в рационе питания россиян. Из местных энтомофагов наиболее многочисленны Божьи коровки, роль которых в регулировании численности колорадского жука на картофеле мало изучена. На опытном участке были посажены 22 сорта разных групп спелости для наблюдения за предпочтениями колорадского жука и расселением Божьих коровок. Наибольшая активность Божьих коровок отмечена на сортах Голубизна (Соотношение хищник/жертва (СХЖ) – 3,75), Вектар (СХЖ – 2,20), Киви (СХЖ – 1,8). Для полного подавления популяции колорадского жука следует интродуцировать в конце мая – начале июня личинок Божьих коровок в количестве 40 – 50 особей на 1 куст.

**Ключевые слова:** картофель, колорадский жук, технологии возделывания картофеля, снижение пестицидной нагрузки.

**Актуальность работы.** Картофель является социально значимой культурой и занимает большое значение в рационе питания россиян. В последние десятилетия промышленное производство отечественных сортов картофеля значительно сократилось. Во многих регионах обозначалась тенденция повышения урожайности картофеля в секторе сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств и снижения производства в секторе хозяйств населения. Важным является сохранить общий объем производства картофеля на уровне, обеспечивающем потребности РФ. В 2012 году урожайность картофеля в сельхозпредприятиях в среднем по РФ составила 18,2 т/га в 2016 – 22,6 т/га (Росстат), в то время как в развитых картофелеводческих странах мира средняя урожайность - более 35 т/га [1].

В условиях растущей интенсификации, химизации, применения всё более мощных пестицидов назрела необходимость перехода на биологизированное земледелие, разработки технологий выращивания экологически безопасной продукции. В западных странах в настоящее время активно внедряются альтернативные системы земледелия с заменой традиционных пестицидов на биологические средства защиты растений и снижением норм внесения минеральных удобрений.

Многочисленными исследованиями, проведенными в различных регионах РФ, обоснованы перспективные способы перевода земледелия на режим ограничения норм внесения минеральных удобрений на фоне максимального использования биологических факторов, повышающих продуктивность картофельных севооборотов [2].

Наличие в Нечерноземной зоне РФ большого количества невозделываемых земель при правильном научно-обоснованном использовании, может способствовать значительному оздоровлению всей системы картофелеводства. Сочетание экологически безопасных, традиционных технологий защиты картофеля от поражения вирусными, бактериальными и грибными болезнями (пространственная изоляция, травопольные севообороты, междурядные механические обработки, устойчивые сорта) с применением современных биологических средств борьбы с патогенами и вредителями, позволит в целом повысить устойчивость картофеля к наиболее опасным инфекциям и вредным организмам.

Для получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции необходимо использовать накопленные опытом культивирования картофеля агротехнические мероприятия, непосредственно влияющих на численность, уровень жизнеспособности и вредоносности вредителей, вирулентность и вредоносность возбудителей заболеваний. К агротехническим мероприятиям относятся способы обработки почвы, подготовка семенного и посадочного материала, грамотное применение удобрений, сроки и способы посева, уборки и др. [3].

В 1995-1996 годах НИИКХ завершил разработку экологически чистой технологии борьбы с колорадским жуком. Совместно с АО «Звезда» был разработан и создан четырехрядный пневмосборщик колорадского жука. Применение агрегата дает возможность исключить использование инсектицидов [4].

**Цель исследований** – исследовать и проанализировать влияние биологических препаратов на подавление активности колорадского жука в технологии возделывания картофеля со снижением пестицидной нагрузки

### **Условия и методы проведения исследований**

Исследования выполнены в 2018 г. на экспериментальной базе ФГБНУ ВНИИКХ Коренёво Люберецкого района Московской области в рамках плана НИР Пункта 151. Теория и принципы разработки и формирования технологий возделывания экономически значимых сельскохозяйственных культур в целях конструирования высокопродуктивных агрофитоценозов и агроэкосистем Программы ФНИ государственных академий на 2013-2020 гг. по решению № 0596-2018-0012.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднеокультуренная, по механическому составу супесчаная.

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2018 г в целом были плохими для роста, развития и продуктивности картофеля. Средняя температура воздуха за вегетационный период составила 18,7 °С, при норме 16,5°С (в 2017 г – 16,2 °С, 2016 г – 18,6°С, 2015 г – 17,5 °С, 2014 г – 18,4 °С, 2013 г – 18,7 °С, 2012 г – 18,03°С). Всего осадков за вегетационный период выпало 205,9 мм или 79,04% от нормы (260,5 мм) (в 2017 г – 378,4 мм, 2016 г – 470,2 мм, 2015 г – 302,45 мм, 2014 г – 206,5 мм, 2013 г – 372,95 мм, 2012 г – 273,8 мм). Сумма эффективных температур (выше 10 °С) составила 2318,03 °С (в 2017 г – 1833,4°С). ГТК составил 0,89 (засушливая).

Экспериментальный севооборот со снижением пестицидной нагрузки с элементами органического земледелия проводится на участке с отсутствием химических обработок и внесения минеральных удобрений на протяжении 9 лет; общая площадь участка составила – 750,0 м<sup>2</sup>. Густота посадки – 44,4 тыс. шт./га при ширине междурядий 75 см.

Весенняя предпосадочная подготовка почвы включала рыхление на глубину 12-15 см (МТЗ-82 + БДТ-3,0).

Для повышения плодородия почвы, урожая и качества клубней выполнено нижеследующее. Обработка клубней - препаратом «Фитоспорин М». Посадку опытных вариантов проводили в предварительно нарезанные гребни агрегатом МТЗ-82 + СН-4БК непропашенными клубнями средней фракции (размером 46...53 мм по наибольшему поперечному диаметру) на глубину 8-10 см. Внесение биогумуса – 3 т/га, полученного методом вермикомпостирования (Биогумус способствует не только ускорению роста и развития картофеля, но и повышает устойчивость его к патогенам. Последнее обстоятельство особенно важно для сокращения или полной отмены многократных обработок фунгицидами). Внесение влагосберегающих абсорбентов в дозе 300 кг/га. Водный суперабсорбент (гидрогель) «Аквасин»-Агро – сшитый сополимер калиевой и аммонийной солей акриловой кислоты в виде сыпучих белых гранул, разработанный компанией ООО «ПКФ Сингер» при поддержке ПАО «Татнефтехиминвест-холдинг». Междурядные обработки - для борьбы с сорной растительностью – 4 раза. Обработка по всходам (10-15 см) - серосодержащим препаратом «Тиатон». Обработка в фазу бутонизации препаратом «Фитоспорин М» (3 раза). Обработка в фазу начала цветения препаратом «Формойод» (1 раз). Обработка в фазу цветения препаратом «Акварин-12» (1 раз).

От колорадского жука проведена обработка препаратом Фитоверм (2 раза) и 1 раз препаратом Вертицилин.



Закладка полевого опыта, учеты и наблюдения проведены в соответствии с требованиями методики полевого опыта (Доспехов Б.А., 1985) и «Методики исследований по культуре картофеля» (НИИКХ. 1967).

Основной трудностью получения органического (экологически безопасного) картофеля является отсутствие скоординированной системы биоэкологической борьбы с болезнями, вредителями и сорняками картофеля, в первую очередь с колорадским жуком, фитофторой и переносчиками вирусных заболеваний.

Для активизации борьбы с патогенными организмами разработаны биологически активные вещества (антифидантного, аттрактивного, репеллентного действия и др.), микробиологические энтомопатогенные и микробиопатогенные препараты бактериального, вирусного, грибного, гельминтного и другого происхождения, культуры энтомофагов поедающих вредных насекомых (экзогенные и эндогенные паразитирующие членистоногие, хищные членистоногие и др.).

В случае проникновения патогенов необходимо применять известные и вновь разрабатываемые биоэкологические методы защиты растений с применением естественных регуляторов численности как в микромире (препараты изготавливаемые из патогеностатических бактерий, грибов, вирусов, простейших, фагов), так и в макробиоценозах (препараты изготавливаемые из энтомопатогенных бактерий, грибов, вирусов, микрогельминтов (энтомопатогенные нематоды), простейших, фагов; членистоногих (насекомые – Божьи коровки, верблюдки, жужелицы, златоглазки, ктыри, мухи - сирфиды, мухи - тахины и др.). Изучать их биологию, условиях привлечения, массового поточного круглогодичного производства и способов применения и удержания в системе агробиоценозов) [5].

Из местных энтомофагов наиболее многочисленны Божьи коровки, златоглазки, поедающие яйца колорадского жука и тлей, галлица афидимиза и личинки сирфид. Роль Божьих коровок в регулировании численности колорадского жука и тлей на картофеле до сих пор ещё мало изучена.

Божьи коровки относятся к отряду жесткокрылых = жуки = колеоптеры (Coleoptera). Это открыто живущие подвижные насекомые, широко известные в народе. Самки Божьих коровок откладывают яйца вблизи колоний тлей или обитания других видов членистоногих, которыми они питаются, поодиночке или кладками по 10-15 яиц в каждой. Божьи коровки приносят большую пользу как биорегуляторы численности вредителей и активно используются в системе биоэкологической борьбы с вредителями.

Существует мнение, что не все сорта картофеля одинаково привлекательны для колорадского жука. Например, считается, что жуки не селятся на сортах Киви и Красавчик. На опытном участке были посажены 22 сорта разных групп спелости для наблюдения за предпочтениями колорадского жука и расселением Божьих коровок.

Шкала баллов заселённости колорадским жуком (среднее по результатам трёх обследований на пике активности колорадского жука): 1 балл – менее 1 особи на 1 куст; 2 балла – от 1 до 5 экземпляров на 1 куст; 3 балла – от 5,1 до 10 экземпляров на 1 куст; 4 балла – от 10,1 до 50 экземпляров на 1 куст; 5 баллов – свыше 50 экземпляров на 1 куст.

Наиболее привлекательными для колорадского жука 1 поколения оказались: Крепыш – 4,0 балла, Белароза – 4,0 балла, Жуковский ранний – 4,0 балла. Наибольшей

привлекательностью для Божьих коровок оказались сорта Белароза – 3,0 балла, Голубизна – 3,0 балла, Киви – 2,7 балла.

Наибольшая активность Божьих коровок отмечена на сортах Голубизна (СХЖ – 3,75), Вектар (СХЖ – 2,20), Киви (СХЖ – 1,8). Динамическое равновесие хищник – жертва (СХЖ – 1,00) наблюдалось на сортах Аврора, Вымпел, Ирбитский, Метеор, Накра, Невский, Никулинский, Ред Скарлетт, Скарб и Удача. Самая низкая активность Божьих коровок была на сортах – Жуковский ранний (СХЖ – 0,33), Крепыш (СХЖ 0,45), Любава (СХЖ 0,57).

Во второй декаде июля личинки Божьих коровок ушли на окукливание, что привело к резкому снижению их активности. Для полного подавления популяции колорадского жука следует интродуцировать в конце мая – начале июня личинок Божьих коровок в количестве 40 – 50 особей на 1 куст.

При определении заселенности сортов картофеля колорадским жуком 2 поколения отмечено, что средняя заселённость жуком не достигала 4 балла, следовательно, их численность не угрожала развитию растений картофеля.

Проблеме экопроизводства и экоземледелия (или экоагропроизводства) необходимо придать государственный статус и в ее решении должен быть задействован научный, производственный и законодательный потенциал. Эффективной формой развития этого направления может быть сотрудничество с наукоградом аграрного профиля.

**Вывод.** Наибольшая активность Божьих коровок отмечена на сортах Голубизна (Соотношение хищник/жертва (СХЖ) – 3,75), Вектар (СХЖ – 2,20), Киви (СХЖ – 1,8). Для полного подавления популяции колорадского жука следует интродуцировать в конце мая – начале июня личинок Божьих коровок в количестве 40 – 50 особей на 1 куст.

### **Библиографический список**

1. Старовойтов, В.И. Внедрение инноваций в агропромышленный сектор - ключ к развитию экономики России / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, П.С. Звягинцев, А.А. Манохина, Т.В. Жоврененко, В.П. Леденев // Международный технико-экономический журнал. – № 4. – 2015. – С. 36-40.

2. Старовойтов, В.И. Проблемы органического земледелия в картофелеводстве / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, А.А. Манохина // В сборнике: Актуальные вопросы экономики и агробизнеса Сборник статей IX Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 404-411.

3. Старовойтов, В.И. Технические вопросы обеспечения органического земледелия в России / В.И. Старовойтов, В.Б. Минин, А.А. Устроев, Г.А. Логинов, Н.В. Воронов // В сборнике: Картофелеводство Материалы научно-практической конференции. Под редакцией С.В. Жеворы. – 2017. – С. 130-133.

4. Старовойтова, О.А. Механизация уборки и хранения клубнеплодов О.А. Старовойтова, А.А. Манохина, В.И. Старовойтов, В.В. Зуев, Н.В. Воронов // Москва, ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова. – 2018. – 102 с.

5. Абашкин, О.В. Энтомофаги – естественные враги колорадского жука О.В. Абашкин, Ю.А. Масюк, Д.В. Абросимов // Картофельная система. – № 2. – 2013. – С. 38.

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕКАПИТАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ РАННЕГО

**Бицоев Борис Анатольевич**, инженер кафедры сельскохозяйственных машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье приводятся данные исследований по экономической эффективности использования декапитации в технологии возделывания на различных сортах картофеля раннего. Прием способствует повышению урожайности, а также снижению себестоимости и повышению рентабельности производства.

**Ключевые слова:** картофель, урожайность, себестоимость, чистый доход, рентабельность.

В настоящее время важной задачей сельскохозяйственного производства является обеспечение в продуктах питания за счет отечественного производства. В нашей стране достаточно посевных площадей, где почвенно-климатические условия благоприятны для того чтобы обеспечить внутреннее потребление картофеля на 95...100 % и наращивать экспортные возможности [1]. К сожалению, по урожайности Россия занимает одно из последних мест. Ежегодно завозится в страну до 20 % свежего картофеля, большая часть из них в летнее время, когда отечественный свежий картофель еще не созрел. В Московской области картофель ранний начинают убирать 1 августа. Все приемы, которые способствуют получению продукции свежего картофеля, столового назначения в ранние сроки актуальны.

Технологический прием – декапитация (удаление верхушек растений) способствует повышению общей листовой площади, что способствует большему синтезу органических веществ и дает больший урожай. По мнению некоторых исследователей, удаление верхушек растений способствует образованию боковых побегов, клетки растения находятся в «активном» состоянии и растения картофеля меньше накапливают вирусных частиц, что также влияет на урожайность и снижается вероятность вырождения сорта и получение потенциально возможного урожая [2-5].

В наших исследованиях мы проводили внедрение технологического приема декапитации в технологию возделывания картофеля раннего. Этот прием способствовал увеличению урожайности картофеля раннего разных сортов и росту валового сбора. Это увеличение должно сопровождаться снижением себестоимости и повышением рентабельности производства, так как выбор приема и механизированного устройства для его выполнения должен быть экономически обоснован.

Исследования проводили в 2016-17 гг. на участке лаборатории овощеводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Технология возделывания стандартная. Почвы дерново-подзолистые тяжелосуглинистые, мощность пахотного слоя 20...22 см. Повторность опытов 3-кратная. Варианты в опыте были размещены рендомизированным методом. Площадь одной опытной делянки 25 м<sup>2</sup>. Схема посадки –

70×35 см. Использовали сорта: Удача, Жуковский ранний, Снегирь, Ред Скарлет, Аврора. Сроки посадки – при прогревании почвы до 6...8 °С. При уходе за посевами использовали современные пестициды в борьбе против фитофтороза и колорадского жука. Декапитацию проводили устройством для декапитации [5].

Мы провели расчет экономической эффективности производства разных сортов картофеля раннего с добавлением приема декапитации к отечественной технологии. Стоимость семян и реализованной продукции оценивали по 10 000 руб. за тонну. Стоимость удобрений, средств защиты растений, горюче-смазочных материалов, электроэнергии брали по средней рыночной цене в 2016...2017 гг.

По данным наших исследований, урожайность ранних сортов картофеля при проведении декапитации была на 6,6 ...16,3 % выше, чем в контрольном варианте, т.е. без проведения приема. Это подтверждается на всех сортах. Наблюдается сортовая специфика использования приема. Наиболее отзывчив на прием сорт Удача (+16,3 %), меньшая прибавка наблюдалась при возделывании сорта Аврора (6,6 %).

Повышение урожайности сказалась на экономических показателях. Экономическая эффективность возделывания картофеля раннего по отечественной технологии и с добавлением приема декапитации представлена в таблице. Анализируя основные критерии экономической эффективности можно сказать, что максимальная выручка от реализации продукции составила 37400,0 тыс. руб. при возделывании раннего картофеля сорта Ред Скарлет с добавлением технологического приема декапитации, минимальная выручка 29700,0 тыс. руб. при возделывании сорта Снегирь по стандартной технологии.

Себестоимость продукции составила в зависимости от сорта 6284,6 до 7649,8 руб./т. Максимальная себестоимость была у сорта Снегирь по стандартной технологии возделывания без добавления технологического приема – декапитации, это в первую очередь связано с более низкой урожайностью. При повышении урожайности в варианте с добавлением приема декапитации себестоимость снизилась на 521,5 руб./т. Минимальная себестоимость была на сорте Ред Скарлет с применением приема декапитации и составила 6284,6 руб./т., также без применения декапитации себестоимость увеличилась (на 472,1 руб./т). При добавлении приема возрастают расходы на проведение приема декапитации, оплату заработной платы механизатору, эксплуатационные расходы, которые включают затраты на ремонт и техническое обслуживание, на амортизацию, затраты на горюче-смазочные материалы, а также затраты основные и вспомогательные материалы, в нашем случае на дезинфицирующее средство (3 % перекись водорода), затраты на уборку дополнительной продукции.

Уровень рентабельности составил по всем вариантам от 30,7 до 59,1 %. Рентабельность высокая по всем вариантам и это связана с высокой стоимостью реализованной продукцией (ранняя продукция продается по более высокой цене). По данным некоторых исследователей, цена реализации, сложившаяся на 2016...17 гг. в сентябре-октябре составила 8700 руб./т [1]. Мы реализовали картофель в ранние сроки как раннюю продукцию, цена реализации составила 10 руб./кг.

**Экономическая эффективность производства картофеля  
в среднем за 2016...17 гг.**

Статьи расходов	С. Удача		С. Снегирь		С. Аврора		С. Жуковский ранний		С. Ред Скарлет	
	контроль	с декапитацией	контроль	с декапитацией	контроль	с декапитацией	контроль	с декапитацией	контроль	с декапитацией
Урожайность, т/га	31,2	36,3	29,7	32,2	33,2	35,4	30,3	33,1	34,3	37,4
Посадочный материал, тыс. руб.	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500
Удобрения, тыс. руб.	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
Средства защиты растений, тыс.руб.	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Итого затрат, тыс. руб.	18100	18100	18100	18100	18100	18100	18100	18100	18100	18100
Итого прямых затрат на возделывание картофеля 30 т/га, 100 га, тыс.руб.	22720	22720	22720	22720	22720	22720	22720	22720	22720	22720
Дополнительные затраты на декапитацию, 100 га, тыс.руб.	-	17,6	-	17,6	-	17,6	-	17,6	-	17,6
Дополнительные затраты на уборку картофеля, тыс. руб.	127,3	667,8	-	233,2	339,2	572,4	31,8	328,6	455,8	784,4
Всего прямых затрат, тыс. руб.	22847,2	23387,8	22720,0	22953,2	23059,2	23292,4	22751,8	23048,6	23175,8	23504,4
Выручка от реализуемой продукции, тыс. руб.	31200,0	36300,0	29700,0	32200,0	33200,0	35400,0	30300,0	33100,0	34300,0	37400,0
Чистый доход, тыс. руб.	8352,8	12912,2	6980,0	9246,8	10140,8	12107,6	7548,2	10051,4	11124,2	13895,6
Себестоимость, руб./т	7322,8	6442,9	7649,8	7128,3	6945,5	6579,8	7508,8	6963,3	6756,7	6284,6
Уровень рентабельности, %	36,6	55,2	30,7	40,3	43,9	51,9	33,2	43,6	47,9	59,1

Таким образом, возделывание ранней продукции картофеля с применением декапитации эффективно и добавление дополнительного технологического приема оправдано в связи с тем, что повышается выручка, снижается себестоимость продукции и повышается рентабельность производства.

Технологический прием декапитация требует дополнительных затрат, но эти затраты малы по сравнению с увеличением дополнительной выручки, при серийном выпуске разработанного устройства со всеми усовершенствованиями может быть рекомендован для широкого применения в хозяйствах, занимающихся возделыванием картофеля.

### **Библиографический список**

1. Анисимов, Б.В. Мониторинг современного состояния производства картофеля в России (справочник) / Б.В. Анисимов, В.В. Тульчев, Н.А. Якушкина, Н.Н. Гордиенко, О.А. Шишкина // М.: ФГБНУ ВНИИКХ. – 2017. – 35 с.

2. Гаспарян, И.Н. Теоретические и практические основы повышения продуктивности посадок картофеля с использованием декапитации в Нечерноземной зоне Российской Федерации: Автореф. дис. ... д-ра с.-х.наук: 05.20.01 – Москва. – 2016. – 35 с.

3. Гаспарян, И.Н. Теория и практика повышения продуктивности картофеля с использованием декапитации в Нечерноземной зоне РФ: монография / И.Н. Гаспарян, А.Г. Левшин // Иркутск: ООО «Мегапринт». – 2017. – 236 с.

4. Гаспарян, И.Н. Декапитация как технологический прием повышения продуктивности картофеля / И.Н. Гаспарян, Б.А. Бицоев // Вестник ФГБОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина. – №5 (69). – 2015. – С. 15-21.

5. Пат. 156015 РФ, А01 Д 34/54. Устройство для декапитации картофеля / И.Н. Гаспарян, Б.А. Бицоев (Россия). – № 156015; Заявлено 03.07.2015; Опубл. 27.10.2015, Бюл. № 30.

УДК 631.544.725

### **МУЛЬЧИРОВАНИЕ ПОЧВЫ ПЛЁНКОЙ, КАК ОПЕРАЦИЯ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Мехедов Михаил Алексеевич**, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье рассмотрены преимущества и недостатки мульчирования почвы плёнкой, как перспективной технологической операции для ресурсосберегающих технологий.

**Ключевые слова:** мульчирование, плёночная мульча, ресурсосберегающая технология.

Мульчирование почвы (от англ. *mulch* – обкладывать корни растений соломой, навозом) – покрытие поверхности почвы (сплошное или полосное) различными материалами органического и неорганического происхождения – соломой, навозом, торфом, опилками, полимерной плёнкой, специальной бумагой, измельчённой стернёй и т. д., для снижения испарения влаги, регулирования температурного режима, предохранения структуры почвы от разрушения, борьбы с сорняками [1].

Многочисленными исследованиями и производственным применением за более чем вековую историю использования рулонной мульчи из светонепрозрачных и водонепроницаемых материалов доказаны её безусловные преимущества, основными из которых являются: угнетение роста сорняков, экономное использование почвенной влаги (при полосном укрытии почвы в ряде случаев можно отказаться от искусственного орошения, засчёт горизонтального подтока влаги с не укрытых полос почвы) и оросительной воды (при необходимости орошения и закладке капельного увлажнителя под мульчу), даёт возможность успешного применения загущенных схем посева (посадки), отсутствие смыва пестицидов с листьев при проведении поливов, угнетающее действие на некоторых вредителей (например, галлиц на плантациях смородины), препятствие образованию почвенной корки, демпфирование резких колебаний влажности и температуры верхних слоёв почвы, уменьшение вымывания питательных элементов за пределы корнеобитаемого горизонта (позволяет сократить дозу внесения удобрений и снизить загрязнение окружающей среды), повышение качества и уменьшение загрязнения почвой урожая культур с надземным плодоношением [2]. Комплексное положительное влияние мульчирования позволяет увеличить ритм роста, сократить продолжительность отдельных фаз роста, добиться более раннего и дружного созревания урожая (отмечено на ягодных культурах). Повышение корневого и фотосинтетического потенциала растений увеличивает их биологическую продуктивность и приводит к снижению энергоёмкости производства растениеводческой продукции. Особенно ярко положительный эффект от мульчирования проявляется в засушливые годы.

Среди недостатков мульчирования следует отметить: замедление прогрева почвы (если темная плёнка уложена на непрогретую почву), понижение влажности приземного слоя воздуха, возможность переселения под плёнку вредителей (слизней, мышей, муравьев), вероятность возникновения под плёнкой анаэробных условий.

Для механизированной укладки плёночной мульчи используются машины позволяющие укладывать пленку (бумагу, нетканый материал) на ровную поверхность или формирующие гряды и одновременно укрывающие ее плёнкой. Компоновочные схемы машин для укладки пленки, разработанные в нашей стране и за рубежом, сходны и достаточно просты: в передней части установлены рабочие органы для рыхления почвы и образования гряды (право- и левооборачивающий листерные корпуса или сферические диски), а также формирующий каток либо фартук. В задней части машины расположены рабочие органы для укладки мульчи, её закрепления и перфорации – кронштейны для установки рулона мульчи, направляющий ролик, прижимные колеса, лемешковые (или дисковые) загортачи, прикатывающие катки и колёса-перфораторы. При движении агрегата листерные корпуса (сферические диски) смещают почву к середине гряды, а каток (фартук) формирует гряды требуемого профиля, на которую

расстиляется плёнка, непрерывно сходящая с рулона и направляемая роликом. Обрезиненные колеса прижимают края полотна плёнки ко дну бороздок, оставленных корпусами (дисками), частично растягивая плёнку в поперечном направлении. Загортачи присыпают края почвой, а прикатывающие катки её уплотняют, окончательно закрепляя мульчу. Свободно катящиеся по плёнке колёса перфоратора по заданной схеме прорезают шипами посадочные отверстия, тем самым, упрощая дальнейшую посадку (посев).

До настоящего времени компоновочная схема плёнкоукладчиков кардинальных изменений не претерпела, конструкции же отдельных моделей зарубежных машин для совмещения за один проход фрезерной обработки почвы, укладки капельных линий, внесения удобрений и средств защиты, посева (посадки) были дополнены соответствующими рабочими органами.

В настоящее время в России используются главным образом отечественные мульчеукладчики – более дешёвые аналоги зарубежных машин, которые производят небольшими партиями, а часть машин самостоятельно изготавливается в хозяйствах из списанных узлов другой техники, что зачастую не позволяет добиться стабильного хорошего качества укладки плёнки и высокой производительности.

Препятствиями для широкого применения мульчирования являются: консервативность сложившихся технологий производства растениеводческой продукции в части ухода за посевами (посадками) и уборки урожая, высокая цена зарубежных машин для укладки при отсутствии серийного производства конкурентоспособных отечественных плёнкоукладчиков, необходимость удаления и последующей утилизации мульчирующего покрытия.

Видится актуальной популяризация и расширение использования в нашей стране хорошо зарекомендовавшей себя операции мульчирования почвы светонепрозрачной плёнкой, на базе отечественных машин-плёнкоукладчиков с оптимизированными конструкторскими и режимными параметрами, в питомниках при производстве саженцев плодовых, ягодных и декоративных культур, в хозяйствах овощеводческого профиля, расположенных в зонах с дефицитом поливной воды, особенно при возделывании культур чувствительных к резким колебаниям температуры и влажности верхнего слоя почвы, высоким дневным температурам корнеобитаемого слоя почвы, слабо конкурирующих с сорной растительностью (бахчевых, огурцов, томатов, перца, садовой земляники), в том числе выращиваемых по технологиям без применения гербицидов.

### **Библиографический список**

1. Халанский, В.М. Механизация растениеводства (термины и определения) / В.М. Халанский, И.В. Горбачёв, Н.П. Липецкий и др. // Учебное пособие – М.: Издательство РГАУ-МСХА. – 2012. – С.117.
2. Мехедов, М.А. Укоренение одревесневших черенков в бескаркасном микроукрытии / М.А. Мехедов, А.А. Цымбал // Сборник статей Доклады ТСХА. Вып. 283. Часть I. – М.: Издательство РГАУ-МСХА. – 2011. – С. 800-804.



## ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОЛЕСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ УЛУЧШЕНИЕМ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ КАЧЕСТВ

**Калугин Антон Александрович**, доцент кафедры прикладной механики, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ

**Житенко Иван Сергеевич**, доцент кафедры прикладной механики, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ

**Аннотация:** В статье рассмотрены теоретические предпосылки обоснования конструкций механизмов автоматической блокировки простого шестеренчатого дифференциала и представлены зависимости, позволяющие определять основные параметры аналогичных механизмов, направленных на повышение безопасности движения транспортных средств.

**Ключевые слова:** грузовые автомобили; буксование; безопасность эксплуатации; блокировка дифференциала; тангенциальные силы инерции.

Улучшение безопасности движения мобильных колесных машин повышением их тягово-сцепных свойств и проходимости достигается многими способами, в том числе, путем введения в их трансмиссию механизмов блокировки дифференциала. Однако большинство из эксплуатируемых в настоящее время механизмов не долговечны, требуют больших конструктивных изменений в дифференциале или полной его замены, а в особо тяжелых дорожных условиях ухудшают курсовую и боковую устойчивость машин [1-4].

В Южно-Уральском ГАУ разработан проект автоматического механизма, блокирующий ведущие колеса при их пробуксовке, работающий на принципе тангенциальных сил инерции. Конструкция и принцип работы указанного механизма более подробно описаны в работах [2, 5]. Данный механизм включает в себя (рисунок 1) наружную обойму 1, сепаратор 2 с роликами и пружинами из стальных тросиков, звездочку 3. При буксовании одного из ведущих колес ролики попадают в положение заклинивания между гранями звездочки и наружной обоймой, что обеспечивает равномерное распределение крутящего момента на буксующее и небуксующее колесо.

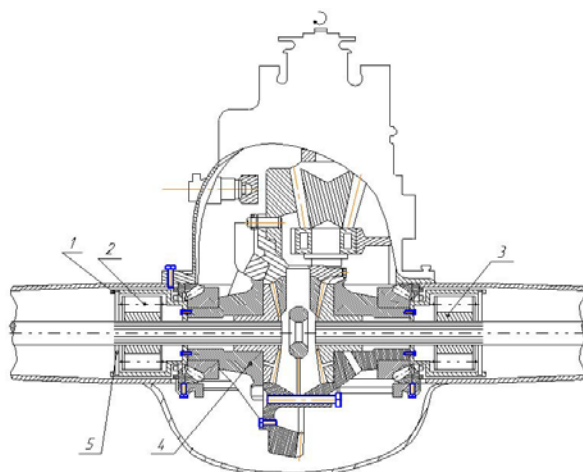
На чувствительность блокирующего механизма к заклиниванию влияет жесткость пружин, связывающих между собой звездочку и сепаратор с роликами механизма свободного хода. Из схемы сил, действующих на механизм блокировки (рисунок 2), находим, что:

$$M_p = M_j + M_F, \quad (1)$$

где  $M_p$  – момент сил, воспринимаемый пружинами сепаратора;

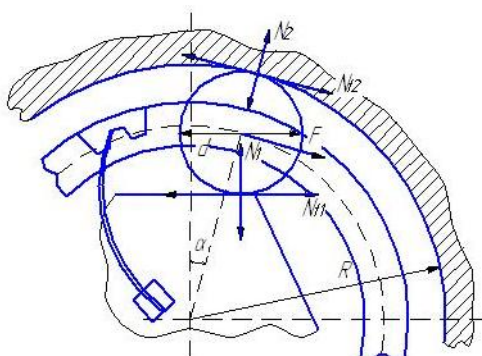
$M_j$  – момент тангенциальных сил инерции сепаратора и роликов;

$M_F$  – момент сил трения роликов по наружной обойме.



**Рис. 1. Принципиальная схема автоматического механизма блокировки простого шестеренчатого дифференциала:**

1 – наружная обойма; 2 – сепаратор с роликами и пружинами;  
3 – звездочка; 4 – корпус дифференциала; 5 – стопорное кольцо



**Рис. 2. Схема сил, действующих в механизме блокировки**

Момент тангенциальных сил инерции сепаратора и роликов может быть определен равенством:

$$M_j = I \frac{d\omega}{dt}, \quad (2)$$

где  $I$  – суммарный момент инерции сепаратора и роликов;

$\frac{d\omega}{dt}$  – угловое ускорение ведущего колеса, допускаемое блокирующим механизмом без заклинивания.

С некоторыми допущениями в расчете можно принять, что:

$$\frac{d\omega}{dt} = \varepsilon_\varphi + \varepsilon_\theta, \quad (3)$$

где  $\varepsilon_\varphi$  – угловое ускорение ведущего колеса на пределе сцепления с дорогой;

$\varepsilon_\theta$  – максимальное угловое ускорение ведущего колеса при повороте автомобиля.

Действующий момент от сил трения роликов по наружной обойме можно определить из выражения:

$$M_F = \left[ G_1 \left( \frac{d_m}{d_p} \cdot f + k \right) + G_2 \cdot k \right] R, \quad (4)$$

где  $G_1$  – вес сепаратора и половины числа роликов;  $G_2$  – вес половины числа роликов;  $f$  – коэффициент трения скольжения шипа ролика;  $k$  – коэффициент трения качения роликов;  $d_{ш}$  – диаметр шипа ролика;  $d_p$  – диаметр ролика ( $d_{ш} = 2r$ ).

Общую величину усилия пружин сепаратора при крайнем его положении можно найти из следующего соотношения:

$$P = \frac{M_j + M_F}{R - r}. \quad (5)$$

Авторами предлагается использовать пружины из стального тросика, по причине их более высокой надежности в сравнении с пластинчатыми.

Вследствие отсутствия в технической литературе описания, теории и расчета предлагаемого механизма блокировки и пружин из тросика, концы которого заделаны в корпус сепаратора и звездочки, можно величину усилия пружин рассчитать по аналогии с расчетом пластинчатых пружин. Параметры таких пружин могут быть определены из формулы:

$$P = \frac{3E \cdot I_n \cdot f_n}{l_n}, \quad (6)$$

где  $E$  – модуль упругости материала пружины;

$f_n$  – стрела прогиба конца пружины при крайнем положении сепаратора;

$l_n$  – длина пружины;

$I_n$  – момент инерции сечения пружины.

Для прямоугольного сечения:

$$I_n = \frac{bt^3}{12}, \quad (7)$$

где  $b$  – ширина сечения пружины;

$t$  – толщина сечения пружины.

Предложенные пружины из стальных тросиков способствуют при той же длине пружин увеличению их долговечности. В связи с отсутствием в существующих руководствах методов расчета таких пружин, нужную их жесткость можно обеспечить экспериментальным подбором соответствующего тросика и длины его рабочих участков между звездочкой и сепаратором.

Для механизмов свободного хода с внутренней звездочкой и плоскими рабочими поверхностями звездочки наибольшие контактные напряжения возникают в месте контакта роликов со звездочкой. При заданных размерах механизма и известных нагрузках максимальное контактное напряжение сжатия на площадках контакта ролика и обойм определится из формулы:

$$\sigma_c = 0,418 \sqrt{\frac{NE}{l\rho}}, \quad (8)$$

где  $E$  – модуль упругости материалов поверхностных слоев контактирующих элементов;

$N$  – нормальное давление;

$l$  – длина ролика;

$\rho$  – приведенный радиус кривизны рабочих поверхностей.

В период заклиненного состояния механизма на поверхностях соприкосновения роликов и обойм, кроме нормальных сил, действуют силы трения, которые изменяют

напряженное состояние в зоне контакта и увеличивают максимальное контактное напряжение, которое может быть определено по формуле:

$$\tau_{\max} = 0,142 \sqrt{\frac{NE}{l\rho}} \quad \text{или} \quad \tau_{\max} = 0,34[\sigma_c], \quad (9)$$

где

$$N = \frac{M_{\kappa}}{R \cdot z \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_0}{2}}. \quad (10)$$

Или с учетом того, что для малых углов  $\operatorname{tg} \frac{\alpha_0}{2} \approx \frac{\alpha_0}{2}$ ,

$$N = \frac{2M_{\kappa}}{R \cdot z \cdot \alpha_0}, \quad (11)$$

где  $M_{\kappa}$  – максимальный крутящий момент, передаваемый механизмом;

$z$  – число роликов;

$\alpha_0$  – угол заклинивания роликов;

$R$  – радиус наружной обоймы.

Произведя математические преобразования, можно привести формулы (8) и (9) к более удобному для использования виду:

$$\sigma_c = 0,418 \sqrt{\frac{M \cdot E}{Rlrz\alpha_0}}; \quad \tau_{\max} = 0,142 \sqrt{\frac{M \cdot E}{Rlrz\alpha_0}}, \quad (12)$$

где  $r$  – радиус ролика.

Для механизмов со звездочкой, грани которой плоские,  $\rho = r$ .

При необходимости увеличения передаваемого механизмом крутящего момента на 50...80 % и более при тех же габаритах механизма в качестве контактных поверхностей звездочки могут быть использованы вставки из твердого сплава Т15К6.

Угол заклинивания с изменением нагрузки также изменяется. Для механизмов с плоской рабочей поверхностью звездочки значение его может быть определено следующим образом:

$$\alpha = \arccos \frac{b+r-U_2}{R-r+U_1}, \quad (13)$$

где  $b$  – расстояние от оси механизма до грани звездочки;

$U_1$  – стрела деформации наружной обоймы при передаче механизмом максимального крутящего момента;

$U_2$  – стрела деформации в контакте звездочки с роликом.

Из этого выражения следует, что с увеличением нагрузки угол заклинивания увеличивается, последнее обстоятельство может привести к проскальзыванию. Поэтому механизмы недостаточно жесткой конструкции должны быть рассчитаны на жесткость по углу заклинивания при максимальной нагрузке. Этот угол не должен превышать  $9^\circ$ .

Величины  $U_1$  и  $U_2$  определяются на основании формул для сближения цилиндрических тел и формулы для определения деформации кольца, нагруженного радиальными нагрузками, при условии, что материал обойм и роликов одинаковый:

$$U_1 = A \cdot q \cdot \ln \frac{B_1}{q} - Dq + \frac{qR}{EI} + \frac{qR^3}{2EI} \left\{ \frac{1}{\sin^2 \left( \frac{180^\circ}{z} \right)} \left[ \frac{\pi}{2z} + \frac{1}{4} \sin \left( \frac{360^\circ}{z} \right) \right] - \frac{z}{\pi} \right\}; \quad (14)$$

$$U_2 = A \cdot q \cdot \ln \frac{B_2}{q} - Dq, \quad (15)$$

где  $I$  – момент инерции сечения наружной обоймы.

$$A = \frac{2(1 - \mu^2)}{\pi E}; \quad B_1 = \frac{2\pi E(R - r)}{1 - \mu^2}; \quad B_2 = \frac{2\pi E(\rho_k + r)}{1 - \mu^2};$$

$$D = \frac{2(1 - \mu - 2\mu^2)}{\pi E}; \quad q = \frac{N}{E} = \frac{M}{zRl \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$$

где  $\rho_k$  – радиус кривизны направляющей кривой в месте контакта;

$\mu$  – коэффициент Пуассона.

В случае, когда наружная обойма запрессована в весьма жесткую деталь, общей деформацией обоймы можно пренебречь, тогда:

$$U_1 = A \cdot q \cdot \ln \frac{B_1}{q} - Dq. \quad (16)$$

Разработанный механизм автоматической блокировки позволяет повысить безопасность эксплуатации и проходимость машин движения их по скользким дорогам и деформируемым грунтам и, тем самым, улучшить условия труда операторов и снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций.

### Библиографический список

1. Бышов, Н.В. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники при внутрихозяйственных перевозках / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др.] // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – №4.
2. Горшков, Ю.Г. Оценка эффективности тягово-сцепных свойств грузовых автомобилей и колесных тракторов, в трансмиссию которых введены межколесные самоблокирующиеся дифференциалы / Ю.Г. Горшков, Ю.Б. Четыркин // Научное обозрение. – 2012 – №3. С. 113-118.
3. Горшков, Ю.Г. Повышение тягово-сцепных качеств неполноприводных грузовых автомобилей / Ю.Г. Горшков, В.В. Белов, А.А. Калугин [и др.] // Известия международной академии аграрного образования. – №31. – 2016. – С. 22-27.
4. Горшков, Ю.Г. Автоматическая система для повышения тягово-сцепных свойств машин с колесной формулой 4x2 в условиях поверхностей с малой несущей способностью / Ю.Г. Горшков, А.А. Калугин, И.С. Житенко [и др.] // Научное обозрение. – №9. – 2016. – С. 89-97.
5. Горшков, Ю.Г. Краткий анализ существующих автоматических устройств блокировки дифференциалов колесных машин / Ю.Г. Горшков, Ю.Б. Четыркин, А.А. Калугин [и др.] // Вестник ЧГАА. – т.68. – 2014. – С.14-18.

## ПРИОРИТЕТЫ РОССИИ В МИРОВОМ ТРАКТОРОСТРОЕНИИ

**Шаров Владимир Васильевич**, методист, Музей истории отечественного тракторостроения, МБУК «Созвездие»

**Ценч Юлия Сергеевна**, старший научный сотрудник, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

**Аннотация:** Приведено описание приоритетов России в мировом тракторостроении, отражен вклад отечественных новаторов в создание конструкции тракторной техники, обоснована необходимость воссоздания образцов раритетной тракторной техники.

**Ключевые слова:** история техники, конструкция трактора, самоход.

Общеизвестно, что технический прогресс по своей природе интернационален. Все нации и народности обладают творческими способностями, которые при определённых исторических условиях в ту или иную эпоху находят своё проявление в виде новаций, изобретений, открытий. Однако интернациональный характер техники отнюдь не исключает, при изучении её истории выяснения роли государства и отдельных личностей в создании той или иной машины или того иного вида техники.

Достижения любой страны в научно-технической сфере говорят о её высоком интеллектуальном и техническом статусе, показывают её вклад в развитие мировой цивилизации и в обеспечение высокого уровня культуры человеческого сообщества. Всё это повышает имидж государства на мировой арене и способствует росту патриотизма внутри страны.

Изучение истории развития тракторостроения в нашей стране [1-4] показывает, что отечественные изобретатели, ученые, конструкторы, рабочие, инженеры, организаторы производства внесли значительный вклад в мировой прогресс по тракторостроению. Природным талантом и усилиями наших соотечественников были изобретены различные варианты гусеничных движителей, двухгусеничная управляемая ходовая система трактора, создан первый в мире трелёвочный трактор и трактор с электромеханической трансмиссией, разработана и апробирована интегральная компоновка трактора, организовано массовое производство (самое большое в мире) техники для села. Была создана глобальная сеть по созданию, доводке, производству, сбыту (как внутри страны, так и за рубежом), эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и утилизации тракторной техники. Достижения отечественных тракторостроителей признавались во всем мире и неоднократно отмечались дипломами и медалями на многочисленных международных выставках.

Особый интерес с точки зрения исторической науки, изучающей зарождение конструкции гусеничного трактора в России, вызывает деятельность Ф.А. Блинова с 1879 по 1902 год. Известный механик-самоучка в своей работе уделил основное внимание применению гусеничного хода, или как тогда именовали «бесконечных рельсов» вначале к буксируемым транспортным средствам, а затем и к самому буксиру или самоходу с паровой машиной. Постоянно совершенствуя своё изобретение на

протяжении 25-ти лет, ему удалось создать гусеничный трактор с оригинальным управлением движением самоходной машины. Одной из отличительных особенностей конструкции являлось то, что каждая из двух гусениц имела возможность вращаться с различной скоростью и в различных направлениях, что позволяло управлять как поворотом, так и разворотом.

Самоход представлял собой двухгусеничную машину, приводимую в движение двумя паровыми двигателями. Каждый двигатель, мощностью 10 л.с., приводил в действие свою гусеницу. Управление оборотами происходило за счёт регулировки поступления количества пара в соответствующий двигатель. Перегретый пар давлением в шесть атмосфер вырабатывался в вертикальном паровом котле, который устанавливался в средней части рамы. Мощность от двигателей на гусеницы передавалась посредством чугунных шестерён.

В движении, скорость десятитонного самохода составляла три километра в час, его поворот происходил при отключении или реверсировании движения одной из металлических гусениц. Конструкция позволяла осуществлять движение как, вперед так и назад с одинаковой скоростью. Обслуживали трактор два человека: водитель следил за дорогой и управлял ходом из будки, а машинист обслуживал котел и паровые двигатели.

Действующий образец самохода, именуемый как «Паровоз с бесконечными рельсами для просёлочных дорог» демонстрировался в 1896 году на Всероссийской промышленной и художественной выставке в Нижнем Новгороде.



**Фото модели «Самохода», который в 1896 году демонстрировался на Всероссийской выставке в Нижнем Новгороде.**

Известные зарубежные машины того времени (реализованные в металле), использующие в качестве ведущих движителей бесконечные рельсы (гусеницы), как правило имели дополнительные направляющие колёсные либо гусеничные движители для осуществления поворота.

Действующий образец трактора, у которого управление поворотом осуществлялось по принципу самохода Ф.А. Блинова, появился за рубежом только в

1905 году, в Англии. Был он изготовлен фирмой «Ричард Хорнсби и сыновья» (Richard Hornsby and Sons).

Изучение научно-технических источников показывает, что курсовое управление двухгусеничной тяговой машиной, без использования дополнительных управляемых колёс, впервые было апробировано на действующем образце в России, то есть приоритет этого новшества принадлежит нашей стране. В этой связи становится очевидным необходимость популяризации в научно-техническом и информационном пространстве изобретения Ф.А. Блинова, реализованного им в самоходе.

Чтобы досконально разобраться в техническом устройстве самохода, в принципах его работы и эксплуатации, а также для подтверждения работоспособности первой тяговой машины России, необходимо провести его повторное изготовление. С точки зрения музееведения и науки, изучающей историю развития конструкции трактора, такой музейный экспонат крайне необходим; он нужен также для демонстрации и пропагандирования приоритетных технических достижений России.

Для обретения такого экспоната необходимо провести работу по изготовлению действующей копии самохода по технологиям, применявшимся в России второй половины XIX века. Для решения этой задачи требуется заглянуть в ушедшую эпоху, и тщательно изучить существующие на тот момент промышленные предприятия Поволжья (место, где жил и работал Ф.А. Блинов), их продукцию и применяемые технологии.

Исторический опыт человечества свидетельствует о том, что успех любой страны в экономике и духовной жизни определяется, прежде всего, тем, в какой мере общество обеспечивает развитие и сохранение интеллектуального потенциала. Большую роль в этом играет, прежде всего, сохранение технического наследия в виде натуральных образцов, дающих возможность понять и оценить замысел новаторов и изобретателей.

Воссоздание Самохода Ф.А. Блинова – это обретение музейного экспоната с информационно-ёмким смыслом об уровне развития техники конца XIX века в России. Этот экспонат будет олицетворять собой первую ступеньку в истории развития тракторной техники в нашей стране.

### **Библиографический список**

1. Хрулькевич, О.А. Самоход на бесконечных рельсах / О.А. Хрулькевич, В.В. Шаров // Сельский механизатор. – №1. – 2008. – С. 17-21.
2. Хрулькевич, О.А. Паровой трелёвочный трактор / О.А. Хрулькевич, В.В. Шаров // Сельский механизатор. – №12. – 2009. – С. 15-16.
3. Шаров, В.В. Фрагменты истории отечественного тракторостроения. Технические очерки по тракторостроению в России. Конец XIX – первая половина XX веков / В.В. Шаров // С.П. Баранцевское. Серия – Память жива. Дизайн и вёрстка рекламного агентства «Идеи оптом». – 2015. – 96 с.
4. Шаров, В.В. Фрагменты истории отечественного тракторостроения. Технические очерки по тракторостроению в России. Книга II. Период Великой Отечественной войны 1941 1945 гг. / В.В. Шаров // С.П. Баранцевское. Серия – Память жива. Издательство ИКАР. – 2017. – 144 с.



## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО УВЛАЖНЕНИЯ**

**Смелик Виктор Александрович**, профессор кафедры технических систем в агробизнесе, ФГБОУ ВО СПбГАУ

**Новиков Михаил Алексеевич**, профессор кафедры технических систем в агробизнесе, ФГБОУ ВО СПбГАУ

**Ерошенко Леонид Иванович**, доцент кафедры технических систем в агробизнесе, ФГБОУ ВО СПбГАУ

**Перекопский Александр Николаевич**, ведущий научный сотрудник отдела технологий и механизации работ в растениеводстве, ИАЭП

**Аннотация:** Представлены технологические приемы послеуборочной обработки зерна, повышающие производительность и ресурсосбережение в условиях повышенного увлажнения.

**Ключевые слова:** послеуборочная обработка зерна, сушка семян, технология.

Особенность зерна после комбайновой уборки в Северо-Западном регионе России следующая: влажность по нормам технологического проектирования составляет 27%; засоренность высокая и составляет до 8%; зерно на сушку и сортировку поступает крайне неравномерно [1].

При формировании технологий для производства семенного зерна необходимо, чтобы она была поточно-пульсирующей [2, 3]. Это означает, что при сохранении поточности обработки между обычными машинами, осуществляющими основные технологические операции должны быть установлены бункера активного вентилирования. Дополнительно надо знать, что влажность поступающего зерна также будет меняться в течение сезона и даже в течение суток.

В 2017 году построен комплекс послеуборочной обработки зерна в СПК «Кобраловский» Ленинградской области. Пункт состоит из отделений приема, предварительной очистки, сушки сортировки.

Технология обработки имеет следующие преимущества:

- установлен бункер активного вентилирования БВ-40 семян перед сушкой с целью «отлежки» и выравнивания влажности семян, обеспечения поточности технологических процессов;

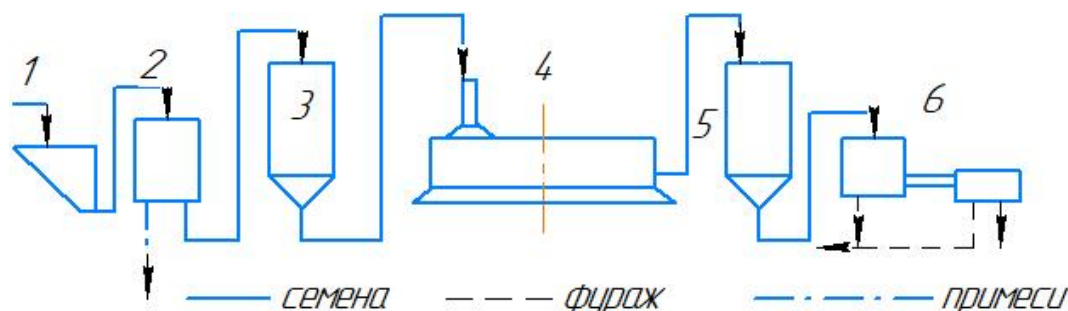
- установлена карусельная сушилка, обеспечивающая «мягкий» режим сушки высоковлажного зерна [4, 5];

- два бункера охлаждения и «отлежки» зерна после сушки вследствие возделывания в хозяйстве различных зерновых культур;

- после бункеров установлена ветро-решетчатая очистительная машина К-531 «Гигант» с триерными цилиндрами.

На рисунке представлена технологическая схема пункта СПК «Кобраловский» на базе сушилки СКМ-20. Все оборудование расположено в одном здании, высотой 8,5 м.

Вследствие этого, в комплексе предусмотрены три укороченных, вентилируемых бункера: 2 БВ-25 вместимостью 12 тонн и БВ-25 вместимостью 9 тонн.



**Рис. Технологическая схема пункта послеуборочной обработки семян зерновых культур на базе сушилки СКМ-20:**

1 – завальная яма, 2 – зерноочистительная машина МАК-25, 3, 5 – укороченные бункера БВ-25, 4 – сушилка СКМ-20, 6 – семяочистительная машина К-531

Технология обработки семян на пункте такова. Зерновой ворох от комбайна загружают в завальную яму 1, откуда он поступает на зерноочистительную машину МАК-25 2, предварительно очищенный ворох подается в укороченный вентилируемый бункер 3. Сушка зерна в сушилке осуществляется непрерывно, высушенное зерно подается в вентилируемый бункер 5 откуда по средством ковшового элеватора подаётся на отгрузку фуража или семяочистительную машину К-531А «Гигант».

Строящиеся пункты сушки и сортировки зерна в Северо-Западном регионе способны работать как по технологиям обработки фуражного зерна, так и семян. Главными особенностями при проектировании являются:

- Использование поточно-пульсирующей технологии послеуборочной обработки зерна без двухстадийной сушки и сортировки.
- Использование бункеров активного вентилирования обеспечивает поточную технологию.
- Ниже нулевой отметки закладываются только фундаменты во избежание подтопления технологического оборудования талыми и грунтовыми водами.
- Приемный бункер обычно изготавливается в виде аэрожелоба на две-три единицы емкости транспортных средств.
- Ручной труд исключен, автоматизированы операции загрузки-выгрузки сушилки за счет установки поточного влагомера для снижения влияния «человеческого фактора».

### Библиографический список

1. Перекопский, А.Н. Анализ технико-технологических решений при строительстве пунктов послеуборочной обработки семян зерновых культур в Ленинградской области / А.Н. Перекопский, А.В. Зыков, Г.А. Рожков // Техника. Технологии. Инженерия. – №1(3). – 2017. – С. 1-4.
2. Смелик, В.А. Особенности послеуборочной обработки семян зерновых культур в условиях повышенного увлажнения / В.А. Смелик, М.А. Новиков, Л.И. Ерошенко, А.Н. Перекопский // Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 290. Ч. II. М.: Изд-во РГАУ-МСХА. – 2018. – С. 136-138.

3. Perekopskiy, A.N. Variables of the wheat seeds drying process in a carousel type dryer / A.N. Perekopskiy, V.A. Smelik // British Journal of Innovation in Science and Technology. – Т.1. – №2. – 2016. – P. 11-20.

4. Перекопский, А.Н. Карусельная сушилка высоковлажных семян / А.Н. Перекопский // Сельский механизатор. – № 5. – 2015. – С. 6-7.

5. Патент РФ 2118772 Карусельная сушилка для зерна // Смелик В.А., Дианов Л.В.

УДК 635.21

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТОВ ТИАТОН И ХЕЛАТОН ЭКСТРА В ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ**

**Старовойтова Оксана Анатольевна**, ведущий научный сотрудник отдела технологии и инновационных проектов, ФГБНУ ВНИИКХ

**Старовойтов Виктор Иванович**, зав. отделом технологии и инновационных проектов, ФГБНУ ВНИИКХ

**Чайка Валерия Александровна**, аспирант, ФГБНУ ВНИИКХ

**Аннотация:** В России потенциал урожайности сортов не реализован даже на 50%, поэтому продолжается поиск и обоснование технологических приемов возделывания, повышающих урожайность картофеля. В статье приведены данные исследований по оценке влияния инновационных препаратов «Тиатон» и «Хелатон Экстра» на урожайность картофеля среднеспелого сорта Колобок. Применение препаративиспытываемых препаратов повысило значение товарной урожайности на 3,5...3,7 т/га (13,5...14,2%).

**Ключевые слова:** картофель, «Тиатон» и «Хелатон Экстра», микроэлементы в хелатной форме, урожайность.

### **ВВЕДЕНИЕ.**

**Актуальность работы.** На основе данных официальной статистики Россия практически полностью обеспечивают свои потребности в картофеле за счет собственного производства. Среднегодовой объем производства картофеля составляет 28-30 млн. тонн. Среднее потребление картофеля на душу населения оценивается на уровне 100-105 кг [1]. Свыше 50% от общего объема производства картофеля используется на продовольственные цели для приготовления разнообразных картофельных блюд как в домашних условиях, так и в современной индустрии общественного питания [2]. В России потенциал урожайности сортов не реализован даже на половину, поэтому продолжается поиск и обоснование технологий возделывания, повышающих урожайность и качество картофеля. В том числе необходимо рассмотреть варианты внекорневых обработок [3]. Следовательно, проведение исследований по разработке технологии выращивания картофеля с использованием инновационных препаратов для повышения эффективности производства качественного продовольственного картофеля является актуальной задачей.

**Цель исследований** – оценить эффективность влияния инновационных препаратов «Тиатон» и «Хелатон Экстра» на урожайность картофеля.

#### **Условия и методы исследований**

Исследования проводили с использованием среднеспелого сорта картофеля Колобок (элита) в 2016-2017 годах. В исследованиях установлена зависимость изменения урожайности клубней от применения инновационных препаратов «Тиатон» (серосодержащий) и «Хелатон Экстра» (содержащий микроэлементы в хелатной форме: железо, цинк, марганец, медь, молибден, кобальт, бор). Густота посадки – 44,4 тыс. шт./га, ширина междурядий – 75 см. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднеоккультуренная, по гранулометрическому составу супесчаная. Предшественник картофеля – зерно-травяные. Повторность опыта – четырёхкратная. Площадь учетной делянки составляла – (0,75 м × 7,5 м) 5,6 м<sup>2</sup>. Перед посадкой клубни были обработаны водой (контроль), препаратом «Тиатон», «Хелатон Экстра». Расход рабочего раствора 10 л/т клубней (разбавление 30 мл препарата на 10 л воды). Посадку проводили 09 июня 2016 года агрегатом МТЗ-82 + СКТС-2 (сажалка для посадок картофеля и топинамбура в системе оригинального семеноводства) и 15 мая 2017 года агрегатом МТЗ-82 + СН-4БК в предварительно нарезанные гребни на глубину 12-14 см, непророщенными клубнями средней фракции размером 30...50 мм по наибольшему поперечному диаметру [4].

Осенняя подготовка почвы включала вспашку на глубину 18-25 см (МТЗ-82+ПЛН-3-35). Весенняя предпосадочная подготовка почвы – рыхление на глубину 12-16 см (МТЗ-82 + БДТ-3,0). Опыт проводили на фоне минерального удобрения Азофоски (16%:16%:16%), внесенной дробно-локально перед посадкой при нарезке гребней – N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> (МТЗ-82 + КРН-4,2) и при уходе за посадками – N<sub>100</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub> (МТЗ-82 + КРН -4,2).

По всходам и в фазу бутонизация – начало цветения, согласно схеме, проводили опрыскивание: водой, водорастворимыми препаратами «Тиатон», «Хелатон Экстра». Расход рабочего раствора 300 л/га (разбавление 15 мл препарата на 10 л воды). Для борьбы с сорной растительностью вносили гербициды: Зенкор, Маис, Н90. Против колорадского жука выполнили одноразовое опрыскивание средством «Актара» в дозе 60 г/га. В течение вегетации выполняли химические обработки штанговой аппаратурой ОН-600 (расход рабочей жидкости – 300 л/га) против фитофтороза и альтернариоза: 1-3 раза (в зависимости от условий года) препаратом Ридомил Голд. Первую в период цветения, последующие – через каждые 10-14 дней.

Закладку полевого опыта, учеты и наблюдения проводили в соответствии с требованиями методики полевого опыта (Доспехов Б.А., 1985) и «Методики исследований по культуре картофеля» (НИИКС, 1967).

Средняя температура воздуха за вегетационный период 2017 года составила 16,2 °С, при норме 16,5 °С (в 2016 г. – 18,6 °С). Всего осадков за вегетационный период 2017 г. выпало 378,4 мм или 145,3 % от нормы (260,5 мм) (в 2016 г. – 470,2 мм или 180,5% от нормы). ГТК 2017 года составил 2,06 (влажная) при климатической норме 1,3...1,4 (в 2016 г. – 2,16 (очень влажная)).

#### **Результаты исследований**

Продуктивность растений картофеля при нормальных условиях роста и развития находится в непосредственной зависимости от мощности его надземной массы. Чем мощнее куст, тем выше урожай клубней под ним. Хотя не во всех случаях мощно

развитая ботва дает наивысший урожай. Параметры развития куста растений связаны как с общими процессами обмена веществ, так и внешними почвенно-климатическими условиями. Учитывая важность биометрических показателей развития ботвы в формировании урожая, проведен учёт данных показателей (таблица) в зависимости от применяемых препаратов.

Таблица

**Биометрические показатели растений картофеля (фаза цветения)**

№ вар.	Год	Препарат	Параметры развития куста			
			Стебли, шт.	Высота, см	Масса ботвы, г/куст	Площадь листьев, м <sup>2</sup> /куст
1	2016	Контроль	3,4	64,8	612	1,43
2		Вода (контроль 2)	4,0	63,8	682	1,88
3		Тиатон	4,8	58,5	656	1,69
4		Хелатон Экстра	6,4	55,3	552	1,33
1	2017	Контроль	3,3	42,3	214	0,35
2		Вода (контроль 2)	3,6	41,5	236	0,35
3		Тиатон	3,9	43,3	244	0,41
4		Хелатон Экстра	3,0	43,3	201	0,44
1	среднее за 2016-2017 гг.	Контроль	3,4	53,6	413,0	0,89
2		Вода (контроль 2)	3,8	52,7	459,0	1,12
3		Тиатон	4,4	50,9	450,0	1,05
4		Хелатон Экстра	4,7	49,3	376,5	0,89

По полученным данным 2016 г. можно отметить, что изучаемые препараты положительно повлияли на количество основных стеблей, что отразилось на количестве полученных клубней. Известно, что чем больше основных стеблей, тем большее количество клубней образуется под кустом. Наибольшее количество основных стеблей получено на вариантах с применением препарата «Хелатон Экстра» – 6,4 шт./куст, это оказалось выше, чем на контроле на 3,0 шт./куст. При применении препарата «Тиатон» основных стеблей оказалось больше, чем на контроле на 1,4 шт./куст.

Также можно отметить, что все растения, несмотря на позднюю посадку, довольно быстро проходили стадии вегетации. При обычной посадке в начале мая всходы начинают появляться через три-четыре недели после посадки. В то же время в нашем опыте при измерении высоты растений через три недели после посадки было отмечено, что растения не только взошли, но и уже набрали определённую высоту. Самые высокие растения оказались на вариантах с применением препарата «Хелатон Экстра» – до 13-17 см, на вариантах с применением препарата «Тиатон» – до 7-13 см, с водой – до 11-13 см, контрольные варианты – до 6-12 см.

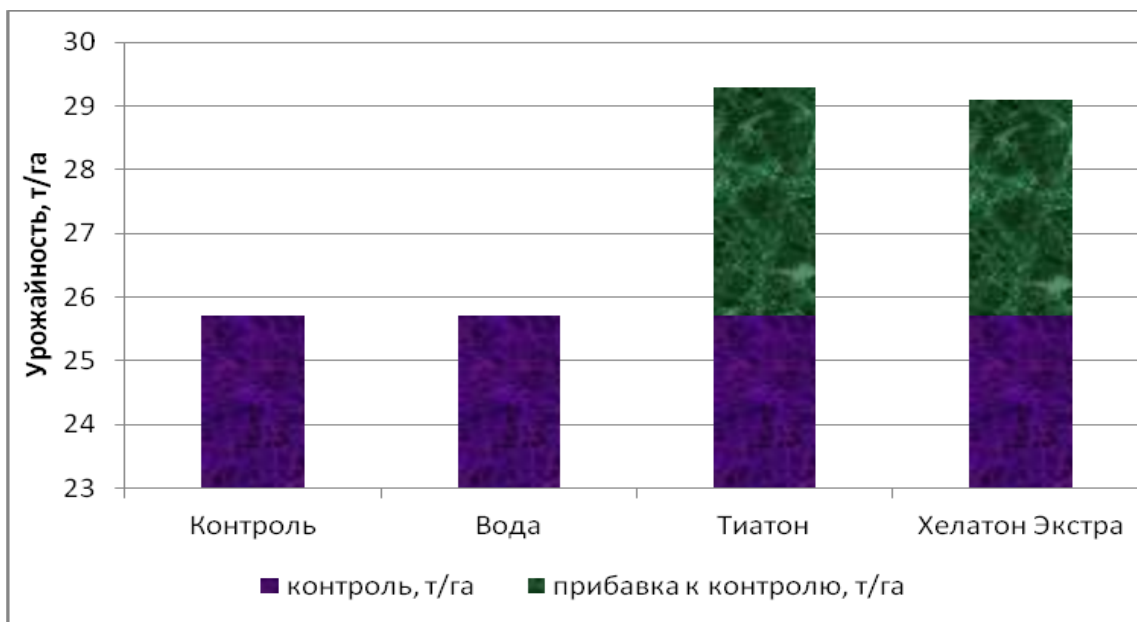
К фазе цветения картина изменилась: на вариантах с применением исследуемых препаратов увеличилось количество основных стеблей, которые не успевали набрать высоту и массу большую, чем на контрольных вариантах и вариантах с водой. Отмечено, что на всех вариантах высота, масса ботвы и ассимиляционная поверхность листьев (площадь листьев) оказались значительно больше, чем это бывает в обычные

или засушливые годы. Обычно высота растений в фазу цветения достигает 35-50 см, масса ботвы составляет 200-400 г/куст, а площадь листьев – 0,40...0,70 м<sup>2</sup>/куст.

В менее благоприятных условиях 2017 года количество основных стеблей при внесении исследуемых препаратов также оказалось больше, чем на контрольном варианте за исключением вариантов с препаратом «Хелатон Экстра». В то же время высоту растения всех вариантов набрали примерно одинаковую 41,5...44,8 см. Самыми высокими оказались кусты вариантов с препаратами «Тиатон» и «Хелатон Экстра» – 43,3 см. Масса ботвы оказалась наибольшей на вариантах с применением препарата «Тиатон» – 244 г/куст. Применение испытуемых препаратов позволило увеличить площадь ассимиляционной поверхности листьев до 0,41...0,44 м<sup>2</sup>/куст.

В среднем за два года наибольшее количество основных стеблей оказалось на вариантах с использованием препаратов «Тиатон» и «Хелатон Экстра» – 4,4 и 4,7 шт./куст, в то время как наибольшая высота оказалась на контрольных вариантах Контроль и Вода – 53,6 и 52,7 см.

Урожайность – основной критерий оценки мероприятий по возделыванию культуры [5]. В среднем за два года масса товарных клубней в фазу цветения оказалась примерно одинаковой на всех вариантах – 0,151...0,157 г/куст, а при уборке уже видна значительная разница между контрольными вариантами и вариантами с применением исследуемых препаратов (рисунок).



**Рис. 2. Прибавка урожайности товарной фракции картофеля сорта Колобок (среднее за 2016-2017 гг.), т/га**

Обычно уборку проводим во вторую декаду августа, т.е. более чем через 90 дней после посадки. Но в 2016 году данный опыт был посажен значительно позже, поэтому и уборочную копку проводили 01 сентября, т.е. через 83 дня после посадки. Ботва была еще зеленая и только начинала увядать, что означает, что клубнеобразование не достигло конечной стадии. Следовательно, фактическая урожайность могла бы быть значительно выше. Тем более, что Колобок – сорт среднеспелый.

Применение препарата Тиатон позволяет повысить урожайность на 1,4...5,9 т/га, чем на контрольном варианте, препарата Хелатон Экстра - на 0,6...6,3 т/га. В то время

как варианты с водой не дали достоверной прибавки урожая. В 2017 году так же, как и в 2016 году, урожайность на вариантах с водой оказалась ниже, чем на контроле. Видимо сказались метеоусловия. Как 2016, так и 2017 году условия оказались очень влажными в течение периода вегетации. НСР05 0,69 т/га (2016 г.), 3,10 т/га (2017 г.)

В среднем за два года применение препарата Тиатон повысило значение урожайности на 3,7 т/га (14,2%), препарата Хелатон Экстра - на 3,5 т/га (13,5%). Что говорит о целесообразности применения данных препаратов при выращивании картофеля. В условиях дождливого 2016 г. средний процент товарности составил 97%, в условиях 2017 года - 98%.

#### **Выводы:**

1. Масса товарных клубней в фазу цветения оказалась примерно одинаковой на всех вариантах – 0,151...0,157 г/куст, а при уборке уже видна значительная разница между контрольными вариантами и вариантами с применением исследуемого препарата.

2. Применение препарата Тиатон повысило значение урожайности на 3,7 т/га (14,2%). Применение препарата Хелатон Экстра - на 3,5 т/га (13,5%). Что говорит о целесообразности применения данных препаратов при выращивании картофеля.

#### **Библиографический список**

1. Симаков, Е.А. Индустрия картофеля (справочник). / Е.А. Симаков, В.И. Старовойтов, Б.В. Анисимов и др. // Изд. 2-е дополненное. М.: – ГУП Академцентр «Наука» РАН, ОП ПИК «ВИНИТИ» – «Наука». – 2013. – 272 с.

2. Старовойтов, В.И. Технические вопросы обеспечения органического земледелия в России / В.И. Старовойтов, В.Б. Минин, А.А. Устроенов, Г.А. Логинов, Н.В. Воронов // В сборнике: Картофелеводство Материалы научно-практической конференции. Под редакцией С.В. Жеворы. – 2017. – С. 130-133.

3. Старовойтов, В.И. Агрономические предпосылки модернизации туковысевающих машин в картофелеводстве / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, А.А. Манохина, Х.Н.О. Насибов // В сб.: Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке Мат-лы Международ. науч.-практич. конференц., посвящ. 30-летию кафедры технич. механики конструирования машин. – 2018. – С. 191-196.

4. Манохина А.А. Разработка технологического процесса посадки картофеля с применением гранулированных органических удобрений (биоконтейнеров). Автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук / Моск. гос. агроинженер. ун-т. Москва, 2012.

5. Балабанов, В.И. Разработка методики оценки экономической эффективности внедрения информационных технологий в АПК (ИТ - ИНДЕКС) в разрезе субъектов Российской Федерации / В.И. Балабанов, Т.М. Ворожейкина, А.А. Манохина, И.М. Жогин, С.А. Парвицкий // отчет о НИР № 346 от 28.08.2017 (Министерство сельского хозяйства РФ). – 2018. – 36 с.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЧЕК

**Кудрявцев Андрей Васильевич**, доцент кафедры технологических и транспортных машин и комплексов, ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

**Никифоров Максим Викторович**, старший преподаватель кафедры технологических и транспортных машин и комплексов, ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

**Фирсов Антон Сергеевич**, доцент кафедры технологических и транспортных машин и комплексов, ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

**Аннотация:** В соответствии с разработанной программой и методиками исследований в результате лабораторно-полевых исследований приведены данные технологических свойств кочек.

**Ключевые слова:** технологические свойства, кочка, лабораторно-полевые исследования, рабочий орган, установка.

При проектировании рабочих органов сельскохозяйственных машин одним из важнейших факторов является учет свойств обрабатываемого материала [1]. Кочка как объект исследования является многокомпонентной полидисперсной системой, компоненты которой находятся в жидком, твердом и газообразном состояниях и постоянном взаимодействии как между собой, так и с внешней средой. Одновременно кочка представляет собой открытую динамическую систему, находящуюся в непрерывном взаимодействии с другими системами биосферы [2]. Указанные определения кочки, как объекта исследований, определяют методы исследования.

Поставленные в исследовании задачи предусматривали проведение лабораторно-полевых исследований с целью установления технологических свойств обрабатываемого материала.

На базе кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Тверская ГСХА разработаны соответствующие программы и методики проведения лабораторно-полевых экспериментов.

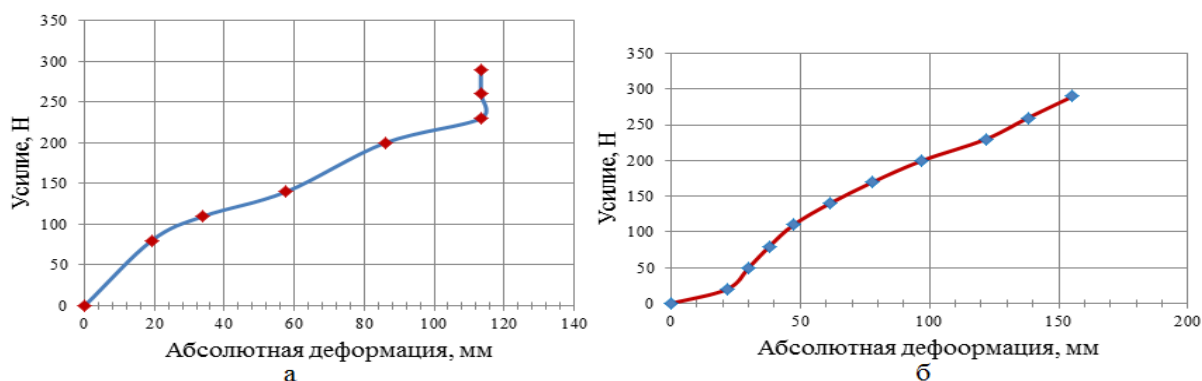
Программой проведения полевых исследований предусмотрено проведение экспериментальных работ в полевых условиях по определению технологических свойств кочек различных видов.

Кафедрой ТТМ разработаны и изготовлены соответствующие установки для определения деформации при вертикальном резании кочки ножом без скольжения; при вертикальном резании кочки ножом без скольжения и ступенчатой нагрузке; при горизонтальном резании кочки ножом без скольжения; при горизонтальном сдвиге слоев кочки; при вертикальном сжатии.

Методика исследований заключалась в фиксации типа кочки, ее геометрических характеристиках, значений нагрузки и абсолютной деформаций, площади контакта рабочего органа с кочкой и времени. Расчетом определялись значения: максимального удельного сопротивления резанию на единицу длины участка ножа; удельного сопротивления сдвигу на единицу длины площади уголка.



Исследование деформации кочки при сжатии показывает в первоначальный период линейную зависимость между нагрузкой и деформацией на диаграмме (рисунок 1).



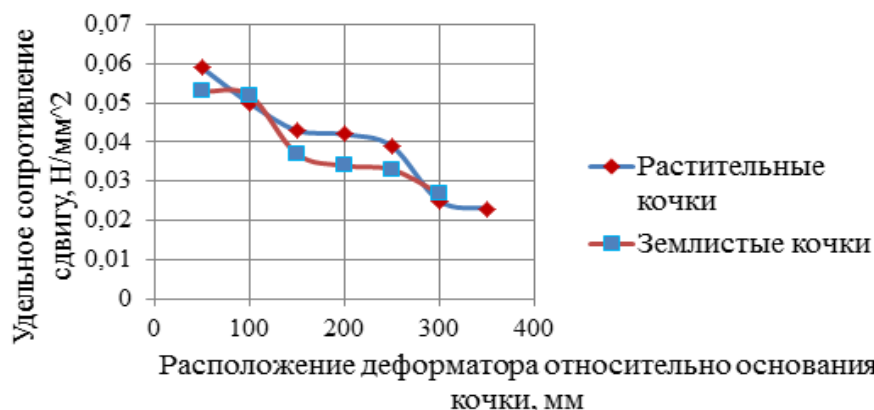
**Рис. 1. График абсолютной деформации кочки при сжатии:**

а – растительные кочки; б – земляные кочки

Эта часть представляет прямую линию. Кочка до нагрузки  $P_y$  подвергается лишь упругим деформациям, так как размер кочки по высоте восстанавливается полностью. Значение нагрузки  $P_y$  для растительных кочек составляет  $P_y = 80$  Н, а для земляных кочек  $P_y = 20$  Н.

С увеличением сжимающего усилия деформация начинает расти быстрее нагрузки и диаграмма имеет криволинейную форму с выпуклостью вверх. Далее наблюдается, что при некотором значении сжимающего усилия увеличение деформации замедляется и на диаграмме можно выделить площадку, когда без увеличения нагрузки растет деформация. После перехода за предел пропорциональности появляются заметные деформации, выражающиеся в увеличении диаметра кочки. С увеличением нагрузки более  $P_y$  происходит лишь частичное (на 20...40%) восстановление размера кочки по высоте. По мере увеличения площади поперечного сечения кочки для дальнейшей деформации приходится увеличивать нагрузку, кочка сжимается до определенного предела, но явного разрушения не наблюдается. Такой вид диаграммы при сжатии является типичным для пластичных материалов. Предел прочности для растительных кочек составляет  $\sigma = 3,2$  кПа ( $\pm 0,19$  кПа).

Определение значений удельного сопротивления сдвигу кочки в горизонтальной плоскости на единицу площади уголка представлено на рисунке 2.



**Рис. 2. График зависимости деформации кочки при сдвиге**

Значения удельного сопротивления сдвигу кочки в горизонтальной плоскости указывают на снижение сопротивления от основания к вершине. Максимальное удельное сопротивление сдвигу наблюдается у растительных кочек и составляет  $R_p=0,059$  Н/мм<sup>2</sup>.

При исследовании максимальной нагрузки резания кочки в вертикальной плоскости ножом без скольжения значения максимальных удельных сопротивлений резанию на единицу длины ножа составили: растительные кочки 3,63 Н/мм, землистые 2,76 Н/мм. Удельные сопротивления горизонтального резания кочки ножом без скольжения в зависимости от высоты среза для растительных кочек 7,87 Н/мм, землястых кочек – 7,16 Н/мм. Стоит отметить разность показателей удельных усилий статического резания в вертикальной и горизонтальной плоскостях в 2 раза.

Полученные результаты исследований технологических свойств кочек позволяют уменьшить круг поиска оптимальных рабочих органов для их уничтожения.

### **Библиографический список**

1. Сафонов, В.В. О методологии исследований при разработке почвообрабатывающих рабочих органов / В.В. Сафонов // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции «Современные технологии агропромышленного производства» - Тверь: ТГСХА. – 2009. – С. 57-61.

2. Лобачевский, Я.П. Прочностные и деформационные свойства связных задернелых почв / Я.П. Лобачевский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – №3. – 2011. – С. 18-20.

УДК 631.314

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ВЫРАВНИВАТЕЛЬ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

**Кудрявцев Андрей Васильевич**, доцент кафедры технологических и транспортных машин и комплексов, ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

**Голубев Вячеслав Викторович**, доцент кафедры технологических и транспортных машин и комплексов, ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

**Аннотация:** Предложена система функционирования автоматизированного выравнивателя для предпосевной обработки почвы. На основании разработанной схемы предложено оборудование для качественной обработки почвы, с учётом условий функционирования, применительно к точному земледелию. Использование предложенной схемы, программного комплекса позволит повысить качество обработки почвы.

**Ключевые слова:** дистанционно, выравниватель почвы, предпосевная обработка роботизация, алгоритм, компьютерная программа.

Современная тенденция развития почвообрабатывающих машин, применительно к системам точного земледелия нацелена на широкое внедрение роботизации при управлении технологическим процессом. Исследования, направленные на разработку системы проектирования, технологического процесса предпосевной обработки почвы, а также контроля за качеством выполнения, является актуальной. Целью научно – исследовательской работы является разработка алгоритма проектирования и функционирования системы автоматизированного управления процессом деформации почвы, с учётом условий функционирования рабочего органа.

Задачами исследования являются: разработка системы, обеспечивающей дистанционное определение профиля поверхностного горизонта почвы и автоматизированное изменение режимов рабочего органа для её выравнивания, в соответствии с предъявляемыми агротехническими требованиями (АТТ) на предпосевную обработку почвы под стратегические мелкосеменные культуры – лён, рапс, клевер [1].

На основании анализа выполненных теоретических исследований [2, 3], результатов предварительных лабораторно – полевых экспериментов [4] предложена концептуальная модель (рисунок 1) функционирования роботизированного выравнивателя почвы, позволяющего дистанционно [5] учитывать исходные условия взаимодействия с почвой и изменять свои технологические режимы (характер движения, скорость, распределённую нагрузку) и конструктивные параметры (длину, угол наклона к горизонту).

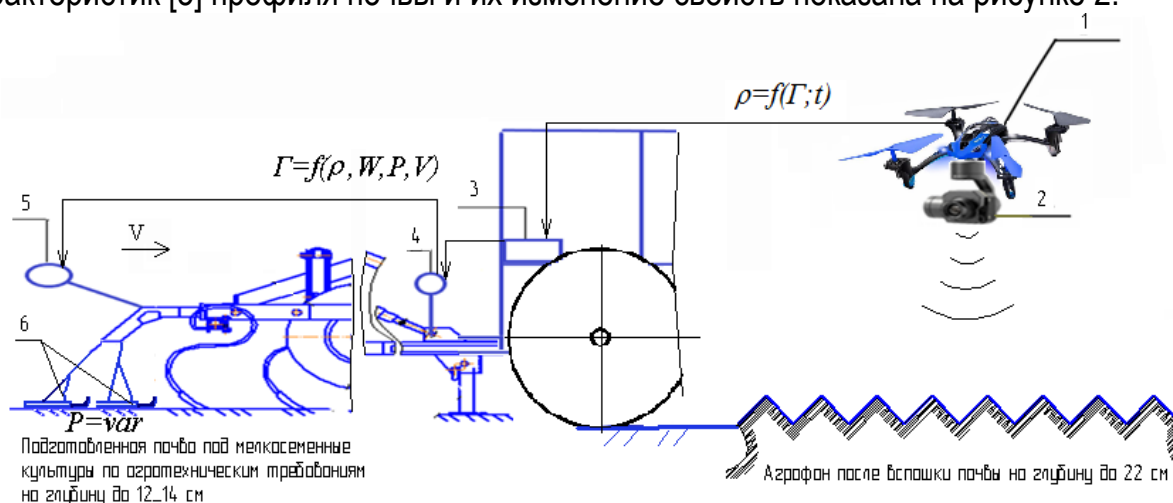
### **Рис. 1. Концептуальная модель автоматизации процесса предпосевной обработки почвы под лён – долгунец**

Концептуальная схема взаимодействия ползозовидного выравнивателя с применением принципа управления системой по возмущению критерия продольной твёрдости  $T(t)$ , но возможны и другие возмущения – гребнистость, температура, плотность. Воздействие от возмущения принимается упругим элементом, коррелирующим твёрдость с гребнистостью или температурой и передаётся на сравнивающий элемент, который одновременно воспринимает информацию об исходных режимах рабочего органа  $I(t)$ , создающий в свою очередь воздействие, которое передаётся на объект управления за системой подвеса и соответственно величиной удельной нагрузки на почву. На основании представленной модели, управляемое значение переменной  $h(t)$  при любом возмущающем значении будет ориентироваться на постоянное значение. Соответственно система будет являться самоуравновешивающейся, что приводит к выводу, что реализация представленной

модели обеспечит равномерное выравнивание поверхности почвы с необходимыми свойствами.

Реализация физической модели функционирования предложенной системы осуществлена с использованием следующего оборудования – квадрокоптер с измерителем исходных характеристик, контролируемое и регулировочное устройства на базе «Arduino». Указанная система позволяет одновременно изменять параметры и режимы работы 10 рабочих органов, не требуя существенных затрат электроэнергии на выполнение процесса. Также данная система взаимосвязана с навигационной системой ГЛОНАС, позволяющая составить картограмму исходных данных свойств почвы.

Схема работы системы контроля и автоматизированного регулирования свойств поверхностного слоя почвы за счёт дистанционного определения исходных характеристик [5] профиля почвы и их изменение свойств показана на рисунке 2.



**Рис. 2. Система автоматизированного регулирования свойств почвы**

1 – квадрокоптер; 2 – тепловизор; 3 – блок сбора и обработки данных в тракторе; 4 – контролирующее устройство давления ( $P1$ ) рабочих органов на почву; 5 – роботизированное регулирующее устройство давления ( $P2$ ) рабочих органов на почву; 6 – рабочий орган для выравнивания и уплотнения

Установленный в тракторе блок 3 является основным контролирующим элементом функционирования системы, сбора и обработки полученных данных. Также в блоке 3 сбора и обработки данных заложена картограмма участка поля, на которую производится фиксация температурных характеристик поверхностного горизонта почвы за счёт измерения тепловизором 2, установленным на квадрокоптере 1.

Соответственно, координируя положение квадрокоптера 1 в пространстве, имеется возможность составления картограммы температуры поверхности почвы, а полученные эмпирические зависимости плотности от температуры почвы с приемлемой точностью позволяют определить неровности поверхностного горизонта – гребнистость.

Обработанный сигнал поступает на устройство 4, контролирующее давление ( $P1$ ) рабочих органов (культиваторных лап, выравнивателей) на почву. Полученные в результате лабораторно – полевых исследований данные зависимости степени изменения свойств почвы от давления ( $P1$ ), создаваемого рабочими органами 6 на почву являются также исходными и позволяют подбирать оптимальное значение давления ( $P2 = var$ ) на почву за счёт регулировочного устройства 5. За счёт накопленного

массива информации становится возможным подготовить картограмму температуры обрабатываемого участка, что позволит автоматически изменять гребнистость и плотность поверхностного горизонта почвы.

Совместно с ГБУ ТОЦЮТ «Кванториум» сотрудниками ФГБОУ ВО Тверская ГСХА разрабатывается компьютерная программа для реализации технических возможностей составленной схемы работы роботизированного выравнителя. Данная компьютерная программа включает последовательность действий управляющим механизмов через контролер на базе «Arduino» и систему управления с применением шаговых электродвигателей.

Применение разработанного комплекса функционирования, а также компьютерной программы для её реализации позволит роботизировать не только макетные образцы рабочих органов почвообрабатывающих машин в лабораторных условиях, но и перенести представленную систему в полевые условия. Роботизация элементов почвообрабатывающих и посевных машин в дальнейшем позволит снизить негативное воздействие техники, а также повысить урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур, обеспечивая учёт условий функционирования машинно – тракторных агрегатов.

Следующим этапом исследования является оформление заявки на получение патента, а также лабораторные эксперименты разработанной и изготовленной системы функционирования роботизированного выравнителя почвы с последующей апробацией в полевых условиях.

### **Библиографический список**

1. Фаринюк, Ю.Т. Создание льняного кластера в Тверской области / Ю.Т. Фаринюк, А.Г. Глебова / Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур. Материалы Международной научно – практической конференции. – ФГБНУ ВНИИМЛ. – Тверь. – 2017. – С.27-30.

2. Музылев, Е.Л. Моделирование составляющих водного и теплового балансов для речного водосбора с использованием спутниковых данных о характеристиках подстилающей поверхности / Е.Л. Музылев // Метрология и гидрология. – № 3. – 2010. – С. 93-108.

3. Смирнов, С.Н. Проектирование выравнителя с учётом свойств почвы / С.Н. Смирнов, В.В. Голубев, М.В. Никифоров и др. / Сборник трудов студентов и молодых учёных «Проблемы и направления развития предприятий АПК: взгляд молодых учёных». – Тверь. – ТГСХА. – 2018. – С. 130-132.

4. Никифоров, М.В. Оптимизация параметров и режимов работы комбинированного выравнителя – сошника / М.В. Никифоров / Техника и оборудование для села. – № 6. – 2018. – С. 26-28.

5. Камынин, П.С. Методика проведения дистанционной лабораторной работы /В.В. Голубев, М.В. Никифоров, А.Н. Андреев и др. / Сборник научно – методических статей по материалам Всероссийской научно – методической конференции «Учебно – методическая деятельность ВУЗа в изменяющихся условиях реализации образовательных программ». – Тверь, 24 – 26 апреля 2018 года. – Тверь. – Тверская ГСХА. – 2018. – С. 50-52.

## РАЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫРАВНИВАТЕЛЯ ПОЧВЫ

**Никифоров Максим Викторович**, старший преподаватель кафедры технологических и транспортных машин и комплексов, ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

**Елисеев Юрий Васильевич**, доцент кафедры технологических и транспортных машин и комплексов, ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

**Голубев Вячеслав Викторович**, доцент кафедры технологических и транспортных машин и комплексов, ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

**Аннотация:** Разработан рабочий орган для выравнивания почвы, способный обеспечить качественную подготовку поверхностного горизонта почвы, в соответствии с предъявляемыми агротехническими требованиями к посеву мелкосеменных культур. По результатам лабораторно – полевых экспериментов определены рациональные технологическо – конструктивные режимы и параметры выравнивателя почвы.

**Ключевые слова:** выравнивание, уплотнение, предпосевная обработка почвы, мелкосеменные культуры.

Особенностью возделывания мелкосеменных культур являются высокие требования к качеству подготовки поверхностного горизонта почвенного профиля. Выровненная поверхность, уплотнённый слой почвы расположения семян и удобрений позволяет обеспечить необходимый водно – воздушный и тепловой режим в почве, создавая предпосылки для дружного произрастания высеваемого материала и последующего роста, ввиду слаборазвитой корневой системы льна – долгунца и других мелкосеменных культур.

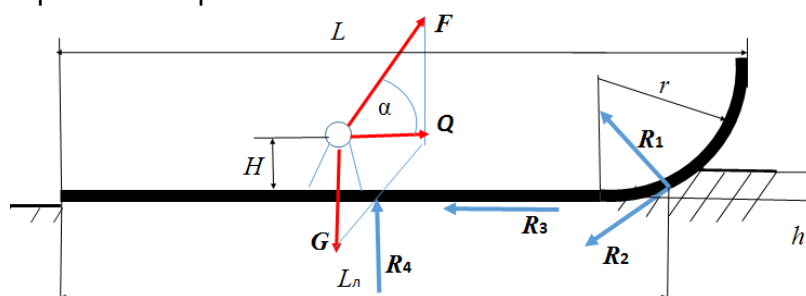
Одной из основных задач земледельческой механики является возможность управления деформацией почвы, исходя из условий функционирования и предъявляемых агротехнических требований (АТТ) к качеству обработки почвы. Анализ теоретических исследований, проводимых основоположником земледельческой механики Горячкиным В.П., а также его последователями – Желиговским В.А., Лазар П., Синеоковым Г.Н., Кушнарёвым А.С. и другими учёными, позволил установить принятые допущения при обосновании выполняемых технологических процессов, конструкций рабочих органов для обработки почвы.

Целью наших исследований является обоснование технологического процесса подготовки поверхностного горизонта почвы для обеспечения необходимых условий последующего возделывания мелкосеменных культур. Основными задачами исследования являются: разработка технологической и конструктивной схемы рабочего органа; обоснование теоретически траектории движения из условий качественной предпосевной обработки поверхности почвы; экспериментально в лабораторно – полевых и производственных условиях подтверждение полученных теоретических результатов; расчёт технико – экономической эффективности предложенного технического решения при возделывании мелкосеменных культур.

В результате аналитических исследований отечественных и зарубежных работ по вопросу предпосевного выравнивания почвы, установлены ряд недостатков – необоснованная форма рабочей поверхности, недостаточно полно учитывается исходное состояние почвенного профиля и возделываемая сельскохозяйственная культура, а также отсутствие исследований по вариации расположения рабочих органов, в зависимости от требуемой степени изменения свойств почвенного профиля. По итогам выполненного аналитического исследования технологических процессов, форм рабочей поверхности [1], последовательности выполнения составлена классификация рабочих органов выравнивателей [2]. Анализ взаимодействия рабочих поверхностей с почвой [3] позволил разработать технологический процесс предпосевной обработки почвы под мелкосеменные культуры с применением выравнивателя. Предложенный технологический процесс, составленный на основании функционирования разработанной блок – схемы модели взаимодействия рабочего органа с почвой (рисунок 1), включает в себя следующую последовательность.

**Рис. 1. Блок-схема взаимодействия рабочего органа с почвой**

Почва при работе полозовидного выравнивателя уплотняется вперёд и вниз, относительно направления движения и поверхности контакта выравнивающего устройства. Затем, встречающийся почвенный комок, превышающий размер почвенного агрегата, равного 30,0...40,0 мм, по АТТ должен разрушаться до определённого размера. Вместе с тем, агрономические ценные почвенные агрегаты не должны разрушаться до эрозионно – опасного состояния, что обеспечивает равномерно распределённая нагрузка на поверхностный горизонт почвы (рисунок 2) от воздействия плоской опорной поверхности выравнивателя.



**Рис. 2. Схема сил, действующих на почву**

На основании предварительных лабораторных экспериментальных исследований установлено, что перемещение почвенных агрегатов происходит по винтовой линии. Для реализации необходимой траектории нами предложено устройство рабочего органа для выравнивания поверхности и одновременного уплотнения семенного ложа, обеспечивая качественное изменение свойств почвенного профиля, соответствующего предъявляемым агротехническим требованиям. Конструкция рабочего органа выравнивателя теоретически обоснована [4] и защищена патентом РФ [5].

Разработанная программа и методика проведения экспериментов (в рамках НИОКТР «Разработка адаптивных технологий выращивания льна – долгунца на дерново-подзолистых почвах в условиях ввода залежных земель в эксплуатацию, АААА – А18 – 118083090015-8») включала исследование необходимых факторов – качественных (последовательность выполнения технологических операций по предпосевной обработке почвы и посеву, форма рабочих поверхностей, характер движения) и количественных (скорость движения рабочего органа, ширина и длина рабочей поверхности, площадь контакта, распределённая нагрузка, способ и точка приложения усилия на почву), характеризующих основные технологические режимы работы и конструктивные параметры рабочих органов. Основным откликом проведения экспериментов являются полевая всхожесть и урожайность льна – долгунца, а также изменение свойств почвенного профиля. На основании теории планирования эксперимента матрица ПФЭ  $3^3$  представляет собой таблицу 1.

Таблица 1

**Матрица планирования эксперимента реплики ПФЭ типа  $3^3$**

№ варианта	Факторы		Значение плотности, г/см <sup>3</sup>					Результаты статистической обработки данных		
	X <sub>1</sub> =В	X <sub>2</sub> =Г	Повторность измерения					Среднее значение плотности, г/см <sup>3</sup> Y <sub>ср</sub>	Дисперсия, D	Коэффициент вариации, % v
			Y <sub>u1</sub>	Y <sub>u2</sub>	Y <sub>u3</sub>	Y <sub>u4</sub>	Y <sub>u5</sub>			
1	-	-	1,29	1,35	1,38	1,35	1,3	1,33	0,001	2,54
2	0	-	1,26	1,32	1,50	1,43	1,34	1,37	0,009	6,19
3	+	-	1,33	1,44	1,43	1,45	1,38	1,41	0,003	3,20
4	-	0	1,29	1,34	1,32	1,24	1,3	1,30	0,001	2,60
5	0	0	1,14	1,22	1,50	1,22	1,28	1,27	0,019	9,62
6	+	0	1,13	1,07	1,11	1,24	1,29	1,17	0,009	7,11
7	-	+	1,12	1,24	1,23	1,06	1,15	1,16	0,006	5,85
8	0	+	1,48	1,21	1,39	1,37	1,36	1,36	0,009	6,39
9	+	+	1,30	1,23	1,31	1,215	1,255	1,26	0,002	3,04
контроль			1,10	1,17	1,21	1,16	1,12	1,15	0,04	3,36

Наибольшее значение по отклику урожайности семян льна – долгунца составляет 3,3 ц/га и 23,7 ц/га по льносолومه, что в сравнении с контрольным вариантом указывает



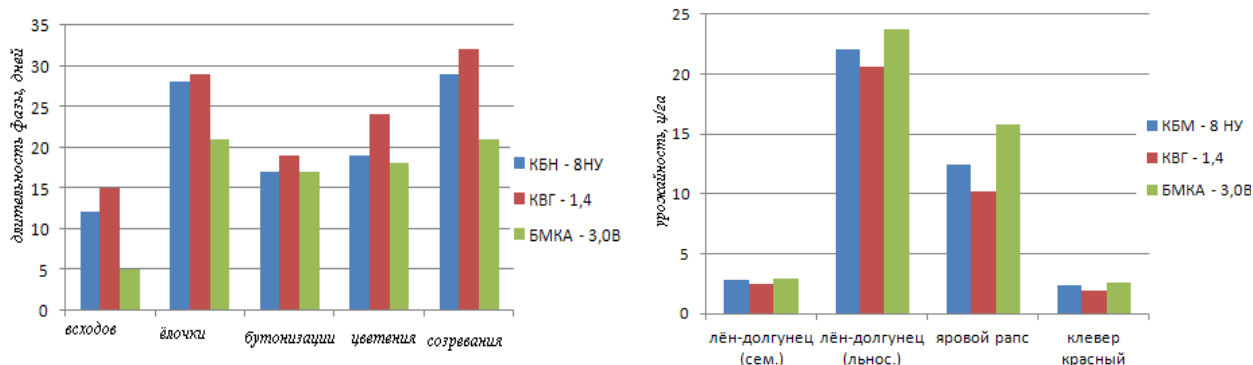
на увеличение урожайности в среднем на 13,5...15,2 %, что позволило составить таблицу 2.

Таблица 2

**Значение полевой всхожести в зависимости от плотности почвы**

№ варианта	Всхожесть полевая (%)	Плотность в период всходов (г/см <sup>3</sup> )	Средняя плотность после прохода выравнителя (г/см <sup>3</sup> )	Гребнистость после прохода выравнителя (мм)
1	91,3	1,44	1,33	21,0
4	79,1	1,39	1,30	13,0
5	86,4	1,38	1,27	12,0
9	89,2	1,40	1,26	18,0
Контроль	78,4	1,61	1,15	40,0

По результатам экспериментов составлены графические зависимости, позволяющие наглядно оценить влияние учитываемых факторов (рисунок 3).



**Рис. 3. Графики изменения сроков фаз развития льна – долгунца и урожайности мелкосеменных культур от учитываемых факторов**

При выполнении лабораторно – полевых и производственных экспериментов было установлено повышение полевой всхожести льна – долгунца, его урожайности и качества полученной продукции (Акт оценки качества льнотресты, выполненный по ГОСТ 2483 – 89 Треста льняная. Требования при заготовках, указывает на номер льнотресты № 2), что позволило оценить энергетические затраты. По результатам расчётов снижение энергозатрат на предпосевную обработку почвы составило 431 МДж / га.

На основании проведённых экспериментов установлено, что длина плоской части выравнителя составляет 200 мм при радиусе загиба лобовой поверхности не менее 90 мм, а ширина основания должна составлять не менее 100 мм. Движение лобовой поверхности выравнителя с амплитудой 70,0 мм и скоростью 2,7 м/с позволит обеспечить требуемое качество подготовки почвы. В качестве рекомендаций сельскохозяйственным производителям отмечается, что при предпосевной обработке почвы под посев мелкосеменных культур на «лёгких» почвах следует использовать набор культиваторных долотообразных лап с инновационными выравнителями почвы, а на тяжёлых по механическому составу почвах – полный комплект комбинированного агрегата БМКА – 3,0 В.

Дальнейшим этапом развития предложенного технологического и технического решения является автоматизация предпосевной обработки почвы, с учётом современных систем навигации и координатного определения свойств почвы в условиях точного земледелия.

### Библиографический список

1. Никифоров, М.В. Влияние режимов работы выравнителя на шероховатость почвенного профиля / М.В. Никифоров, П.В. Морозов, В.В. Голубев / Сборник научных трудов по материалам Международной научно – практической конференции, приуроченной к 65 – летию кафедры агрохимии и физиологии растений Ставропольского ГАУ (г. Ставрополь, СтГАУ, 4 – 5 октября 2018 года). – Ставрополь. – СЕКВОЙЯ. – 2018. – С. 355-358.

2. Туманов, И.В. Классификация выравнителей для предпосевной обработки почвы / И.В. Туманов, М.В. Никифоров / Проблемы и направления развития предприятий АПК: Взгляд молодых учёных. Сборник трудов студентов и молодых учёных. Тверь. – ТГСХА. – 2018. – С. 152-153.

3. Мансуров, М.Т. Теоретическое обоснование параметров выравнителя – уплотнителя комбинированной машины по системе push-pull для предпосевной обработки почвы / М.Т. Мансуров, А.Д. Расулов // Молодой учёный. – № 8. – 2016. – (112). – С. 256-259.

4. Никифоров, М.В. Оптимизация параметров и режимов работы комбинированного выравнителя-сошника / М.В. Никифоров // Техника и оборудования для села. – № 6. – 2018. – С. 26-28.

5. Выравнивающий рабочий орган сеялки: пат. 181973 Рос. Федерация : МПК6А 01 С 7/20, А 01 В 35/02 / М.В. Никифоров, В.В. Голубев, А.С. Фирсов, А.В. Кудрявцев; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Тверская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»). – № 2018111823; заявл. 02.04.2018 ; опубл. 30.07.2018, Бюл. № 22. – 9 с.

УДК 629.017

### ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ПОЧВЫ ПОД КОЛЕСАМИ САМОХОДНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН НА ИХ ПОПЕРЕЧНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ

**Щиголов Сергей Викторович**, старший преподаватель кафедры сельскохозяйственных машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Рассмотрено влияние деформирования опорной поверхности под колесами самоходной сельскохозяйственной машины на величину угла поперечной статической устойчивости.

**Ключевые слова:** поперечная устойчивость, деформация почвы, глубина колеи, балансирующая подвеска.

Обеспечение безопасности при работе сельскохозяйственной техники является одной из актуальнейших проблем современности.

Одним из качеств машины, обеспечивающих безопасность выполнения работ, является ее устойчивость к опрокидыванию. Это обусловлено заботой как о жизни и здоровье занятых в сельском хозяйстве работников, так и о сохранности машинно-тракторного парка, численность которого в хозяйствах РФ снижается при неуклонном росте цен на технику.

Для оценки безопасности сельскохозяйственных машин разработаны государственные стандарты, где оговорены требования к конструкции машин и методы испытаний. В качестве критерия оценки сопротивляемости опрокидыванию в стандартах принята величина угла поперечной статической устойчивости, значения которого для различных видов техники оговорены в ГОСТ 12.2.019-2005 «Система стандартов безопасности труда. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности».

Программа испытаний сельскохозяйственных машин, предлагаемая в ГОСТ 12.2.002-91 «Система стандартов безопасности труда. Техника сельскохозяйственная. Методы оценки безопасности» предполагает экспериментальное определение угла их поперечной статической устойчивости при нахождении на твердой опорной поверхности. Предлагаемая же в ГОСТ 33691-2015 и в большинстве учебников, используемых студентами аграрных ВУЗов при изучении теории тракторов и сельскохозяйственных машин, аналитическая методика определения угла поперечной статической устойчивости не предполагает учитывать деформацию не только опорной поверхности под колесами машины, но шин, хотя нормальный и боковой прогиб последних может вызвать уменьшение величины искомого угла на 10...15 % [1], даже при соблюдении рекомендаций производителя по установке давления в шинах.

В реальных условиях эксплуатации, сельскохозяйственные машины двигаются хотя и на небольших скоростях, но на участках местности со сложным рельефом, нередко имеющим слабую несущую способность (по отношению к дорогам с твердым покрытием), в результате чего под колесами образуется колея. Поскольку при движении по поперечному склону глубина колеи под колесами противоположных бортов будет различна из-за перераспределения нагрузки на них [2], машина получит дополнительный крен в сторону опрокидывания, что уменьшит величину угла поперечной устойчивости.

На глубину колеи, образуемой под колесами машины, оказывают влияние почвенный фон (стерня, пашня и т.д.), механический состав и влажность почвы, давление воздуха в шинах и особенности их конструкции, количество проходов колеса по одному следу и т.д. [3].

Рассмотрим значимость влияния деформации почвы под колесами самоходной машины на ее поперечную устойчивость на примере самоходной молотилки зерноуборочного комбайна Вектор 410.

Для количественной оценки влияния деформации почвы на поперечную устойчивость применим методику расчета глубины колеи, предлагаемую В.А. Савочкиным в учебном пособии «Тяговая динамика колесного трактора». Методика предполагает некоторое упрощение процесса взаимодействия эластичной шины с

деформируемой опорной поверхностью путем замены эластичного колеса жестким. Такой подход автор обосновывает тем, что опорная поверхность пневматической шины при качении по грунту имеет форму, близкую к цилиндрической, а значит, пневматическое колесо можно заменить жестким, но большего диаметра.

Глубину колеи в указанной методике предлагается определять по следующей зависимости

$$h_r = \sqrt[3]{\frac{G^2}{k^2 \cdot B^2 \cdot D}},$$

где  $G$  – нормальная нагрузка на колесо;

$k$  – коэффициент объемного смятия грунта;

$B$  и  $D$  – ширина и диаметр наружного обода жесткого колеса.

Поскольку в ходовой части зерноуборочных комбайнов применена балансирная подвеска моста управляемых колес [4], оказывающая влияние на перераспределение нагрузки между колесами машины при ее нахождении на поперечном склоне, то величину нормальной нагрузки на колеса определяем с учетом этого влияния по зависимостям, предложенным в работе [5].

Параметры пневматического колеса определяем по ГОСТ 7463-2003 «Шины пневматические для тракторов и сельскохозяйственных машин. Технические условия», а диаметр жесткого колеса ( $D_{пр}$ ), которое в расчете заменяет пневматическое, определяем по зависимости

$$D_{пр} = D_0 + \frac{h_z}{h_r} (D_0 - 2h_r - h_z),$$

где  $D_0$  – свободный диаметр колеса;

$h_r$  – глубина колеи;

$h_z$  – нормальный прогиб шины.

Величину нормального прогиба шины ведущего колеса комбайна Вектор 410 размерностью 28LR26 в зависимости от нагрузки и давления воздуха, определим по материалам, представленным в статье [1].

Уменьшение значения угла поперечной статической устойчивости в результате деформации почвы под колесами машины определим с учетом разницы глубин колеи под нижним ( $h_{r1}$ ) и верхним ( $h_{r2}$ ) по склону ведущими колесами

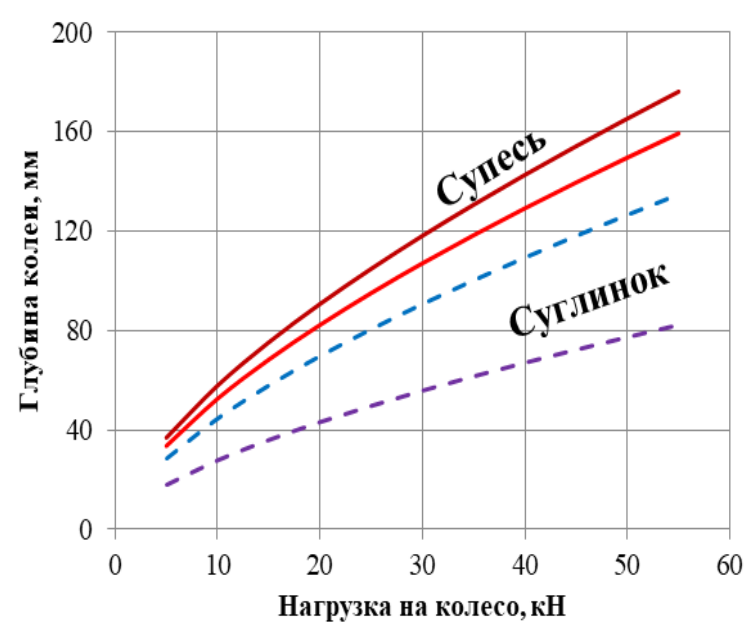
$$\Delta\alpha_r = \arctg \frac{h_{r1} - h_{r2}}{b},$$

где  $b$  – колея ведущих колес.

Шина 28LR26 имеет следующие параметры: наружный диаметр  $D_0 = 1607$  мм, ширина профиля без нагрузки  $B_0 = 719$  мм. Для работы комбайна Вектор 410 с подборщиком и при транспортных перегонах рекомендуемое производителем давление воздуха в шинах ведущих колес должно составлять 0,16 МПа.

В качестве почвенного фона примем стерню зерновых. В соответствии с данными, приведенными в учебнике «Тракторы: Теория», изданном под общей редакцией В.В. Гуськова, коэффициент объемного смятия  $k$  при этом для супесчаных и суглинистых почв влажностью 10...14% составит соответственно  $(0,07...0,08) \cdot 10^7$  Н/м<sup>3</sup> и  $(0,10...0,19) \cdot 10^7$  Н/м<sup>3</sup>.

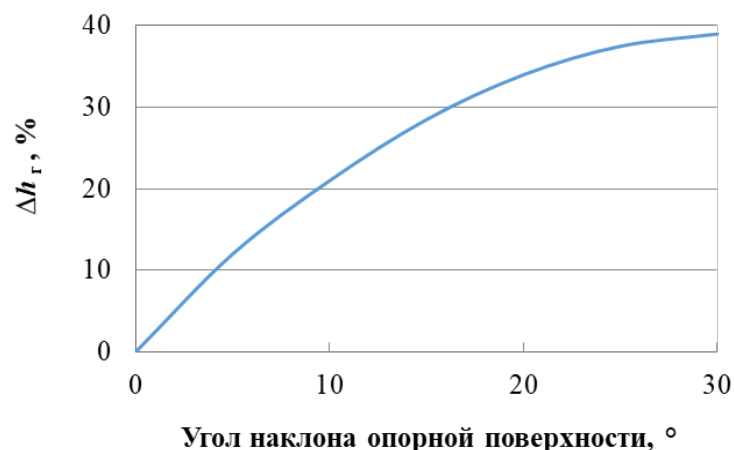
Руководствуясь выбранной методикой, вначале определяем глубину колеи ( $h'_r$ ) для жесткого колеса с параметрами  $D_0$  и  $B_0$ , а также величину нормального прогиба для выбранной нагрузки. Затем, используя полученные данные, находим приведенный диаметр колеса  $D_{пр}$ . В завершении рассчитываем глубину колеи, подставляя в зависимость для ее определения величину  $D_{пр}$ . Данные, полученные в результате расчета, представили в виде графика (рисунок 1), на котором сплошными линиями показан диапазон возможного изменения глубины колеи на супесчаной, а штриховыми – на суглинистой почве.



**Рис. 1. Зависимость расчетной глубины колеи для шины 28LR26 от нагрузки на колесо**

Поскольку при нахождении комбайна Вектор 410 на поперечном склоне равном  $25^\circ$  нормальная нагрузка на ведущее колесо, расположенное ниже по склону составляет около 52 кН, на верхнее по склону – примерно 6 кН, то разница глубин колеи под колесами может составить до 100 мм на суглинистой и около 130 мм на супесчаной почве. Это вызовет дополнительный крен машины равный  $2,0^\circ$  и  $2,6^\circ$  соответственно.

В работе Е.Г. Хитрова и И.М. Бартенева «Расчет глубины колеи колесного движителя лесных тракторов на склонах» выполнено исследование взаимодействия пневматических шин с почвой при изменении угла поперечного наклона опорной поверхности. По результатам работы сделан вывод о том, что с увеличением угла наклона поверхности почвы до  $30^\circ$  глубина колеи увеличивается от ее значения на горизонтальной поверхности до 40% при неизменной нагрузке на колесо, а также приведен график изменения глубины колеи в зависимости от угла наклона опорной поверхности (рисунок 2). Такое изменение глубины колеи объясняется тем, что несущая способность почвогрунта при действии колеса снижается на величину до 25% вследствие появления сдвиговых напряжений в поперечной плоскости.



**Рис. 2. Изменение глубины колеи почвогрунта после прохода движителя при варьировании угла наклона трассы  $\alpha$  (по Е.Г. Хитрову)**

С учетом этого, разница глубин колеи между колесами ведущего моста рассматриваемого комбайна при угле поперечного наклона опорной поверхности равном  $25^\circ$  возрастет до 145 мм на суглинистой и до 175 мм на супесчаной почве. Дополнительный крен машины при этом составит  $2,9^\circ$  и  $3,8^\circ$  соответственно (т.е. 10,5 и 14,3% от величины, полученной для твердой опорной поверхности [1]).

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что деформация почвы под колесами самоходной сельскохозяйственной машины может оказать существенное влияние на величину угла ее поперечной устойчивости, а значит должна учитываться при разработке рекомендаций по безопасной эксплуатации сельскохозяйственных машин.

### **Библиографический список**

1. Щиголев, С.В. Влияние деформации шин на поперечную статическую устойчивость зерноуборочного комбайна / С.В. Щиголев, С.Г. Ломакин // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 5 (81). – 2017. – С. 22-28.
2. Горшков, Ю.Г. Автоматическая система для повышения тягово-сцепных свойств машин с колесной формулой  $4 \times 2$  в условиях поверхностей с малой несущей способностью / Ю.Г. Горшков, А.А. Калугин, И.С. Житенко [и др.] // Научное обозрение. – № 9. – 2016. – С. 89-97.
3. Горшков, Ю.Г. Повышение эффективности и безопасности движения колесных машин в условиях сельского хозяйства: монография / Ю.Г. Горшков [и др.]; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Департамент науч.-технол. политики, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Юж.-Урал. гос. аграр. ун-т». – Челябинск: типография «Сити-Принт», ИП Мякотин И.В., 2016. – 484 с.
4. Ломакин, С.Г. К оценке поперечной устойчивости колесных самоходных сельскохозяйственных машин / С.Г. Ломакин, С.В. Щиголев // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 4 (74). – 2016. – С. 28-33.

5. Щиголев, С.В. Определение нагрузок на колеса зерноуборочного комбайна, находящегося на поперечном склоне / С.В. Щиголев, С.Г. Ломакин // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – № 3 (79). – 2017. – С. 24-30.

УДК 635.24:631.563

## МЕТОДЫ ХРАНЕНИЯ КЛУБНЕПЛОДОВ

**Аллаяров Жасур Жуманазарович**, аспирант кафедры сельскохозяйственных машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Манохина Александра Анатольевна**, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Рассмотрены методы хранения клубней топинамбура и картофеля. Известно, что при длительном хранении клубней топинамбура часто возникают сложности.

**Ключевые слова:** клубнеплоды, топинамбур, картофель, хранение.

В клубнях овощных культур накапливаются питательные вещества, в основном углеводы с преобладанием крахмала (у картофеля до 19%, батата – 24-28%, маниока – 35%) или инулина (у топинамбура – 12%), а также белок, жир, витамины, микроэлементы. Для умеренного пояса важнейшее пищевое значение имеет картофель; в тропиках – батат и маниок.

Овощи – клубнеплоды относятся к разным семействам: картофель – к семейству пасленовых, топинамбур и якон – сложноцветных, батат – вьюнковых, маниока – молочайных, ямс – диоскорейных, таро – ароидных, китайский артишок – яснотковых, уллоко – базеловых, настурция клубненосная – настурциевых, кислица клубненосная – кисличных, маранта тростниковидная – марантовых, хикама, чина клубненосная, крылатые бобы – бобовых, чайот съедобный и мелотрия шершавая – тыквенных.

Топинамбур является одной из самых высокоурожайных и неприхотливых культур мира – зафиксированы урожайность зеленой массы более 200,0 т и клубней – 150,0 т с гектара [1]. Топинамбур приобретает все большую популярность в мире и России, в первую очередь, как сырье для получения инулина, кормов и биотоплива [2, 3].

Технология хранения включает нижеследующие периоды.

1. Сушка. Клубнеплоды следует быстро и немедленно после перевозки просушить в хранилище. Сухой воздух высушивает влагу на поверхности клубней. Это уменьшает риск развития болезней в клубнеплодах.

2. Леченый период. Формирование пробковых пластов на местах повреждений следует начать как можно быстрее. На практике такой метод применяется при +12-+18°C и относительной влажности 90-95 %.

3. Охлаждение. После завершения лечебного периода температура хранилища должны быть снижена к необходимой отметке.

4. Основной период хранения. По обыкновению, эта фаза определяет наиболее длинный период хранения. Температура должна поддерживаться на необходимом уровне (семенной картофель 3-4°C, столовый картофель 4-6°C, производство картофеля фри 6-8°C, «чипсовый» картофель 7-10°C, топинамбур +3- -5°C.

5. Подогревание перед отгрузкой. С целью избежания появления черных пятен и повреждений температуру клубней следует повысить до +12°C в отделении, где находится продукт на отгрузку.

Уровень относительной влажности в хранилище: 90-95 %. При более высокой влажности раньше пробуждаются глазки. При влажности ниже клубнеплоды теряют тургор (упругость).

Различают четыре вида потерь клубнеплодов при хранении: 1) потери на дыхание; потери в результате испарения воды; потери клубнеплодов и от поражения клубнеплодов бактериями и грибка, от прорастания. Клубнеплоды в силу отсутствия в них соответствующих ферментов лишены способности переключаться на анаэробное дыхание (брожение), поэтому при отсутствии кислорода они быстро начинают разлагаться и портиться. Ввиду этого надлежащая вентиляция овощехранилищ является обязательным условием при хранении клубнеплодов. Вентиляция тем более необходима, если учесть способность кислорода задерживать прорастание клубнеплодов.

Клубнеплоды хранят в охлаждаемых и неохлаждаемых хранилищах с естественной и принудительной (общеобменной или активной) вентиляцией (циркуляцией). По способам размещения клубней различают тарное и бестарное хранение. Разновидности тарного хранения - ящичное и контейнерное, бестарного – навальное, секционное, закроечное, буртовое и траншейное. Последние два метода применяются лишь в полевых условиях. Фасованный картофель в розничной торговой сети хранят до 2-3 суток при температуре 4...12°C и относительной влажности воздуха 85-90%. Топинамбур хранят при -3 - +3°C и относительной влажности воздуха 85-90%. Фасованный мытый топинамбур в розничной торговой сети хранят на подложках в пищевой пленке до 14 суток при температуре при -3 - +5°C и относительной влажности воздуха 85-90%. Ранний картофель и топинамбур целесообразно хранить в ящиках или полуконтейнерах, поздний – бестарным (навальным, закроечным, секционным) или контейнерным способом.

Для хранения используют овоще-картофельные контейнеры - многооборотные крепкие ящики без крышки. Обычный многооборотный инвентарный овоще-картофельный ящик, окованный железной лентой. Перевозка, размещение на хранение и хранение продуктов в одном и том же контейнере даст возможность избежать лишних механических повреждений и обуславливает отличное сохранение их. Этому способствует достаточная удельная вентиляционная поверхность объема. Другое преимущество контейнеров – большая возможность механизации погрузочно-разгрузочных процессов

Емкость контейнеров, до 1 м<sup>3</sup> и более. Чаще используют складные контейнеры, имеющие следующие размеры и вместимость (в пересчете на картофель): 1) 90 X 90 X



90 см, емкость около 0,70 м<sup>3</sup>, вместимость 450 кг (удобен для хранения клубнеплодов); 2) 70 X 70 X 70 см, емкость около 0,35 м<sup>3</sup>, вместимость около 280 кг (удобен для хранения клубнеплодов); 3) 70 X 70 X 35 см, емкость около 0,17 м<sup>3</sup>, вместимость около 130 кг (удобен для хранения многих продуктов, в том числе топинамбура).

Применяют также каркасные контейнеры-поддоны для перемещения и штабелирования в них продуктов в мелкой таре, в мелких контейнерах.

Укладку контейнеров и поддонов производят специальными штабелеукладчиками с расчетом максимального использования складской площади. Между штабелями контейнеров оставляют воздушные прослойки и 5 см, проходы шириной 1-1,5 м (для наблюдения за хранением). Контейнеризация хорошо сочетается с активной вентиляцией.

Для лучшего сохранения клубнеплодов (топинамбур, батат) применяют переслойку песком или землей по слоям. Переслойка имеет большое значение в южных районах, где иногда переслаивают топинамбур и семенной картофель, предназначенный для летних посадок.

Самый примитивный метод хранения клубнеплодов – это хранение в буртах или хранилищах без принудительной вентиляции и охлаждения. Потери в массе от болезней и потери влажности составляют 5-7% за месяц. Значительно снижается качество продукции. Такой метод используется при кратковременном хранении.

В «Основных направлениях экономического и социального развития РФ на период до 2020 года» поставлена задача, улучшить обеспечение населения картофелем и овощами в течение всего года. Чтобы решить эту задачу, нужно не только увеличивать производство картофеля и овощей, но и добиваться сохранения выращенного урожая с минимальными потерями без ухудшения качества продукции. Для этого необходима разработка и внедрение в практику эффективных способов хранения продукции от урожая до урожая. Перед плодоовощной отраслью в современных экономических условиях стоит задача значительно повысить качество, биологическую ценность и вкусовые достоинства плодоовощных продуктов, сохранить и довести каждый килограмм готовой продукции до потребителя.

Искусственное охлаждение при хранении картофеля и топинамбура целесообразно во всех случаях, когда естественные температуры недостаточно низки. К хранилищам с искусственным охлаждением относятся: 1) специальные плодоовощные холодильники; 2) обычные овощехранилища оборудованные холодильными установками; 3) ледяные хранилища системы Крылова, строящиеся зимой на мерзлом грунте изо льда, снега и земли в районах с устойчивой зимней температурой не менее – 10°. К числу стационарных хранилищ так же относятся простые ледники вместимостью 50 т и более (и местах, где имеется возможность набивки их льдом или снегом).

#### *Хранение в газовой среде*

Основной формой взаимодействия плодов и овощей с окружающей средой является процесс дыхания. Во время хранения выделяется теплота дыхания. Однако в воздух выделяется не все тепло, так как часть его используется клеткой для обменных реакций и на процесс испарения, часть запасается в виде химически связанной энергии.

#### *Технология хранения в Vi-On*

Особая проблема всех овощехранилищ – газ этилен (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>). Это бесцветный газ, который имеет неприятный запах. Вырабатывается всеми растениями и выступает как катализатор созревания и индикатор старения овощей, действует на продукты даже в малых концентрациях. Отрицательные результаты влияния этилена на продукты: ускоренное созревание и старение, что вызывает изменение внешнего вида и цвета, потерю качества, сокращение периода хранения после сбора; размягчение продуктов, выделение резкого запаха и образование многочисленных участков гнилостных бактерий.

#### *Озонирование*

Одним из перспективных методов снижения потерь продукции при хранении является применение озона для антисептирования хранилищ и продукции в период хранения. Преимуществом использования озона по сравнению с другими антисептиками является легкость и дешевизна его производства из воздуха, малая энергоемкость (0,4-0,6 квт.ч на тонну продукции), отсутствие на обрабатываемой продукции остатков антисептика. Обладая бактерицидным, микоцидным и дезодорирующим эффектом, озон предотвращает заболевания картофеля и овощей при хранении, способствуя более высокому выходу стандартной продукции и снижению потерь при хранении. Эффективность воздействия озона на фитопатогенную микрофлору хранилищ и продукции зависит от его концентрации, продолжительности и периодичности обработки, температуры и относительной влажности воздуха в хранилище, первоначальной микробиологической обсемененности продукции, ее качества и сортовых особенностей. Бактерицидное и микоцидное действие озона усиливается с увеличением концентрации озона и продолжительности обработки. Однако применение повышенных концентраций озона и длительное его воздействие может вызвать ухудшение пищевой ценности и вкусовых показателей хранимой продукции. В связи с этим, для каждого вида овощной продукции необходимо соблюдать установленный режим озонирования.

Наиболее простым и дешёвым все еще является хранение клубней топинамбура в почве с выкапыванием их при необходимости. Выкопанные клубни плохо хранятся [4]: после выкапывания из почвы они быстро теряют тургор и легко поражаются бактериальными болезнями из-за отсутствия в кожице клубней пробкового слоя в отличие от клубней картофеля. В течение 10 дней хранения при температуре +17 ... +22 °С масса клубней снижается на 7%, в течение 20 дней – 14%.

Для хранения клубней топинамбура в традиционных хранилищах картофеля и овощей необходимо поддерживать низкую температуру и оптимальную влажность.

Для меньшей потери влаги, клубни топинамбура лучше хранить в газоселективных полимерных упаковках (полимерных пакетов с газопроницаемой вставкой).

Существует три основных способа хранения топинамбура в газовой среде:

- в среде инертного газа;
- в регулируемой в период хранения газовой среде (РГС), с возможностью изменения состава газовой смеси в конкретных заданных пределах. При хранении клубней в РГС повышается концентрация углекислого газа и снижается концентрация кислорода, вследствие чего замедляется интенсивность обмена веществ и удлиняются сроки хранения, снижается заболеваемость, задерживается увядание и прорастание,

уменьшается естественная убыль массы. Недостатком хранения в РГС в настоящее время являются приобретение и эксплуатация дорогостоящего оборудования;

– в модифицированной газовой среде (МГС) с применением в начальный период хранения в среде обычного воздуха, а затем в специально подобранной (для конкретной овощной продукции в зависимости от условий окружающей среды) по соотношениям и составу компонентов модифицированной газовой смеси. При этом способе клубни хранятся при температуре 0,5°С в герметично запаянных полиэтиленовых пакетах. Возможны различные композиции состава модифицированной газовой смеси. Для избежания появления конденсата, пакеты запаивать только после охлаждения клубней.

Как и любую продукцию, клубни топинамбура перед закладкой на длительное хранение, необходимо проверить, чтобы они были здоровыми, чистыми и неповрежденными.

Высушенный материал клубней топинамбура является ценным растительным источником полисахаридов, содержание достигает 80%, [5. За период хранения химический состав клубней топинамбура может изменяться. Особенно это касается инулина, который является аналогом крахмала в картофеле.

Весь период хранения можно разделить на два этапа: осенне-зимний (с октября по март) и зимне-весенний (с марта по июнь). За время первого этапа потери на естественную убыль оказались в 1,2...7,0 раз ниже, чем за время второго этапа. Это важный фактор, который нужно учитывать при планировании подготовки клубней к последующей переработке особенно в зимне-весенний период.

Как в любом живом объекте, в клубнях топинамбура в период хранения протекают метаболические процессы, связанные с дыханием. Для процессов жизнедеятельности во время хранения инулин является резервом пластического и энергетического материала.

Поиск новых методов, обеспечивающих сохранение качества, способствующих сокращению потерь, увеличению выхода товарной продукции – актуальная проблема.

#### **Библиографический список**

1. Старовойтов, В.И. Механизация возделывания топинамбура в органическом земледелии / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, А.А. Манохина // АПК России. – Т. 23. – № 4. – 2016. – С. 841-844.

2. Манохина, А.А. Старовойтова О.А., Старовойтов В.И. Методика выращивания топинамбура / А.А. Манохина, О.А. Старовойтова, В.И. Старовойтов // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК РОССИИ. Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 65 - летию ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА. Том II // Пензенская ГСХА. – г. Пенза: РИО ПГСХА. – 2016. – С. 160-162.

3. Starovoytov, V. Jerusalem artichoke as a means of fields conservation / V. Starovoytov, O. Starovoytova, N. Aldoshin, A. Manohina // Acta Technologica Agriculturae. – № 1. – 2017. – Pg. 7-10.

4. Старовойтов, В.И. Промышленное освоение топинамбура / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, А.А. Манохина, П.С. Звягинцев // в сборнике: аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития Сборник материалов Всероссийской

научно-методической конференции с международным участием, посвященная 100-летию академика Д.К. Беляева. – 2017. – С. 188-191.

5. Старовойтов, В.И. Внедрение инноваций в агропромышленный сектор - ключ к развитию экономики России / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, П.С. Звягинцев, А.А. Манохина, Т.В. Жоврененко, В.П. Леденев // Международный технико-экономический журнал. – № 4. – 2015. – С. 36-40.

УДК 635.24:631.563

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОПИНАМБУРА В РФ

**Манохина Александра Анатольевна**, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В настоящее время топинамбур приобретает все большую популярность для промышленного использования.

**Ключевые слова:** топинамбур, сорт, выращивание.

Топинамбур (*Helianthus tuberosum* L.) – одна из самых перспективных биоэнергетических сельскохозяйственных культур универсального назначения

Топинамбур – ценная культура, являющаяся источником инулина, фруктозы и пектина. Инулин – полисахарид, присутствующий в клубнях топинамбура в больших количествах (10-25% от веса клубней), который повышает чувствительность к гормону инсулину, что снижает уровень сахара в крови, вследствие чего уменьшается масса тела. Инулин особенно необходим при несбалансированном питании, злоупотреблении углеводными и крахмальными продуктами, при острых и хронических заболеваниях кишечника, запорах, ожирении. Он улучшает усвоение пищи в желудочно-кишечном тракте, уменьшает проявления заболеваний органов пищеварения, нарушения кишечной флоры. Инулин нормализует жировой обмен, снижает уровень холестерина и триглицеридов в крови, что предотвращает развитие атеросклероза сосудов [1].

Зеленая масса топинамбура характеризуется высоким содержанием углеводного комплекса (фруктоза, глюкоза, сахароза, фруктозиды и др.), что позволяет получать из каждой тонны 83,2 л спирта. В сухой массе растений содержится до 17 % протеина со сбалансированным аминокислотным составом. Введение в состав кормов отходов производства инулина и биоэтанола из топинамбура обеспечивает повышение экономической эффективности животноводства и гарантирует экологическую безопасность животноводческой продукции [1].

Топинамбур является одной из самых высокоурожайных и неприхотливых культур мира – зафиксированы урожайность зеленой массы более 200,0 т/га и клубней – 150,0 т/га [2]. Топинамбур приобретает все большую популярность в мире и России, в первую очередь, как сырье для получения инулина, кормов и биотоплива [3].

Академик Н.В. Вавилов (1963), высоко оценивая топинамбур, рассматривал эту культуру в качестве потенциальной замены картофелю. Анализ работ того времени

показывает, что главные проблемы при внедрении топинамбура возникли из-за отсутствия технологии получения здорового семенного материала.

В ООО «Вива» Костромской области создан при участии ФГБНУ ВНИИКХ и ВИРа единственный в России семеноводческий центр топинамбура, где выращиваются и тиражируются более 20 сортов топинамбура. Проблема, сдерживающая распространение топинамбура, заключается в том, что не сформирован внутренний спрос на эту культуру. В настоящее время отмечается инвестирование в строительство предприятий по переработке топинамбура на инулин, но отсутствие в промышленных масштабах отечественного сырья, механизированной технологии и комплекса машин для возделывания топинамбура ставит под угрозу реализацию этих инвестиционных проектов на национальной сельскохозяйственной базе.

Внедрение механизированной технологии возделывания топинамбура открывает возможности широкомасштабной промышленной переработки топинамбура с целью производства сырья для получения инновационных продуктов здорового питания, кормов для животноводства, биоэтанола, топливных пеллет.

В настоящее время по причине большой ценности, топинамбур в ряде развитых стран Европы и Америки широко используется для выработки лекарств, продуктов питания и спирта. Во Франции под посадками земляной груши занято 250 тыс. га. Сбор урожая 7,5 млн. тонн. Топинамбур (земляную грушу), под названием Jerusalem artichokes, Sunchokes выращивают в США. В Канаде выращивают 13 млн. тонн топинамбура, а в России площадь под посадками земляной груши пока незначительна: около 3000 га механизированного производства и остальное в садах и огородах. В настоящее время в мировой земледелии площадь посадок топинамбура составляет около 2,5 млн. га, во Франции, например, площадь посадок топинамбура почти равна площади под посадками картофеля. Китай, несмотря на дефицит пахотных земель, интенсивно развивает производство топинамбура. Многие страны выращивают топинамбур, как овощную культуру (Италия, Испания, Германия). В небольших количествах, как овощная культура, импортируется в Россию [4].

Одним из ключевых факторов, обеспечивших в последние 20-30 лет радикальные структурные сдвиги в мировой экономике, стало повышение экономической роли инноваций. Топинамбур возделывается в РФ на площади около 3 тыс. га, преимущественно в Кабардино-Балкарии, Нижегородской, Липецкой, Тверской, Рязанской, Тульской, Ульяновской, Костромской, Волгоградской, Омской, Брянской, Московской, Саратовской, Ленинградской, Ярославской областях, Республике Чувашия, Краснодарском и Ставропольском краях [4].

Выделены специальные зоны семеноводства на территориях региональных базовых предприятий (центров), что может позволить обеспечить развитие оригинального семеноводства топинамбура и повысить качество промышленного производства топинамбура для переработки, на основе использования лучших отечественных конкурентноспособных сортов для обеспечения импортозамещения на агропродовольственном рынке России [4].

Благодаря значительным научно-техническим достижениям человечества в XX-м веке значительно расширилось разнообразие не только прямого использования

растений в пищу, но и для переработки на продукты питания, медицины, альтернативные энергоисточники.

Клубни топинамбура содержат до 80% полисахаридов на сухой вес, являясь их ценнейшим растительным источником. Наиболее важной потребительской характеристикой продуктов из топинамбура является содержание в нем инулина – полисахарида, снижающего уровень сахара в крови, улучшающего обмен веществ и пищеварение. За счет этого в первую очередь, этот углеводный полимер – полифруктан – применяется в медицине для профилактики и лечения таких заболеваний, как сахарный диабет, атеросклероз, алиментарное ожирение.

Большинство стран стало тратить огромные средства на производство продуктов сбалансированного питания, а также на определение оптимальных потребностей человека в пище.

Основой здоровья, качества жизни современного человека, ключевым базовым принципом, является правильная (адекватная) структура питания. Только она может обеспечить идеальное состояние внутренней среды организма, поскольку её потребление происходит систематически (ежедневно). Эта формула, базирующаяся на результатах многолетних исследований мировой науки, по мнению ведущего ученого в этой области академика РАМН (Институт Питания) В.А. Тутельяна, должна быть основной целью национальной пищевой индустрии, приоритеты современного развития которой в России определены «Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации» и «Основами государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года» (распоряжение Правительства РФ от 25.10.2010 г №1873-р).

Инновационное производство функциональных микро- и нанокомпозитов с заданными оздоравливающе-профилактическими свойствами в виде сухих концентратов напитков на основе натуральных ультрадисперсных полиингредиентных коллоидных систем полученных с применением кавитационно-акустических режимов в роторных аппаратах с модуляцией потока путем реализации в них совмещенных процессов: дезинтеграции-эмульгирования-гомогенизации является перспективным направлением в создании продуктов здорового питания.

Начало гласной «Оздоровительной революции» положили японские специалисты-нутрициологи, в 80-х годах прошлого столетия впервые озвучив понятие «Функциональные пищевые продукты» (ФПП) и их характерные (основные) критерии: ФПП это продукты питания (таблетки, капсулы, порошки и пр.), которые сформированы на основе биологически активных натуральных компонентов (БАНКов) в виде природных полноценных белков, витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон и пр.; ФПП должны быть ежедневным питанием, сохраняющим и улучшающим здоровье и снижающим риск развития алиментарных заболеваний.

Топинамбур – это антиоксиданты, витамины, аминокислоты, белок, инулин. В 2015 году Тульский картофелеперерабатывающий завод НЗК начал промышленный выпуск этого ценного пищевого продукта.

На БЭЗ (ФГУП Бирюлевский экспериментальный завод), обеспечивающем питанием экипажи космических кораблей, изготовлены пюре из картофеля и топинамбура, овощная икра из топинамбура, джемы и напитки.

Наиболее интересное достижение этой Программы диетическое пюре. Известно, что многие люди ограничивают себя в употреблении картофеля. Разработанное диетическое пюре, имеющее вкус натурального картофеля, снимает эти проблемы, поскольку в нем 30% ценнейшего продукта-топинамбура [5].

Следует отметить, что топинамбур является ценнейшим сырьем для производства специализированных продуктов и, прежде всего, для производства пищевых продуктов диетического лечебного и диетического профилактического питания, в том числе диетического пюре, напитков, сиропов и др.

#### **Библиографический список**

1. Старовойтов, В.И. Внедрение достижений союзной программы «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура» в отрасль картофелеводства / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, П.С. Звягинцев, А.А. Манохина // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С.А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск. – Т. 24. – 2016. – С. 415-420.

2. Старовойтов, В.И. Механизация возделывания топинамбура в органическом земледелии / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, А.А. Манохина // АПК России. – Т. 23. – № 4. – 2016. – С. 841-844.

3. Starovoytov, V. Jerusalem artichoke as a means of fields conservation / V. Starovoytov, O. Starovoytova, N. Aldoshin, A. Manohina // Acta Technologica Agriculturae. – № 1. – 2017. – Pg. 7-10.

4. Манохина, А.А. Старовойтова О.А., Старовойтов В.И. Методика выращивания топинамбура / А.А. Манохина, О.А. Старовойтова, В.И. Старовойтов // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК РОССИИ. Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 65 - летию ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА. Том II // Пензенская ГСХА. – г. Пенза: РИО ПГСХА. – 2016. – С. 160-162.

5. Пат. 2469553 Российская Федерация, МПК С1. Способ производства сухого овощного пюре / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, В.И. Черников; заявитель и патентообладатель Закрытое акционерное общество научно-производственная фирма «АгроНИР» (ЗАО НПФ «АгроНИР») (RU) – № 2011133757/13; заявл. 10.08.2011; опубл. 20.12.2012, Бюл. № 35.

## ОЦЕНКА ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ТРАКТОРОВ

**Славкин Владимир Иванович**, профессор кафедры эксплуатации и технического сервиса машин, ФГБОУ ВО РГАЗУ

**Махмутов Мансур Магфурович**, профессор кафедры охраны водных систем и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО РГАЗУ

**Хисматуллина Юлдуз Рахимзяновна**, старший преподаватель кафедры охраны водных систем и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО РГАЗУ

**Аннотация:** На основании существующих зависимостей, описывающих тягово-сцепные свойства колесных и гусеничных тракторов, теоретических и экспериментальных исследований получена более доступная и легко применяемая для инженерных расчетов модель формирования движущей силы тяги тяговых средств, позволяющая дать оценку тягово-сцепным свойствам колесным и гусеничным тракторов.

**Ключевые слова:** оценка, тягово-сцепные свойства, движущая сила тяги, буксование, движитель, почва, экспериментальный коэффициент, крюковая нагрузка, сила сопротивления движению, вес трактора, опыт, экспериментальные исследования.

Одним из показателей, дающим оценку тягово-сцепных свойств тракторов, является тяговая характеристика, построенная на основе результатов экспериментов или расчетов. В настоящее время известно более полусотни математических моделей, описывающих взаимодействие колесного движителя с почвой. Большая часть из них созданы в результате наложения экспериментальных кривых буксования и определения расчетных коэффициентов, зависящих от марки трактора, типа ходовой системы, состояния почвы, агрофона и т.д. [1].

Анализ расчетных коэффициентов показывает значительный разброс значений, что вызывает затруднения в использовании при расчетах. Для этого необходимо знать их значения при каждом взаимодействии тракторного движителя с почвой. Одни и те же значения буксования можно получить при различных значениях коэффициентов. Задача упрощается, если данные зависимости будут иметь один коэффициент [2].

Существующие программы регрессионного анализа типа «Regress» от ENEK Group», «Advanced Grapher» не позволили подобрать функцию по графической зависимости взаимодействия движителя с почвой за счет одного экспериментального коэффициента. Однако, используя возможности программы «Mathcad», получили следующее выражение движущей силы тяги машинно-тракторного агрегата (МТА):

$$D_E = \frac{\delta_E \times G_{N0}}{\dot{a} + \delta_E \times (1 - \dot{a})} \quad (1)$$

где  $D_E$  – касательная силы тяги, Н;  $\delta_E$  – коэффициент буксования;  $G_{N0}$  – сцепной вес трактора, Н;  $\dot{a}$  – экспериментальный коэффициент, зависящий от марки трактора, типа ходовой системы, состояния почвы и агрофона.



Касательную силу тяги можно определить также суммой крюковой нагрузки и силой сопротивления движению, тогда экспериментальный коэффициент «а» из выражения (1) определится:

$$\dot{\alpha} = \frac{\delta_{\dot{E}} \times (D_{\dot{E}D} + D_f - \lambda \times \varphi_{\dot{N}\dot{O}} \times G_{\dot{O}D})}{(D_{\dot{E}D} + D_f) \times (\delta_{\dot{E}} - 1)}, \quad (2)$$

где  $D_{\dot{E}D}$  – крюковая нагрузка, Н;  $D_f$  – сила сопротивления движению, Н;  $\lambda$  – коэффициент распределения нагрузки колес,  $\varphi_{\dot{N}\dot{O}}$  – коэффициент сцепления колеса почвой;  $G_{\dot{O}D}$  – вес трактора, Н.

Анализ выражения (2) показывает, что экспериментальный коэффициент «а» зависит от нескольких факторов. Коэффициенты сцепления и буксования зависят от типа и параметров ходовой системы, физико-механических свойств почвы и режимов нагрузки на движитель. Крюковая нагрузка определяется тяговым сопротивлением сельскохозяйственной машины и орудия. Сила сопротивления движению зависит от параметров колеса, внутришинного давления, твердости почвы, веса трактора. Сцепной вес – от массы агрегата и нагрузки, приходящей на ведущие колеса трактора [3].

Полученная аналитическим путем зависимость экспериментального коэффициента «а» (2) позволяет организовать экспериментальные исследования на примере колесных тракторов типа «Беларусь» МТЗ-82, МТЗ-2022 и МТЗ-3022 ДЦ.1 ориентировочным весом соответственно 40, 70 и 100 кН.

При проведении полевых исследований разработан активный эксперимент, т.е уровни варьирования факторов изменяли целенаправленно в зависимости от условий проведения каждого опыта. Были реализованы композиционные В-планы (планы Бокса) второго порядка. В качестве варьируемых факторов были выбраны следующие показатели: коэффициент использования сцепного веса  $X_1$  ( $\varphi_K = P_K / G_{\text{сц}}$ ), коэффициент сцепления  $X_2$  ( $\varphi_{\dot{N}\dot{O}}$ ) и вес трактора  $X_3$  ( $G_{\dot{O}D}$ ) (таблица 1). Работы проводились по плану матрицы трехфакторного эксперимента. В качестве агрофона служили свежеспаханное поле, стерня и влажный луг, с коэффициентами сцепления соответственно 0,50; 0,65 и 0,80.

Таблица 1

### Уровни и интервалы варьирования факторов

Наименование уровней	Обозначение	Факторы		
		$X_1$	$X_2$	$X_3$ , кН
Нижний	-1	0,3	0,50	40
Центральный	0	0,5	0,65	70
Верхний	+1	0,7	0,80	100
Интер. варьир.	$\Delta X$	0,2	0,15	30

Переход фактических уровней к кодированным производился по формулам:

$$X_1 = \frac{\varphi_{\dot{E}} - 0,5}{0,2}; \quad X_2 = \frac{\varphi_{\dot{N}\dot{O}} - 0,65}{0,15}; \quad X_3 = \frac{G_{\dot{O}D} - 70}{30};$$

С целью измерения и регистрации параметров при исследовании тягово-сцепных свойств колесного движителя использовали малогабаритный прибор для энергооценки

МТА – ЭМА-П. Питание прибора осуществлялось от аккумуляторной батареи. Прибор одновременно регистрирует сигналы с восьми аналоговых и двенадцати дискретных датчиков. Сигналы во время опыта фиксировались в памяти и по окончании опыта выводились на индикатор прибора. Повторность опытов бала трехкратной.

Силу сопротивления движению определяли буксировкой тракторов МТЗ-82, МТЗ-2022 и МТЗ-3022 ДЦ.1 на нейтральной передаче соответственно на различных агрофонах, динамометром. Необходимую крюковую нагрузку для каждого опыта определяли по формуле:

$$D_{\hat{E}D} = \varphi_{\hat{E}} \times \lambda \times \varphi_{\tilde{N}\tilde{O}} \times G_{\tilde{O}D} - D_f, \quad (3)$$

Усилия на крюке изменяли за счет переключения передач коробки переменных передач буксируемого тягача, двигатель которого работал в режиме компрессора. Коэффициент сцепления определяли при полностью заторможенных колесах трактора и буксировкой его с помощью тягача при одновременном измерении усилия на сцепке с помощью динамометра. Отношение этого усилия к полному весу буксируемого трактора представляет собой коэффициент сцепления [4].

С целью сведения к минимуму влияния неуправляемых факторов порядок проведения опытов рандомизировали следующим образом: 4, 5, 7, 8, 15, 6, 12, 9, 11, 1, 14, 2, 10, 13, 3 (таблица 2). Влияние исследуемых параметров на величину экспериментального коэффициента «а» оценивалось после обработки результатов опытов по разработанному алгоритму.

Таблица 2

**Результат обработки экспериментальных данных**

№ опыта	Факторы и их уровни							
	$\varphi_{\hat{E}}$	$\varphi_{\tilde{N}\tilde{O}}$	$G_{\tilde{O}D}$ , кН	$G_{\tilde{N}\tilde{O}}$ , кН	$D_f$ , кН	$D_{\hat{E}D}$ , кН	$\delta_{\hat{E}}$ , %	$a$
1	2	3	4	5		6	7	8
1	0,3	0,5	40	20	5,4	0,6	8	0,20
2	0,7	0,5	40	20	5,4	8,6	31	0,21
3	0,3	0,8	40	32	1,9	7,7	2	0,05
4	0,3	0,5	100	50	13,5	1,5	8	0,20
5	0,5	0,8	40	32	1,9	20,5	11	0,05
6	0,3	0,8	100	80	4,8	19,2	3	0,05
7	0,7	0,5	100	50	13,5	21,5	32	0,19
8	0,7	0,8	100	80	4,8	51,2	10	0,06
9	0,3	0,65	70	45,5	6,4	11,8	5	0,12
10	0,7	0,65	70	45,5	6,4	25,4	23	0,13
11	0,5	0,5	70	35	9,5	8,1	17	0,20
12	0,5	0,8	70	56	3,4	24,6	5	0,04
13	0,5	0,65	40	26	3,7	9,3	11	0,13
14	0,5	0,65	100	65	9,2	23,4	12	0,12
15	0,5	0,65	70	45,5	6,4	16,3	11	0,12

Сравнение коэффициентов регрессии при факторах, рассчитанных по плану второго порядка с соответствующим доверительным интервалом, показывает, что влияние на величину коэффициента «а» оказывает фактор коэффициента сцепления. Остальные параметры не влияют на значения коэффициента «а» (таблца 3). Влияния квадратов и факторов при парных взаимодействиях значений коэффициентов регрессии, в условиях проведения экспериментальных исследований имели показатели ниже доверительного интервала и поэтому исключаются из уравнения.

Таким образом, модель, отражающая в закодированном виде влияние значимых факторов на величину коэффициента «а», будет иметь вид;

$$a = 0,125 - 0,075 X_2. \quad (4)$$

Таблица 3

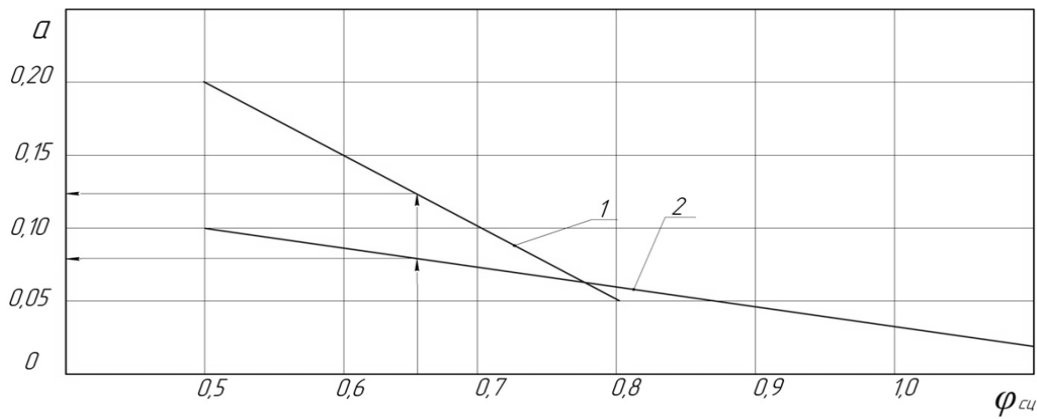
**Коэффициенты уравнения регрессии экспериментального коэффициента «а»**

№ п/п	Наименование коэффициентов	Обозначение	Значение коэффиц.
1	2	3	4
1	Свободный член	$B_0$	+ 0,125
Коэффициенты при факторах			
2	Коэффициент использования сцепного веса, $\varphi_{\hat{E}}$	$B_1$	0
3	Коэффициент сцепления, $\varphi_{\tilde{N}\ddot{O}}$	$B_2$	- 0,175
4	Вес трактора, $G_{\dot{O}D}$	$B_3$	0
Коэффициенты квадратов при факторах			
6	Коэффициент использования сцепного веса, $\varphi_{\hat{E}}$	$B_{11}$	+2,5 $10^{-8}$
7	Коэффициент сцепления, $\varphi_{\tilde{N}\ddot{O}}$	$B_{22}$	+2,5 $10^{-8}$
8	Вес трактора, $G_{\dot{O}D}$	$B_{33}$	+2,5 $10^{-8}$
Коэффициенты факторов при парных взаимодействиях			
10	$\varphi_{\hat{E}}$ и $\varphi_{\tilde{N}\ddot{O}}$	$B_{12}$	0
11	$\varphi_{\hat{E}}$ и $G_{\dot{O}D}$	$B_{13}$	0
13	$\varphi_{\tilde{N}\ddot{O}}$ и $G_{\dot{O}D}$	$B_{23}$	0

Перейдя из кодированной формы записи выражения (4) получим окончательную формулу экспериментального коэффициента «а» для колесных тракторов в зависимости от коэффициента сцепления:

$$a = 0,45 - 0,5 \varphi_{\tilde{N}\ddot{O}}. \quad (5)$$

С увеличением коэффициента сцепления на 0,1 ед., экспериментальный коэффициент «а» для колесных тракторов снижается по пропорциональной зависимости и составляет 0,05 ед. (рисунок).



**Рис. Влияние коэффициента сцепления на экспериментальный коэффициент «а»: 1 - колесные; 2 – гусеничные**

Подставим выражение (5) в формулу (1), получим следующее выражение движущей силы тяги колесного трактора:

$$D_{\hat{E}} = \frac{\delta_{\hat{E}} \times \lambda \times \varphi_{\hat{N}\hat{O}} \times G_{\hat{O}D}}{(0,45 - 0,5 \times \varphi_{\hat{N}\hat{O}}) + \delta_{\hat{E}} \times (0,55 + 0,5 \times \varphi_{\hat{N}\hat{O}})}. \quad (6)$$

Аналогично, проведя исследования МТА на гусеничном ходу, получили следующую формулу экспериментального коэффициента «а» для гусеничных тракторов в зависимости от коэффициента сцепления:

$$a = 0,17 - 0,13\varphi_{сц}. \quad (7)$$

С увеличением коэффициента сцепления на 0,1 ед., экспериментальный коэффициент «а» для колесных тракторов снижается по пропорциональной зависимости и составляет 0,05 ед., а для гусеничных – 0,02 ед. (рис.3).

Подставим выражение (7) в формулу (1), получим следующее выражение движущей силы тяги гусеничного трактора:

$$P_K = \frac{\delta_K \times \lambda \times \varphi_{сц} \times G_{TP}}{(0,17 - 0,13 \times \varphi_{сц}) + \delta_K \times (0,83 + 0,13 \times \varphi_{сц})}. \quad (8)$$

Таким образом, полученное выражение имеет минимальное количество экспериментальных коэффициентов, что делает ее легко применяемой для инженерных расчетов и дает более полную оценку тягово-сцепных свойств колесных и гусеничных тракторов.

### Библиографический список

1. Кузнецов, Н.Г. Аналитическая оценка тягово-сцепных свойств тракторов с колесной формулой 4к4 с учетом кинематического несоответствия движителей ведущих мостов Кузнецов Н.Г., Гапич Д.С.// Тракторы и сельскохозяйственные машины. – № 5. – 2014. – С. 21-23.
2. Кузнецов, Н.Г. Аналитический метод оценки тяговых свойств колесных тракторов / Н.Г. Кузнецов, Гапич Д.С., Ширяева Е.В. // В сборнике: Аграрная наука - основа успешного развития АПК и сохранения экосистем / Материалы Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 224-228.

3. Городецкий, К.И. Обобщенные тяговые показатели сельскохозяйственных тракторов / К.И. Городецкий, А.П. Парфенов, А.М. Лавлинский //Тракторы и сельхозмашины. – № 2. – 2017. – С. 3-8.

4. Махмутов, М.М. Формирование движущей силы колесных и гусеничных машинно-тракторных агрегатов / М.М. Махмутов, Ю.Р. Хисматуллина // Тракторы и сельхозмашины. – № 12. – 2017. – С. 43-47.

631.17:633.491

### **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОВОГО ПРАЩИВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАННЕГО КАРТОФЕЛЯ**

*Гаспарян Ирина Николаевна, доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка и высокие технологии в растениеводстве» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева*

*Мельников Андрей Валерьевич, доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка и высокие технологии в растениеводстве» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева*

**Аннотация:** В статье приводятся данные исследований по энергетической эффективности использования технологического приема проращивания на свету для получения ранней продукции картофеля. Применение проращивания способствует повышению урожайности культуры, а также способствует повышению чистого энергетического дохода, показателей коэффициентов и понижению энергетической себестоимости.

**Ключевые слова:** *картофель, урожайность, чистый энергетический доход, энергетическая себестоимость.*

Получение ранней продукции картофеля для нашей страны актуально, особенно в последние годы в связи с продовольственным эмбарго. Урожайность картофеля в России значительно отстает от многих развитых стран мира. Из-за низкой урожайности ежегодно в страну завозится до 20 % свежего картофеля от всего рыночного оборота, это выше порога продовольственной безопасности. Для обеспечения продовольственной безопасности необходимо внедрять новые технологии, приемы и сорта [1].

Внедрение технологического приема светового проращивания в технологию возделывания картофеля раннего позволяет получить продукцию в середине июля в 3-й световой зоне. Это связано с тем, что световое проращивание ускоряет деятельность ферментов в клубнях и создает повышенную концентрацию растворимых питательных веществ в зоне расположения глазков. Питательные вещества стимулируют прорастание глазков, и происходит дальнейшее развитие ростков. Из ростков появляются толстые ростки темно-зеленого цвета. Некоторые исследователи считают, что возвращающиеся холода в меньшей степени сказываются на таких посадках. Растения, которые выросли из пророщенных клубней, лучше используют материнский

клубень, развивают более мощную корневую систему. Такая корневая система лучше использует внесенные удобрения. От пророщенных клубней всходы появляются раньше, картофель начинает раньше цвести и образовывать клубни. Растения от пророщенных клубней успевают накопить высокий урожай раннего картофеля до середины июля [3].

В наших исследованиях мы внедрили технологический прием - световое проращивание клубней перед посадкой на различных ранних сортах картофеля. Возделывание картофеля требует значительных энергетических затрат не только на семена, удобрения, средств защиты от вредителей, болезней и сорняков, обработки почвы, но и требуют дополнительных затрат ручного труда при раскладке посадочного материала на проращивание, а также необходимо постоянное наблюдение за посадочным материалом. Прием привел к увеличению урожайности. Это повышение должно сопровождаться не только снижением себестоимости продукции, но и повышением выхода обменной энергии, должна быть отдача на возрастающие используемые ресурсы. Поэтому была проведена оценка энергетической эффективности возделывания картофеля раннего.

В наших исследованиях мы провели анализ всех энергетических затрат, т.к. сбережение или экономия не только топливно-энергетических затрат, но отдельных составляющих элементов технологии, воспроизводимых и невозпроизводимых ресурсов, трудовых ресурсов и т.д., то есть сокращение затрат на получение 1 МДж валовой и обменной энергии и 1 т переваримого протеина при запланированной продуктивности 1 га [2,5] имеет важное значение.

Исследования проводили в 2017-18 гг. на участке лаборатории овощеводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Технология возделывания стандартная. Почвы дерново-подзолистые тяжелосуглинистые, мощность пахотного слоя 20...22 см. Повторность опытов 3-кратная. Варианты в опыте были размещены рендомизированным методом. Площадь одной опытной деланки 25 м<sup>2</sup>. Схема посадки – 70×35 см. Использовали сорта: Удача, Жуковский ранний, Снегирь, Ред Скарлет, Метеор. Сроки посадки – при прогревании почвы до 6...8 °С. При уходе за посевами использовали современные пестициды в борьбе против фитофтороза и колорадского жука. Уборку производили в два срока: 15 июля и 30 июля.

Расчет энергетической эффективности возделывания картофеля проводили у исследуемых сортов при возделывании по отечественной технологии, затраты совокупной энергии (МДж/га) и ее структура при возделывании картофеля (в среднем за 2017...2018 гг.) представлены в таблице 1. При определении энергозатрат пользовались учебным пособием Матюка Н.С., Полина В.Д. (2013 г.) и учебным пособием Сутягина В.П., Туликова А.М., Сутягиной Т.И. (2008 г.) [4,5].

Согласно проведенным расчетом при возделывании картофеля по отечественной технологии большая часть энергии приходится на минеральные удобрения, посадочный материал и работу тракторов, машин и сельскохозяйственных орудий (табл. 1).

Таблица 1

**Затраты совокупной энергии (МДж/га) и ее структура при возделывании картофеля (в среднем за 2017...2018 гг.)**

Виды затрат совокупной энергии	контроль	+ проращивание на свету	± от контроля
Машины и с.-х. орудия	14226,0	14671,0	+3,1
Семена	14100,0	14100,0	-
Минеральные удобрения	15490,0	15490,0	-
Пестициды	613,4	613,4	-
ГСМ	8162,0	8175,0	+0,2
Электроэнергия	315,0	460,0	+46,0
Трудовые ресурсы	9348,0	9465,0	+1,3
Прочие затраты	5602,9	6280,0	+12,1
Итого	67857,3	69254,4	

Без учета зданий и сооружений

При возделывании по отечественной технологии с добавлением приема световое проращивание в сравнении с отечественной технологией увеличиваются существенно энергозатраты на досвечивание и прочие затраты, которые связаны с мониторингом приема и процессом проращивания, также незначительно возрастает затраты труда. Но в общем объеме затрат все дополнительные затраты совокупной энергии небольшие.

Разница между полученной с урожаем энергией и энергетическими затратами на производство продукции показывает такой показатель как чистый энергетический доход, он составляет от 54,8 до 74,1 ГДж/га в зависимости от сорта. Наблюдается сортовое различие на прием. Максимальная разница в чистом энергетическом коэффициенте между вариантами отмечается при возделывании сорта Метеор, минимальная разница при возделывании сорта Ред Скарлет.

Таблица 2

**Энергетическая оценка возделывания картофеля (в среднем за 2017...2018 гг.)**

Показатели	с. Удача		с. Снегирь		с. Метеор		с. Жуковский ранний		с. Ред Скарлет	
	Конт-роль	+ Про-ращива-ние	Конт-роль	+ Про-ращива-ние	Конт-роль	+ Про-ращива-ние	Конт-роль	+ Про-ращива-ние	Конт-роль	+ Про-ращива-ние
Затрачено энергии всего, ГДж/га	67,9	69,3	67,9	69,3	67,9	69,3	67,9	69,3	67,9	69,3
Урожайность основной культуры, т/га	26,1	29,3	25,7	28,8	24,2	27,9	27,8	30,5	27,4	29,1
Получено энергии от основной продукции, ГДж/га	122,7	137,7	120,8	135,4	113,7	131,1	130,7	143,4	128,8	136,8
Чистый энергетический коэффициент, ГДж/га	54,8	68,4	52,9	66,1	45,8	61,8	62,8	74,1	60,9	67,5
Коэффициент энергетической эффективности посадок	0,81	0,98	0,77	0,96	0,67	0,89	0,92	1,06	0,89	0,97

Биоэнергетический коэффициент (КПД) посадок	1,81	1,98	1,77	1,96	1,67	1,89	1,92	2,06	1,89	1,97
Энергетическая себестоимость, ГДж/т клубней	2,60	2,37	2,64	2,40	2,81	2,48	2,44	2,27	2,48	2,38

Коэффициент энергетической эффективности посадок выше 0 по всем сортам, соответственно технология энергетически эффективна: минимальный коэффициент у с. Метеор в контроле и составляет 0,67, максимальный показатель у с. Жуковский ранний при добавлении приема – 1,06. Энергетический коэффициент полезного действия при возделывании по отечественной технологии выше 1 и составляет от 1,77 у сорта Снегирь до 1,92 у сорта Жуковский ранний, при добавлении приема световое проращивание биоэнергетический коэффициент повышается от 1,89 у с. Метеор до 2,06 у с. Жуковский ранний.

При добавлении приема снижается также энергетическая себестоимость. При сравнении сортов минимальная себестоимость при возделывании сорта Удача с добавлением приема и составляет 2,37 ГДж/т клубней, максимальная себестоимость 2,81 у сорта Метеор без приема проращивание. Внутри сорта разница между применением отечественной технологии и добавлением приема минимальная разница 0,1 ГДж/т клубней у с. Ред Скарлет, максимальная разница у с. Метеор – 0,33 ГДж/т клубней.

Таким образом, применение технологического приема световое проращивание способствует экономии энергии, так как имеет более низкую себестоимость по всем исследуемым сортам и обеспечивает более высокий энергетический доход, а также высокие показатели коэффициентов.

### Библиографический список

1. Анисимов, Б.В., Мониторинг современного состояния производства картофеля в России (справочник) [текст] / Б.В. Анисимов, В.В. Тульчев, Н.А Якушкина, Н.Н. Гордиенко, О.А. Шишкина. – М.: ФГБНУ ВНИИКС, 2017. – 35 с.
2. Гаспарян, И.Н. Теоретические и практические основы повышения продуктивности посадок картофеля с использованием декапитации в Нечерноземной зоне Российской Федерации: Автореф. дис. ... д-ра с.-х.наук [текст] И.Н. Гаспарян. – Москва, 2016. – 35 с.
3. Гаспарян, И.Н. Теория и практика повышения продуктивности картофеля с использованием декапитации в Нечерноземной зоне РФ: Монография [текст] / И.Н. Гаспарян, А.Г. Левшин. - Иркутск: ООО «Мегапринт», 2017. – 236 с.
4. Матюк, Н.С. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивном земледелии: учебное пособие / Н.С. Матюк, В.Д. Полин – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013 – 222 с.
5. Сутягин, В.П. Системный анализ энергетических потоков в земледелии / В.П. Сутягин, А.М. Туликов, Т.И. Сутягина: учебное пособие для дипломного проектирования. Т.: «АГРОСФЕРА» Тверской ГСХА, 2008. – 140 с.



## ФАКУЛЬТЕТ САДОВОДСТВА И ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

УДК 58(092)

**К.А. ТИМИРЯЗЕВ - ПРОФЕССОР КАФЕДРЫ БОТАНИКИ ПЕТРОВСКОЙ АКАДЕМИИ**

*Черятова Юлия Сергеевна, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К. А. Тимирязева*

**Аннотация:** Изучена история учебной и научной деятельности выдающегося русского ученого К.А. Тимирязева на кафедре ботаники Петровской академии (1870 - 1892 г.). Как заведующий кафедрой ботаники, К.А. Тимирязев создал современную научную лабораторию, заложил основу гербария и практикуму по анатомии растений.

**Ключевые слова:** К.А. Тимирязев, Петровская академия, кафедра ботаники, учебный процесс, научная деятельность.

Тимирязев Климент Аркадьевич (1843—1920) — выдающийся русский ученый, ботаник и физиолог, сторонник и популяризатор дарвинизма. Оставил труды по методам исследования физиологии растений, биологическим основам агрономии, истории науки. Получил широкую известность как основоположник учения о фотосинтезе, показал роль в этом процессе хлорофилла, установил зависимость усвоения углерода от интенсивности света. К.А. Тимирязев, изучив процесс фотосинтеза, стал одним из основоположников русской школы физиологии растений. В физиологии растений, наряду с агрохимией, К.А. Тимирязев видел основу рационального земледелия. Занимался популяризацией науки — его книга «Жизнь растения» (1878) выдержала десятки изданий на русском и иностранных языках. За свои труды К.А. Тимирязев получил международное признание, был членом многих зарубежных научных обществ [1].

История учебной и научной деятельности К.А. Тимирязева на кафедре ботаники Петровской академии до настоящего времени оставалась мало освященной в литературе. Поэтому целью данной работы послужило изучение учебного процесса на кафедре ботаники Петровской академии во время работы К.А. Тимирязева и роли великого ученого в развитии кафедры. Работа была проведена в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова, а также на кафедре ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2018 году. При проведении работы были изучены следующие исторические документы: Годичные акты Петровской земледельческой и лесной академии (1870 – 1889 г.), Известия Петровской земледельческой и лесной академии (1878 - 1889 г.), Отчеты о состоянии Петровской сельскохозяйственной академии и состоящих при ней учреждений (1889 - 1892 г.). При работе с документами использовали фотосъемку.

Петровская академия, как известно, была открыта 21 ноября 1865 года. Кафедра ботаники была учреждена в числе первых. Для преподавания ботаники, чтение которой

было прекращено с выходом из академии Н.Н. Кауфмана, согласно избранию совета, был определен 22 января 1870 года (по старому стилю), преподавателем, с причислением к министерству, кандидат Санкт-Петербургского университета К.А. Тимирязев. Он только что возвратился из своей заграничной командировки, которую широко использовал, работая в лабораториях знаменитых ученых (Бунзена, Гофмейстера, Буссенго и др.). В год избрания Тимирязеву было 27 лет.

В то время К.А. Тимирязев еще не имел ученой степени и, по уставу Академии, не мог быть профессором. В мае 1871 г. в Петербургском университете К.А. Тимирязев защитил диссертацию на степень магистра на тему «Спектральный анализ хлорофилла». Через два месяца после защиты К.А. Тимирязева избрали экстраординарным профессором Петровской академии. Помимо работы в Петровской академии, К.А. Тимирязев, начиная с 1872 г. работал в должности внештатного преподавателя Московского университета.

Будучи далек от практической агрономии, посвящая все свои работы и научные интересы научно-исследовательским задачам, К.А. Тимирязев сумел в своей преподавательской работе выдвинуть на первый план и разработать вопросы почвенного питания, так как ясно понимал их громадное значение для земледелия. Для исследований влияния минеральных удобрений на урожай культур в 1872 году К.А. Тимирязев построил в Петровской земледельческой и лесной академии при Ботанической лаборатории «вегетационный домик» с сосудами, наполненными почвой. Насколько ново тогда было это дело, можно судить уже по тому, что и в Европе этот «Vegetationshaus» («вегетационный домик»), составляющий ныне необходимую принадлежность почти каждой опытной станции, в то время явился всего третьим по счету. В России это была первая научно оснащенная теплица. Необходимо напомнить также, что первый проект организации областных агрономических станций принадлежал именно К. А. Тимирязеву. Следует отметить и то, что К. А. Тимирязев один из первых в России обратил внимание и исследовал газовый обмен в клубеньках бобовых растений, открытие которого произвело целый переворот в учении об удобрении, а на практике отразилось усиленной пропагандой посевов клевера.

В 1875 г. в Петербургском университете К.А. Тимирязев защитил докторскую диссертацию на тему «Об усвоении света растением» в которой обобщил исследования процесса фотосинтеза. Из всех волн лучистой энергии солнца, достигающих зеленых зерен хлорофилла, наибольшей энергией обладают волны красного света: под их действием интенсивнее всего идет процесс фотосинтеза, так как они несут зеленому листу наибольшее количество энергии. Таков был важнейший вывод из докторской диссертации Климента Аркадьевича Тимирязева. После защиты своей знаменитой докторской диссертации, К.А. Тимирязев был избран ординарным профессором кафедры ботаники Петровской академии.

С 1877 года К.А. Тимирязев стал совмещать работу на кафедре ботаники Петровской академии с работой на кафедре анатомии и физиологии растений в Московском университете, и организовал там физиологическую лабораторию. Также ученый являлся председателем ботанического отделения Общества любителей естествознания, который работал в ту пору при Московском университете. Выступления с результатами научной деятельности на Международном съезде ботаников в

Амстердаме и во Французском ботаническом обществе в 1877 году завершаются избранием К.А. Тимирязева членом-корреспондентом Центрального агрономического общества Франции, действительным членом Французского ботанического общества.

К.А. Тимирязев часто выезжал за границу, посещал Голландию, Францию, Англию и Германию с целью ознакомления с устройством лучших растительно-физиологических лабораторий. Руководствуясь европейским опытом, К.А. Тимирязев создал на кафедре ботаники Петровской земледельческой и лесной академии лабораторию, оборудованную современными по тому времени приборами. Согласно годичным актам, он ежегодно выписывал новейшее оборудование из-за границы.

В Петровской академии отдельной кафедры физиологии растений не было, и профессор К.А. Тимирязев читал все разделы ботаники, т.е. морфологию, анатомию, физиологию и систематику растений. К.А. Тимирязеву кроме чтения лекций приходилось вести лабораторные и практические занятия в восьми группах. Он сам готовил приборы и материалы для демонстрации на лекциях и лабораторных занятиях. Лекции К.А. Тимирязева отличались глубоким анализом, точным изложением фактов, ясной речью и обязательно сопровождалась демонстрацией оригинальных приборов и опытов, что для преподавания того времени было новым явлением. Поэтому такая форма обучения студентов собирала всегда переполненные аудитории. Необходимо также отметить, что лектор обладал богатейшим опытом и знаниями зарождающейся новой науки, различными передовыми для того времени методами исследования в области физики и химии.

Дисциплины излагались профессором К.А. Тимирязевым, согласно утвержденным программам и общему расписанию предметов по курсам. Сверх того, в феврале и марте К.А. Тимирязев читал по одной добавочной лекции в неделю по систематике растений. В 1878 году профессор К.А. Тимирязев в осеннем семестре излагал студентам I курса по 2 часа в неделю Морфологию растений, а студентам II курса по 2 часа Физиологию растений. В весеннем семестре студентам I и II курсов А.К. Тимирязев излагал по 2 часа в неделю – Систематику растений (специальную часть – описание растительных семейств) и студентам II курса по 2 часа – Физиологию растений. Практические занятия состояли в ознакомлении студентов II курса, в течение осеннего и весеннего семестров (по 8 часов в неделю), с анатомией растений и техникой микроскопических исследований. С 15 июня по 5 июля студенты ежедневно по 4 часа занимались определением растений [3].

Летние занятия студентов по систематике растений состояли в определении растений, под непосредственным руководством профессора К.А. Тимирязева, причем каждое определяемое растение подвергалось полному морфологическому анализу. Особое внимание профессор уделял определению преимущественно злаковых растений, поскольку они представляли наибольшие трудности для студентов. Согласно Годичным актам, студенты ежегодно определяли 75 растений. После подобных упражнений, каждый студент приобретал возможность, при помощи имеющихся руководств, определять любое встречающееся ему растение.

Как заведующий кафедрой общей ботаники Петровской академии, К.А. Тимирязев заложил основу гербария кафедры и практикуму по анатомии растений. Для проведения полевых занятий со студентами К.А. Тимирязев инициировал работу по проектированию

опытной сельскохозяйственной станции. С этой же целью на территории Петровской академии был заложен ботанический сад, созданию которого К.А. Тимирязев отдал много сил. Одним словом, все делалось ученым по созданию условий для закрепления через практику и опыты теоретических знаний, получаемых студентами на лекциях.

Профессор К.А. Тимирязев также поощрял стремление молодежи заниматься исследовательской работой вне рамок учебного курса. Ученый считал, что любой физиологический опыт есть целое исследование, требующее много времени, терпения и нередко искусства, и поэтому не может составлять часть обязательной программы. Климент Аркадьевич постоянно требовал перед руководством Петровской академии увеличения выделяемых средств на оснащение и содержание физиологического кабинета и вегетационного домика для проведения опытных физиологических работ.

Популяризация науки была одна из характерных особенностей многогранной деятельности К.А. Тимирязева. Он регулярно читал лекции на московских женских коллективных курсах. Его популярно-научные лекции и статьи, вошедшие в сборник «Публичные лекции и речи» (1888 г.) представляют собой образец общедоступного курса физиологии растений.

Основная научная заслуга К.А. Тимирязева состояла в экспериментальной и теоретической разработке проблемы фотосинтеза растений. Открытие ученым энергетической закономерности фотосинтеза явилось крупнейшим вкладом в обоснование учения о единстве и связи живой и неживой материи в процессе круговорота веществ и энергии в природе. Кроме того, К.А. Тимирязев высказал ряд теоретических положений по различным разделам физиологии растений: о водном режиме, минеральном питании. Он вообще отводил биологии центральное место в процессе формирования научного мировоззрения [2].

Преподавательская и научная работа, а также выступления с публичными лекциями в Москве и Петербурге не могли не способствовать широкой популярности К.А. Тимирязева. Благодаря значительному вкладу в науку исследований Климента Аркадьевича избрали в 1890 г. членом-корреспондентом Российской Академии Наук. Помимо этого, К.А. Тимирязев входил в число членов многих иностранных и отечественных научных обществ и университетов: член Лондонского королевского общества по развитию знаний о природе, почетный доктор Кембриджского и Женевского университетов, университета г. Глазго, член-корреспондент Петербургской академии наук.

Чтобы дать хотя бы малейшее представление о размахе научно-исследовательских работ К. А. Тимирязева во время работы на кафедре ботаники Петровской академии, необходимо упомянуть о некоторых из них: «Спектральный анализ хлорофилла» (1871 г.), «Об образовании и разрушении крахмала» (1871 г.), «О микроспектре» (1872 г.), «Автоматический прибор для снабжения растений углекислотой» (1872 г.), «Об усвоении света растением» (1875 г.), «О количестве, работы, производимой в зеленом листе» (1881—1882 г.), «От каких лучей зависит разложение углекислоты в растении» (1882 г.), «Растения и солнечная энергия» (1883 г.), «Зависимости фотохимических явлений от амплитуды световой волны» (1884 г.), «Протофиллин в этиолированных растениях» (1889 г.), «Физико-химические условия разложения углекислоты в растениях» (1890 г.), «Зависимость усвоения света от его

напряжения» (1890 г.), «Борьба растения с засухой» (1892 г.). Нельзя также не сказать и о переводах, сделанных лично К. А. Тимирязевым, и отредактированных им переводах лучших иностранных работ, которые имели огромное влияние на развитие русской научной и общественной мысли. Прежде всего, должна быть отмечена огромная историческая заслуга ученого как переводчика на русский язык всех сочинений Чарльза Дарвина.

К.А. Тимирязев пробыл в Петровской академии почти 22 года. 1 февраля 1892 года (по старому стилю) К.А. Тимирязев был уволен из Петровской академии в связи с решением царского правительства о закрытии учебного заведения. Основой для увольнения ученого также послужила его пропаганда дарвинизма.

На основании изученных исторических материалов можно сделать вывод, что большая заслуга в заложении прочного фундамента кафедры ботаники Петровской академии со всеми ее научными и учебными заведениями принадлежит именно профессору К.А. Тимирязеву.

В заключении следует сказать, что историческая личность Климента Аркадьевича Тимирязева остается непревзойденным примером профессора-педагога, профессора-ученого и борца за великие идеи человечества.

#### **Библиографический список**

1. Орлов, А.С., Исторический словарь. 2-е изд. / А.С. Орлов, Н.Г. Георгиева, В.А. Георгиев. М.: Проспект, 2012. – 592 с.
2. Русская философия. Энциклопедия / под ред. М.А. Маслина. М.: Терра-Книговек, 2014. – 832 с.
3. Черятова, Ю.С. Исторический очерк развития учебного процесса на кафедре ботаники РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (1865-1916) / Ю.С. Черятова, М.И. Попченко, А.В. Чичев // Доклады ТСХА: сб. ст. Вып. 286. Часть I. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. – С. 186 – 188.

УДК 634:635.1/.7(091)(470-25)

#### **100 ЛЕТ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ САДОВО-ОГОРОДНОЙ СТАНЦИИ**

**Раджабов Агамагомед Курбанович**, декан факультета Садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** *Статья посвящена анализу 100 – летнему юбилею со дня открытия садовоогородной станции, созданной в 1918 году, учебно-научной деятельности подразделений организованных на ее базе. Дана характеристика деятельности учебно-научных школ, сформировавшихся на этой базе, их роли в инновационном развитии профильных отраслей в нашей стране. Дано описание современной учебно-научной базы, основным направлениям научной работы и результативности, перспективам развития учебно-научных подразделений.*

**Ключевые слова:** *садово-огородная станция, научные школы по овощеводству, плодководству, селекции и семеноводству садовых культур, виноградарству,*

*декоративному садоводству, лекарственному и эфиромасличному растениеводству, плодоводство, овощеводство, декоративное садоводство, селекция и семеноводство.*

100 лет назад в августе 1918 года на основании решения Правительства страны была создана Садово-огородная станция в составе Московского сельскохозяйственного института - так тогда назывался РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Причем надо отметить, что это было первое научно-исследовательское учреждение, открытое при высшем учебном заведении в стране. Это событие, происшедшее 100 лет назад сыграло значительную роль в развитии профильного образования и науки в области плодоводства, овощеводства, виноградарства, декоративного садоводства в нашем вузе и стране. В последующем структура учебно-научных подразделений факультета, берущих начало от садово-огородной станции менялась и сейчас она выглядит следующим образом: Лаборатория плодоводства; Мичуринский сад; УНПЦ овощная станция им. В.И. Эдельштейна; Селекционная станция им. Н.Н.Тимофеева; Лаборатория генетики, селекции и биотехнологии овощных культур; Станция декоративного садоводства и цветоводства; УНКЦ по газоноводству.

За прошедшие 100 лет на базе садово-огородной станции и подразделений выделенных в последующем из нее была осуществлена практическая подготовка более 8 тыс. специалистов в области плодоводства, овощеводства, виноградарства, декоративного и лекарственного растениеводства, селекции и семеноводства садовых растений. Многие из них добились выдающихся успехов.

Эта база была местом проведения научных исследований и формирования научных школ университета руководимых выдающимися учеными по плодоводству, овощеводству, виноградарству, селекции и семеноводству садовых культур, декоративному садоводству. Они внесли значительный вклад в развитие отраслей сельского хозяйства.

Основателем садово-огородной станции В.И.Эдельштейном и его учениками были установлены биологические особенности роста, развития и формирования продуктивности овощных растений, разработаны вопросы оптимизации площадей питания овощных культур, механизации овощеводства и др. Под руководством Шитта П.Г. были проведены обширные исследования по всем направлениям плодоводства: биологических основ, сортоизучения, технологий возделывания, производства посадочного материала, разработки методик обследования садов и др. С.И. Жегаловым и его учениками были разработаны теоретические основы элитного и массового семеноводства, им принадлежит особая роль в становлении в стране селекции и семеноводства овощных культур. Н.Н. Тимофеевым были установлены закономерности изменения в онтогенезе и наследования количественных и качественных признаков овощных культур. Результаты этих и других исследований используются успешно при решении современных задач селекции и семеноводства овощных культур. Учеником Н.И. Вавилова А.М. Негрулем были проведены глубокие исследования по вопросам происхождения и эволюции виноградного растения, биологического обоснования технологических приемов культуры, разработана систематика культурных сортов винограда, которая признана во всем мире. В.А. Колесниковым и представителями его школы установлены закономерности развития корневых систем плодовых и ягодных

культур, разработаны методы совершенствования их изучения. На этой основе им были разработаны методы повышения продуктивности растений. Под руководством академика Тараканова Г.И. было создано более 50 сортов и гибридов огурца, томата и других овощных культур. Крупным вкладом этой школы было разработка, организация гибридного семеноводства тепличных культур. На базе кафедры и лаборатории плодородства под руководством М.Т. Тарасенко разработана и применяется в стране широко технология зеленого черенкования плодовых, ягодных и декоративных культур. За эту разработку ученые университета получили Государственную Премию в области науки и техники (В.В. Фаустов, Е.Г. Самощенко). Результативными были и исследования, проводимые в области селекции и разработки адаптивных технологий виноградарства, проведенные К.П. Скуинем, а также под руководством профессора Смирнова К.В. Результаты этой работы также были удостоены Премии Правительства РФ в области науки и техники (Смирнов К.В., Раджабов А.К.). Разработаны технологии применения регуляторов роста, получены новые адаптивные сорта, в том числе сорта для любительской культуры в средней полосе России.

Выдающихся успехов достигла научная школа, которую основал профессор А.В. Крючков и продолжает Г.Ф. Монахос. Этот коллектив явился научно-методическим центром по селекции F1 гибридов капустных культур. Созданы уникальные коллекции овощных культур, более 40 гибридов F1, характеризующихся высокими хозяйственными и технологическими признаками, разработан регламент конвейерного круглогодичного производства и поставки на рынок свежей продукции капусты. Группа ученых Университета за эту разработку была удостоена Премии Правительства РФ в области науки и техники (Крючков А.В., Монахос Г.Ф., Баутин В.М., Пацурья Д.В., Судденко В.Г., Монахос С.Г., Воробьева Н.Н.).

Благодаря деятельности Л.В. Полуденного и Ю.П. Журавлева в университете был основан и реализуется единственный в стране спецкурс «Лекарственные и эфиромасличные растения», а на базе лаборатории плодородства профессором Стрельцом В.Д. создана учебно-научная база и поддерживается значительная коллекция лекарственных и эфиромасличных и витаминных растений.

Достигнуты большие успехи в селекции адаптивных сортов груши, эти результаты, сделали возможной промышленную культуру груши в Центральной полосе России, около 10 сортов включены в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию. Получен ряд зимостойких сортов алычи гибридной для выращивания в Средней полосе России. Существенные результаты получены по селекции ягодных, декоративных культур, витаминных растений и др. На базе Мичуринского сада поколениями исследователей создана и поддерживается крупнейшая в Центральной России коллекция плодовых культур. Разработаны технологии микроклонального размножения сортов плодовых, ягодных, декоративных культур и винограда. Создан обширный банк стерильных растений.

В 90-е годы 20 века экономические причины привели к прекращению бюджетного финансирования науки, что привело к уходу части научных сотрудников и формированию самостоятельных научно-производственных фирм. На основе того творческого потенциала, который был выращен на этой учебно-научной базе, были созданы самостоятельные компании, фирмы, которые сегодня служат инновационному

развитию отраслей плодоводства, овощеводства, декоративного садоводства, питомниководства. Это: группа компаний «Гавриш», в том числе НИИ овощеводства защищенного грунта, предприятия «Манул», «ГИССОК», «Садко», «Вишневый сад», Питомник Никитенко, ООО «Опытно-селекционный питомник», и др. Все они сотрудничают с факультетом в образовательной и научной деятельности.

Таким образом, учебно-научная база, берущая начало от садовоогородной станции сыграла большую роль как в образовательной деятельности, так и в научном обеспечении профильных отраслей в стране. Сегодня совместно с кафедрами эти подразделения составляют единый коллектив, занимающий определенную специфическую научную и образовательную нишу в нашем вузе. На этой базе проводится практическая подготовка кадров по садоводству и ландшафтной архитектуре и научные исследования по разным направлениям: создание биоресурсов, разработка эффективных способов ускоренного размножения перспективных сортов садовых культур, разработка генетических основ селекции, сортоизучения и прогрессивных технологий возделывания высокопродуктивных, адаптивных сортов и гибридов овощных и плодовых культур в условиях открытого и защищенного грунта, изучение биологических особенностей, селекция и разработка технологий семеноводства гетерозисных F1 гибридов овощных культур, селекция и интродукция декоративных и лекарственных растений, сортоизучение газонных трав и разработка приемов по повышению адаптивности газонов, изучение вопросов комплексного формирования городского и пригородного ландшафта и др. По всем этим направлениям имеются положительные результаты.

В выполнении НИР по этим направлениям наряду с ППС и сотрудниками участвуют и студенты, обучающиеся в бакалавриате и магистратуре, аспиранты. Здесь выполняются исследования по выпускным квалификационным работам бакалавров, магистров, кандидатским и докторским диссертациям, наши студенты приобщаются к научно-исследовательской работе и достигают положительных результатов.

На этой базе профессорско-преподавательским составом факультета, сотрудниками учебно-научных подразделений выполняются и другие задачи: переподготовка и повышение квалификации, проведение семинаров, просветительская деятельность: садоводы – любители Москвы и Подмосковья имеют возможность из первых рук получить информацию об инновационных достижениях ученых, консультации, обучаться на курсах, на этой базе проводятся Университетские субботы, ППС и сотрудники выполняют социальную задачу по приобщению к труду инвалидов и др. направления.

Образовательная деятельность по нашим профилям должна быть построена по принципу «исследуя – обучать», должна обязательно включать в себя практическое обучение необходимым компетенциям. В этой связи, невозможно представить себе подготовку кадров в области плодоводства, овощеводства, виноградарства, декоративного садоводства, лекарственного растениеводства, селекции без этой учебно-научной базы. Особенно если иметь ввиду перспективу развития нашего вуза в Университет исследовательского типа.



### Библиографический список

1. История факультета садоводства и ландшафтной архитектуры. Москва, Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010, 321 с.
2. Колесников В.А. Корневая система плодовых и ягодных растений. М., «Колос», 1974, 509 с.
3. Крючков А.В. Селекция F1 гибридов кочанной капусты на основе спорофитной самонесовместимости. М., ТСХА, -1990, -61 с.
4. Морозова Г.С., Смирнов К.В. Памяти Негруля. М.: изд-во МСХА.- 2000. 8 стр.
5. Полуденный Л.В., Сотник В.Ф., Хлапцев Е.Е. Эфирномасличные и лекарственные растения. М.: Колос, 1979. - 286 с.
6. Раджабов А.К. Александр Михайлович Негруль: библиографический указатель. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. 2012., 36 с.
7. Раджабов А.К. Кирилл Владимирович Смирнов: библиографический указатель. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. 2004., 59с.
8. Раджабов А.К. Открытие мемориальных досок профессорам П.Г. Шитту, Н.Н.Тимофееву, А.М. Негрулю, В.А. Колесникову 20 сентября 2012года: научно-информационное издание.- М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. 2012., 31с.
9. Самощенко Е.Г. П.Г. Шитт – исследователь, ученый, педагог. Сборник научных трудов, М.:Изд-во МСХА, 2001г., с. 5-10.
10. Сергей Иванович Жегалов: (к 125-летию со дня рождения) / сост. Н. Н. Пивоварова и др. — М.: ВНИИССОК, 2006. — 45 с.
11. Смирнов К.В., Малтабар Л.М., Раджабов А.К., Матузок Н.В., Трошин Л.П. Виноградарство. М.: «Росинформагротех», 2017. — 498 с.
12. Г.И. Тараканов //Картофель и овощи. – 1998.- №6. – с. 30
13. Тарасенко М.Т. Зеленое черенкование садовых и лесных культур (теория и практика). М.: Издательство МСХА, 1991. 272 с/
14. Н.Н. Тимофеев, А. А Волкова, С. Т. Чижов. Селекция и семеноводство овощных культур, М.,1960.- 469с.
15. Чижов С.Т. Селекция груши в ТСХА//Доклад ТСХА. - 1969. – Вып. 153.
16. Эдельштейн В.И. Овощеводство. Москва, Сельхозгиз, 1953. - 488с.

УДК 635-057.4

### АКАДЕМИК Г.И. ТАРАКАНОВ – УЧИТЕЛЬ И ДРУГ

**Старых Галина Алексеевна**, профессор кафедры растениеводства и плодовоовощеводства им. М.В. Алексеевой ФГБОУ ВО РГАЗУ

**Гончаров Андрей Владимирович**, заведующий кафедрой растениеводства и плодовоовощеводства им. М.В. Алексеевой ФГБОУ ВО РГАЗУ

**Аннотация:** В статье представлены воспоминания коллег об академике РАСХН Германе Ивановиче Тараканове. Приведены факты его жизни, научного творчества, вклада в сельскохозяйственную науку, овощеводство, селекцию, подготовку научных кадров для АПК.

**Ключевые слова:** академик, Тараканов Герман Иванович, овощеводство, селекция, наука, научные кадры.

31 октября 2018 года Герману Ивановичу Тараканову – ученому – овощеводу и селекционеру с мировым именем, академику РАСХН, почетному доктору Будапештского университета садоводства, почётному колхознику колхоза «Красная нива» (Кабардино–Балкария), члену Международного общества научного садоводства, члену Японского общества научного садоводства, доктору сельскохозяйственных наук, профессору кафедры овощеводства МСХА им. К.А. Тимирязева, ветерану Великой Отечественной войны исполнилось бы 95 лет.

Всю свою жизнь Герман Иванович Тараканов посвятил изучению биологии, селекцию и семеноводству овощных растений, воспитанию учёных – агрономов, подготовке кандидатов и докторов наук.

Герман Иванович, начиная с 1940 года, и до конца жизни (24 мая 2006 года) проработал на кафедре овощеводства Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева.

Он прошёл фронт, участвовал в боях на Сталинградском направлении, был тяжело ранен. Награждён медалью «За отвагу», двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом «Знак почёта», Золотым знаком общества Германо-советской дружбы (ГДР).

Г.И. Тараканов подготовил 70 кандидатов и докторов наук, опубликовал более 300 научных работ. Он с учениками создал 52 сорта овощных культур, из которых 37 внесены в Государственный реестр селекционных достижений.

Вот некоторые из них: томат – сорт Белый налив 241, F1 Карлсон, F1 Русич, F1 Малышок, F1 Верлиока, F1 Гамаюн и др.; огурец – F1 Зозуля, F1 Майский, F1 Эстафета, F1 Манул, F1Апрельский, F1 Кукарача и др.; горчица салатная – сорт Краснолиственная, Муравушка; пекинская капуста – сорт Полукочанная, Ленок, ТСХА-2; лук репчатый – сорт Дусты, Эллан, Пешпазак; цуккини – Аэронавт, Зебра, Скворушка, Цукеша, Золотинка; дыня – F1 Геримус; перец сладкий – F1 ТСХА 25; лук – порей – Веста; лук душистый – сорт Звездочёт.

Г.И. Тараканов первым в нашей стране начал селекцию партенокарпического огурца. Многие тепличные хозяйства России и стран СНГ более 30 лет выращивают пчелоопыляемый, с высокой урожайностью и прекрасными вкусовыми качествами гибрид Эстафета.

Герман Иванович Тараканов (рис. 1) блестяще знал тепличное овощеводство. Первым из Японии он завёз в Россию длинноплодные огурцы и в 1962 году в совхозе «Тепличный» (г. Москва) уже изучалась коллекция из 20 сортообразцов, отрабатывалась их сортовая агротехника, сроки посадки, площади питания, способы формирования и подвязки растений, динамика урожайности и качества плодов.

А затем была масштабная селекционная работа, ценные серии гибридов огурца ТСХА. В 1981-1988 годы кафедра овощеводства ТСХА под руководством академика Германа Ивановича Тараканова производила 65-73% семян тепличного огурца от общего производства по СССР, а пчелоопыляемых огурцов – 70-81%.



**Рис.1. Академик РАСХН Г.И. Тараканов (слева), в центре кандидат с.-х. наук, доцент А.В. Гончаров (в центре), доктор с.-х. наук, профессор Г.А. Старых (справа) на выставке «Защищенный грунт России», 31 августа 2005 г.**

В настоящее время ученики Германа Ивановича организовали фирмы – ООО «Манул», ООО «Гавриш», ООО «Гисок», ООО «Партенокарпик» и успешно работают, возрождая отечественную селекцию и семеноводство овощных культур России вопреки иностранному импорту.

Герман Иванович был изобретателем ряда устройств: укрытие лёгкого типа, способа защиты растений от заморозков, устройства для высева пророщенных семян и опыления растений и др.

Ученики Германа Ивановича проживают в 40 странах мира, а голландские ученые еще при жизни называли его именем гибрид огурца Герман. Учебник «Овощеводство» (1993, 2002 гг.), написанный Г.И. Таракановым, В.Д. Мухиным, Н.В. Борисовым и другими является одним из главных по овощеводству для студентов аграрных вузов страны [1-5].

Герман Иванович является основоположником научного тепличного овощеводства в России. Г.И. Тараканов сотрудничал с овощеводами и селекционерами многих стран. Он был оптимистом и энтузиастом, влюбленным в дело своей жизни, обладал широчайшим кругозором, масштабным мышлением, уникальными способностями педагога, наставника и психолога, учил людей уважительно относиться друг к другу.

Его целеустремленность, работоспособность, уверенность в правоте своего дела и поступков были заразительным примером для окружающих. Это был яркий человек, многогранная личность своего очень непростого времени. Он никогда и нигде «не присутствовал» - он активно участвовал в жизни, будь это дом, работа, поле, улица, поезд и т.д. Он любил ЖИЗНЬ, ЗЕМЛЮ, ПРИРОДУ, ЖЕНЩИНУ, РОДИНУ....

Он думал и понимал текущий момент в стране, всегда знал и находил своё место в истории повседневной жизни. Память и любовь к учителям, к соратникам, были неотъемлемой частью его жизни. Он часто повторял: «Не наступи на тень учителя», и «Не обирай родную маму и не забудь дорогу к храму».

В годы перестройки и реформ, в условиях рыночных отношений разрушились все связи: союзные, региональные, межведомственные, вузовские, научные и т.д., но Герман Иванович верил в умные человеческие отношения, в связь науки с

производством. Часто он говорил слова В.И. Эдельштейна: «Технология без биологии слепа, без механизации мертва, но всё решает неумолимая экономика».

Герман Иванович Тараканов счастливый человек, потому что учил людей учиться, подавая личный пример внимания, поддержки, помощи, одобрения, дружбы, товарищества, верности и любви.

### **Библиографический список**

1. Гончаров, А.В. Влияние площади питания на формирование ассимиляционного аппарата и урожая баклажана F1 Добрикс в зимне-весенней тепличной культуре / А.В. Гончаров, Г.И. Тараканов // Сб. студенческих научных работ. – М.: МСХА, 2000. – Вып. 6. – С. 175-182.

2. Гончаров, А.В. Памяти учителя и друга / А.В. Гончаров // Картофель и овощи. – 2006. - №7. – С.32.

3. Овощеводство / Г.И. Тараканов, В.Д. Мухин и др.; под ред. Г.И. Тараканова, В.Д. Мухина. – М.: Колос, 2003. – 472 с.

4. Старых, Г.А. К 90-летию со дня рождения академика РАСХН Г.И. Тараканова / Г.А. Старых, А.В. Гончаров // Теплицы России, 2013. - № 4. – С. 16-18.

5. Тараканов, Г.И. Биологические особенности формирования урожая тыквы / Г.И. Тараканов, С.В. Авилова, А.В. Гончаров // Доклады ТСХА. – М.: МСХА, 2004. – Вып. 276. – С. 357-360.

УДК: 635.656:581.19

### **ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПРОРАЩИВАНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРОРОСТКОВ ГОРОХА ОВОЩНОГО (*Pisum sativum* L.)**

**Ушакова Ольга Владимировна**, старший научный сотрудник ЛАЦ ФГБНУ ФНЦО

**Молчанова Анна Владимировна**, старший научный сотрудник ЛАЦ ФГБНУ

**Ушаков Владимир Анатольевич**, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией селекции и семеноводства овощных бобовых культур ФГБНУ ФНЦО

**Котляр Ирина Петровна**, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства овощных бобовых культур ФГБНУ ФНЦО

**Аннотация:** В статье представлены данные по некоторым биохимическим показателям проростков 6 сортов гороха, выращенного разными способами, с целью использования в пищу. Полученные данные свидетельствуют, что использование в пищу проростков гороха овощного может существенно повысить качественный уровень питания населения.

**Ключевые слова:** горох овощной, проростки, сорта, биохимический состав, содержание антиоксидантов, способ проращивания.

## Введение

В настоящее время в России рынок производства проростков овощных культур только формируется. Распространено любительское производство проростков (выращивание в домашних условиях) и мелкое промышленное производство предпринимателями для ресторанов и сетевых супермаркетов.

Пророщенные семена овощных считаются одним из самых полезных видов пищи. Они легко усваиваются, хорошо совмещаются с другими продуктами и содержат максимальное количество биологически активных веществ, необходимых для нормальной работы всех органов и систем организма человека. Кроме того, проростки обладают еще одним чрезвычайно важным качеством: обычно их едят в сыром виде и практически не хранят, что позволяет употреблять их с максимальной пользой [1].

Содержание антиоксидантов растений является важнейшей характеристикой качества сельскохозяйственной продукции, обеспечивающей человека пищевыми ингредиентами, активно участвующими в поддержании иммунитета и защите организма от многочисленных заболеваний, в развитии которых важную роль играет оксидантный стресс [2].

Поэтому количественная оценка общего содержания низкомолекулярных антиоксидантов в проростках разных сортов гороха овощного, как перспективной культуры для производства этого продукта, представляет практический интерес для производителей.

Целью настоящего исследования было определение оптимальных условий и сроков проращивания, при которых мы можем получить продукцию с повышенной антиоксидантной активностью и содержанием биохимически-ценных веществ.

## Материалы и методы

Опыты проводили в защищенном грунте и в лабораторных условиях в зимний период в 2017-2018г. Использовали семена 6-ти сортов гороха овощного: Корсар, Сахарный 2, Николас, Виола, Каира, Барин. В условиях теплицы семена гороха овощного проращивали в смеси перлита и торфа в течение 14 суток, до появления 3-4 настоящих листочков (рисунок 1). Срезали ростки на высоте 1,0-1,5 см от семени.



Рис. 1. Проростки гороха овощного сорта Барин (14 суток)



Рис. 2. Проростки гороха овощного сорта Барин (8 суток)

В это же время семена проращивали в рулонах в камере для роста растений GC-300TLN (Корея) при средней влажности воздуха 50% и температуре 20 °С, используя дистиллированную воду в течение 8 суток. Повторность 4х-кратная. Получаемые проростки промывали дистиллированной водой и высушивали до постоянной массы при 70 °С. Полученный продукт гомогенизировали и определяли показатели антиоксидантной активности, содержание сухого вещества и аскорбиновой кислоты (рисунок 2).

Биохимические анализы проводили в Лабораторно-аналитическом центре ФГБНУ ФНЦО. Среднюю пробу отбирали в четырехкратной повторности для изучения следующих показателей: содержание сухого вещества – методом высушивания навески до постоянного веса [3]; содержание аскорбиновой кислоты – по методике Сапожниковой, Дорофеевой (1966) [4]; суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов – титрованием по методу Максимовой и др., (2001) [5], в качестве стандарта были выбраны аскорбиновая кислота и галловая кислота.

Для изученного набора сортов овощного гороха селекции ВНИИССОК впервые получены экспериментальные данные, позволяющие рекомендовать для выращивания в технологиях производства микрозелени.

### Результаты и обсуждения

Более высокая пищевая ценность проростков семян сельскохозяйственных растений по сравнению с нативными семенами определяется процессами гидролиза запасных белков, интенсивным биосинтезом антиоксидантов и др. [6, 7].

Начиная исследования по биохимии проростков гороха овощного мы поставили цель выяснить разницу в содержании питательных веществ, выращенных в темноте в термостате и в теплице на почвенном субстрате. Результаты анализов показали, что проростки гороха овощного имели следующий биохимический состав (таблица 1, 2).

Таблица 1

### Биохимические показатели проростков гороха овощного, 2017-2018гг.

Вариант	Сухое вещество, %		Аскорбиновая кислота, мг/г	
	8-ми дневные	14-ти дневные	8-ми дневные	14-ти дневные
Корсар	6,60±0,09	12,40±0,49	0,41±0,01	0,45±0,01
Сахарный 2	6,98±0,08	13,02±0,54	0,42±0,01	0,46±0,00
Николас	6,81±0,05	13,32±0,24	0,68±0,02	0,70±0,00
Барин	7,32±0,04	10,81±0,40	0,63±0,02	0,44±0,02
Виола	6,92±0,01	10,26±0,43	0,41±0,01	0,41±0,01
Каира	7,33±0,17	12,09±0,32	0,45±0,01	0,58±0,03
<b>Х ср.</b>	<b>6,99±0,29</b>	<b>11,98±1,22</b>	<b>0,50±0,12</b>	<b>0,51±0,11</b>
<b>Cv, %</b>	<b>4,1</b>	<b>10,1</b>	<b>24,4</b>	<b>22,0</b>

Таким образом, сопоставление содержания анализируемых веществ в проростках позволяет заключить, что межсортовые различия по изученным биохимическим показателям были незначительны, но нами отмечена тенденция к росту межсортовой вариации по всем показателям при увеличении возраста проростков. Исключение выявлено по уровню накопления аскорбиновой кислоты. Так уровень сортовой вариации был существенным для обоих сроков выращивания, однако увеличения этого показателя в 14-ти дневных проростках по отношению к 8-ми дневным не наблюдалось.

**Суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов в проростках  
овощного гороха, 2017-2018гг.**

Вариант	в Ед. АК, мг/г		в Ед. ГК, мг-экв. ГК/г (сырой массы)	
	8 суток	14 дней	8 суток	14 дней
Корсар	9,10±0,40	28,45±1,91	1,80±0,08	6,98±0,47
Сахарный 2	8,77±0,26	27,77±1,27	1,73±0,05	6,81±0,31
Николас	9,12±0,09	30,38±1,59	1,80±0,02	7,45±0,39
Барин	9,55±0,02	28,51±2,26	1,97±0,01	7,03±0,55
Виола	8,33±0,18	24,59±3,09	1,72±0,04	6,06±0,76
Каира	9,70±0,21	27,72±1,07	2,00±0,04	6,83±0,27
<b>Х ср.</b>	<b>9,09±0,50</b>	<b>27,90±0,77</b>	<b>1,88±0,11</b>	<b>6,86±0,45</b>
Cv	5,5	6,8	6,1	6,6

Установлено, что содержание сухого вещества в 14-ти дневных проростках увеличивается на 71% по отношению к содержанию его в 8-ми дневных проростках. Вместе с этим наблюдался прирост суммарного содержания антиоксидантов (23,6% и 8,2%). Из этого следует, что употребление в пищу 14-дневных проростков более целесообразно, в виду большей их питательной ценности и полезности по отношению к 8-дневным проросткам.

#### Библиографический список

1. Zakarova A., Seo J.Y., Kim H.Y., Kim J.H., Shin J-H., Cho K.M., Lee C.H, Kim J.-S. Garlic Sprouting Is Associated with Increased Antioxidant Activity and Concomitant Changes in the Metabolite Profile//J. Agric. Food Chem – 2014 - dx.doi.org/10.1021/jf500603v.
2. Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании. Растения, животные, человек. М.Печатный город. 2006.
3. Ермаков А.И. Методы биохимических исследований / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош, Ю.А. Перуанский, Г.А. Луковникова, М.И. Иконникова. Л., Агропромиздат. 1987. - 430 с.
4. Иванова М.И., Кашлева А.И., Михайлов В.В., Разин О.А. Инновационная специфическая продукция: органические ростки (microgreens) и сеянцы (baby leafs). Овощи России. 2016. №1. С. 29-33.
5. Кашия Ш.Р., Курмуков И.А., Обухова О.А., Байкова В.Н., Боровкова Н.Б., Шоуа Э.К., Голубкина Н.А. Применение антиоксидантов в комплексной интенсивной терапии инфекционных осложнений лекарственного противоопухолевого лечения. Клиническая онкогематология. Фундаментальные исследования и клиническая практика. 2012. Т. 5. №1. С. 54-60.
6. Максимова Т.В., Никулина И.Н., Пахомов В.П., Шкарина Е.И., Чумакова З.В., Арзамасцев А.П. Способ определения антиокислительной активности. Описание изобретения к патенту Российской Федерации. М. 2001. Патент RU 2170930 С1.
7. Сапожникова Е.В., Дорофеева Л.С. Определение содержания аскорбиновой кислоты в окрашенных растительных экстрактах йодометрическим методом. Консервная и овощеводческая промышленность, 1966. №5. С. 29-31.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА У РАЗЛИЧНЫХ СОРТОТИПОВ МОРКОВИ

**Елисеев Александр Федорович**, доцент кафедры овощеводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Михайлова Анастасия Дмитриевна**, агроном УНПЦ ООС имени В.И. Эдельштейна ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Елисеева Ольга Владимировна**, доцент кафедры химии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Изучены вопросы состояния растений моркови в фазы пучковой и обрезной спелости. На основе анализа определены перспективные гибриды моркови для разных сроков уборки урожая.

**Ключевые слова:** морковь, гибрид, пучковая спелость, обрезная спелость.

При производстве моркови используют три технологии выращивания: на ровной поверхности, на грядах и на гребнях. Первым методом чаще выращивают раннюю морковь, которая не требует формирования длинных корнеплодов. Для выращивания длинных корнеплодов (среднепоздних и поздних гибридов и сортов) предназначенных для хранения, следует использовать гряды и гребни.

Одним из главных составляющих компонентов технологии выращивания культуры является сорт. Для посева следует использовать сорта и гибриды устойчивые к болезням, а также пригодные для механизированной уборки. В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации, насчитывается 195 сортов и гибридов моркови, 94 из них зарубежные, в основном голландской селекции. Они, как показала практика, хорошо отзываются на внесение высоких доз удобрений, а сформированные корнеплоды – выравненностью по размеру и форме, но по диетическим и вкусовым свойствам зачастую уступают отечественным сортам и гибридам.

**Цель исследований:** Изучить особенности роста ассимиляционного аппарата, формирования корнеплодов и урожая у исследуемых гибридов моркови.

Исследования проводились в 2017 году, на базе ОАО «Дашковка» Московской области.

Предшественник - ранний картофель. Подготовка почвы включала лущение на 6-8 см, зяблевую вспашку на глубину 25-27 см. Весной, при достижении почвы физической спелости, проводилось боронование в два следа, для закрытия влаги. Выращивание велось на гребнях, высотой 22 см и междурядьями 75 см. Семена профессиональные прецизионные, высевались в 2 строки, на расстоянии 6 см друг от друга, сеялкой точного посева.

В период вегетации уход по установленной схеме производства моркови. Наблюдения и учет урожая по общепринятой методике проведения научных исследований.



### **Объекты исследования:**

Сортотип Берликум/Нантская – 3 гибрида. F<sub>1</sub> Берген (Bejo Zaden B.V.), F<sub>1</sub> Базель (Bejo Zaden B.V.), F<sub>1</sub> Белgrado (Bejo Zaden B.V.).

Сортотип Нантская – 6 гибридов. F<sub>1</sub> Ньюкасл (Bejo Zaden B.V.), F<sub>1</sub> Ньюхолл (Bejo Zaden B.V.), F<sub>1</sub> Намибия (Bejo Zaden B.V.), F<sub>1</sub> Норвегия (Bejo Zaden B.V.), F<sub>1</sub> Ниланд (Bejo Zaden B.V.), F<sub>1</sub> Нактон (Bejo Zaden B.V.).

Сортотип Шантенэ – 4 гибрида. F<sub>1</sub> Кардифф (Bejo Zaden B.V.), F<sub>1</sub> Карсон (Bejo Zaden B.V.), F<sub>1</sub> Кесена (Bejo Zaden B.V.), F<sub>1</sub> Аурантина (Takii Europe B.V.).

Сортотип Император – 2 гибрида. F<sub>1</sub> Перпл Хейз (Bejo Zaden B.V.), F<sub>1</sub> Вайт сатин (Bejo Zaden B.V.).

**Схема проведения опыта:** Эксперимент ставился в 3-х кратной повторности, семена изучаемых гибридов высевались на гребнях в 2 строки с расстоянием между ними 6 см. Расстояние между гребнями 75 см, высота 22 см.

- число вариантов - 15 (включая контроль);
- число повторностей – 3;
- норма высева семян – 1 200 000 шт./га
- размер делянки 5 м<sup>2</sup>
- форма делянки – прямоугольник (1,5 м x 3,3 м)

Размещение вариантов - рендомизированное.

Посев семян моркови проводился 4 мая 2017 года. Массовые всходы у всех гибридов были зафиксированы на 26 день от посева (30 мая).

Учет урожая на пучковую спелость проводился 19 июля, на обрезную продукцию - 18 сентября. Вегетационный период моркови на пучок составил 50 суток, на обрезную продукцию – 111 суток.

По характеристике розетки листьев все изучаемые сортообразцы пригодны для механизированной уборки, что особенно важно при современной технологии выращивания (таблица1).

К моменту уборки на пучковую продукцию наименьшее количество листьев было сформировано у гибрида F<sub>1</sub> Кардифф (сортотип Шантенэ), максимальное - F<sub>1</sub> Ньюкасл (сортотип Нантская)

Максимальный прирост листового аппарата в период от пучковой до обрезной спелости отмечен у гибридов F<sub>1</sub> Кардифф 82 %, F<sub>1</sub> Карсон (к) 60 %, F<sub>1</sub> Кесена и F<sub>1</sub> Аурантина 58 % (сортотип Шантенэ) у них же отмечено наибольшее количество листьев к моменту массовой уборки на обрезную продукцию.

Меньшим количеством листьев к моменту массовой уборки обладали гибриды сортотипа Император, оба гибрида имели по 7,3 листа, при этом с момента пучковой спелости было сформировано от 14 % (F<sub>1</sub> Перпл Хейз) до 28 % (F<sub>1</sub> Вайт сатин).

У гибридов сортотипа Берликум/Нантская к моменту уборки на пучковую продукцию наибольшее число листьев формируется у гибрида F<sub>1</sub> Ньюкасл (7,2 шт), самым маленьким числом листьев 6,0 шт. обладают гибриды F<sub>1</sub> Ньюхолл и F<sub>1</sub> Нактон. Изучаемый прирост различен от 19 % (F<sub>1</sub> Белgrado), 26 % (F<sub>1</sub> Берген), 33 % F<sub>1</sub> Базель.

В группе гибридов сортотипа Нантская к моменту массовой уборки гибриды F<sub>1</sub> Намибия формируют наименьшее количество листьев 6,8 шт. и отличаются наименьшим приростом среди данной группы сортообразцов и изучаемых образцов в целом. С

момента пучковой спелости до обрезной продукции нарастает всего 5 % листового аппарата.

Таблица 1

**Морфологические показатели листьев моркови в фазы пучковой и обрезной спелости, 2017 год**

Гибрид	Среднее число листьев, шт./растение		Прирост листового аппарата в период от пучковой до обрезной продукции, %	Характеристика розетки листьев
	Фаза пучковой спелости	Фаза обрезной продукции		
Сортотип Берликум/Нантская				
F <sub>1</sub> Берген	6,6	8,3	26	Полураскидистая
F <sub>1</sub> Базель (к)	6,0	8,0	33	Полураскидистая
F <sub>1</sub> Белградо	7,0	8,3	19	Полураскидистая
Сортотип Нантская				
F <sub>1</sub> Ньюкасл	7,2	8,2	14	Полураскидистая
F <sub>1</sub> Ньюхолл	6,0	8,3	38	Полураскидистая
F <sub>1</sub> Намибия	6,4	6,8	5	Полураскидистая
F <sub>1</sub> Норвегия	6,5	8,5	31	Полураскидистая
F <sub>1</sub> Ниланд (к)	6,2	8,4	52	Полураскидистая
F <sub>1</sub> Нактон	6,0	8,7	46	Полураскидистая
Сортотип Шантенэ				
F <sub>1</sub> Кардифф	5,0	9,1	82	Полураскидистая
F <sub>1</sub> Карсон (к)	6,0	9,6	60	Прямостоячая
F <sub>1</sub> Кесена	5,7	9,0	58	Полураскидистая
F <sub>1</sub> Аурантина	6,0	9,5	58	Полураскидистая
Сортотип Император				
F <sub>1</sub> Перпл Хейз	6,4	7,3	14	Полураскидистая
F <sub>1</sub> Вайт сатин	5,7	7,3	28	Полураскидистая

Анализ морфологических показателей корнеплодов моркови в фазу пучковой и обрезной спелости (таблица 2) показал, что форма корнеплода в пучковой спелости более удлиненная по сравнению с обрезной продукцией.

Наибольшее увеличение корнеплода по диаметру отмечено у гибрида F<sub>1</sub> Кесена (на 2,9 см), наименьшее - F<sub>1</sub> Белградо (на 1,5 см). Увеличение в длину в период с пучковой до обрезной продукции произошло у всех образцов, у гибрида F<sub>1</sub> Кесена (2,2 см) – наименьшее значение, F<sub>1</sub> Вайт сатин (14,7 см) наибольшее.

К фазе обрезной продукции все изучаемые гибриды сформировали характерные по длине и диаметру корнеплоды. Наиболее длинные корнеплоды отмечены у гибридов сортотипа Император F<sub>1</sub> Перпл Хейз (26 см) и F<sub>1</sub> Вайт сатин (27,6 см), самые короткие формируются у сортотипа Шантоне, в порядке убывания F<sub>1</sub> Аурантина (17,1 см), F<sub>1</sub> Кардифф (15,7 см), F<sub>1</sub> Карсон (15,0 см), F<sub>1</sub> Кесена (13,6 см).

У всех изучаемых гибридов нет четкой закономерности между диаметром и длиной корнеплода, например, F<sub>1</sub> Базель (к) имеет корнеплоды в среднем большего диаметра, но меньшей длины, чем остальные образцы этого сортотипа.

**Морфологические показатели корнеплодов моркови  
в фазы пучковой и обрезной спелости**

Гибрид	Фаза пучковой спелости			Фаза обрезной спелости		
	диаметр корнеплода	длина корнеплода	индекс формы корнеплода	диаметр корнеплода	длина корнеплода	индекс формы корнеплода
1	2	3	4	5	6	7
<b>Сортотип Берликум/Нантская</b>						
F <sub>1</sub> Берген	1,6	13,4	8,4	3,6	20,8	5,8
F <sub>1</sub> Базель (к)	1,7	13,0	7,6	3,8	19,2	5,1
F <sub>1</sub> Белgrado	1,8	13,1	7,3	3,3	20,0	6,1
<b>Сортотип Нантская</b>						
F <sub>1</sub> Ньюкасл	1,6	12,7	7,9	3,4	17,0	5,0
F <sub>1</sub> Ньюхолл	1,6	14,7	9,2	3,2	20,0	6,3
F <sub>1</sub> Намибия	1,6	13,6	8,5	3,1	18,6	6,0
F <sub>1</sub> Норвегия	1,6	13,9	8,7	3,8	19,2	5,1
F <sub>1</sub> Ниланд (к)	1,6	14,0	8,8	3,3	18,8	5,7
F <sub>1</sub> Нактон	1,6	13,7	8,6	3,7	18,6	5,0
<b>Сортотип Шантенэ</b>						
F <sub>1</sub> Кардифф	1,6	10,0	6,3	4,4	15,7	3,6
F <sub>1</sub> Карсон (к)	1,7	9,0	5,3	4,3	15,0	3,5
F <sub>1</sub> Кесена	1,6	11,4	7,1	4,5	13,6	3,0
F <sub>1</sub> Аурантина	1,7	11,3	6,6	4,0	17,1	4,3
<b>Сортотип Император</b>						
F <sub>1</sub> Перпл Хейз	1,6	15,6	9,8	3,4	26,0	7,6
F <sub>1</sub> Вайт сатин	1,8	12,9	7,2	3,7	27,6	7,4

На основании результатов проведенных опытов можно сделать следующие выводы:

1. Выделены гибриды моркови обладающие высокой урожайностью товарных корнеплодов и превосходящие контроль: F<sub>1</sub> Белgrado, F<sub>1</sub> Ньюкасл, F<sub>1</sub> Норвегия, F<sub>1</sub> Кесена, F<sub>1</sub> Карсон.
2. Выявлены перспективные гибриды моркови, формирующие стандартные корнеплоды в объеме более 90%: F<sub>1</sub> Белgrado, F<sub>1</sub> Нактон, F<sub>1</sub> Аурантина
3. Установлено, что в процессе роста растений моркови изменяются морфологические показатели растений. Индекс формы корнеплода в пучковой спелости характеризует корнеплод как более удлиненный по сравнению с обрезной продукцией. Дана

характеристика ассимиляционного аппарата моркови в фазы пучковой и обрезной продукции. Установлен прирост числа листьев в период от всходов до пучковой и обрезной продукции.

#### **Библиографический список**

1. Борисов, В.А. Система удобрения овощных культур / В.А. Борисов. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 392 с.
2. Бунин, М.С. Морковь *Daucus carota L.* биологические особенности, селекция и семеноводство, агротехника воздействия / М.С. Бунин, М.К. Литвинова. – М.: Росинформагротех, 2004. – 162 с.
3. Корнев, А.В. и др. Иммунитет моркови зависит от окраски корнеплода / А.В. Корнев, Л.М. Соколова, Т.А. Терешонкова, В.И. Леунов, А.Н. Ховрин // Картофель и овощи. – 2015. – вып.2. – С.37-39.
4. Леунов, В.И. Сила влияния различных факторов на варьирование признаков моркови столовой / В.И. Леунов, И.С. Бутов // Картофель и овощи. – 2013. - №3. – С.29.
5. Литвинов, С.С. Научные основы современного овощеводства / С.С. Литвинов. – М.: РАСХН, 2008. – С.771.

УДК 631.17:633.491

#### **ПРИЁМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ РАННЕГО В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАННЕЙ ПРОДУКЦИИ**

*Дыйканова М.Е., старший преподаватель кафедры овощеводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** Изложены материалы исследований о влиянии технологических приёмов на формирование ранней продукции картофеля в условиях Московской области, позволяющих получать раннюю продукцию картофеля.

**Ключевые слова:** картофель ранний, проращивание на свету, сорта, урожайность, укрывной материал.

Получение ранней продукции картофеля остаётся актуальной в условиях Московской области, так как продукция пользуется спросом. Уборку картофеля раннего в Московской области проводят в конце июля - начале августа. Правильный подбор сортов и использование современных технологических приёмов выращивания позволяют получить продукцию в более ранние сроки (15...30 июля).

Исследования проводили в 2017...18 гг. на участке лаборатории овощеводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Повторность опытов 3-кратная. Варианты в опыте были размещены рендомизированным методом. Площадь одной опытной делянки 25 м<sup>2</sup>. В 2017...18 гг. варианты опытов: световое проращивание, без проращивания с укрывным материалом, в контрольном варианте посадочный материал не проращивали на свету. Схема посадки – 70×35 см. Использовали сорта: Удача, Жуковский ранний,

Снегирь, Ред Скарлет, Метеор. Сроки посадки – при прогревании почвы до 6...8 °С. Уборку производили в два срока: 15 июля и 30 июля.

Для защиты ранних посадок от поздних весенних заморозков был включен вариант с укрывным материалом. Наблюдениями за температурным режимом почвы установлено, что под укрывным материалом (Лутрасил, 17 г/м<sup>2</sup>), на глубине 15 см повышение температуры почвы составляет 1,5-3 °С, по сравнению с контролем. При наблюдениях за температурным режимом почвы установлено, что почва под укрывным материалом (Лутрасил) 17г/м<sup>2</sup> на глубине 15 см. в течение первого месяца вегетации картофеля раннего прогревалась в среднем на 2,4 ° выше, чем в контроле. Анализ динамики температуры почвы в утреннее время, показывающая степень её охлаждения в ночной период несколько сокращается, по сравнению с дневным периодом, но она всегда остаётся более высокой, в среднем на 1,5-3°С. В пасмурную погоду при понижении температуры в открытом грунте, замечено понижение температуры почвы и под укрывным материалом, но оно менее ощутимо, чем в варианте без укрытия. В среднем за весь период наблюдений, до снятия укрывного материала, разница в сумме среднесуточной температуры составила 1,3 °С. Максимально температура почвы прогревалась в дневное время, в среднем на 2-3 °С выше, чем без укрывного материала.

Использование технологических приемов на всех сортах оказало положительное влияние на среднюю урожайность, полученную до 1 августа.

Таблица

**Урожайность картофеля раннего (в среднем за 2017...2018гг.)**

Сорт	Вариант опыта	Урожайность, т/га
Удача	Контроль	26,1
	+Проращивание	29,3
	+Укрывание посадок	27,8
Снегирь	Контроль	25,7
	+Проращивание	28,8
	+Укрывание посадок	29,4
Метеор	Контроль	24,2
	+Проращивание	27,9
	+Укрывание посадок	26,8
Жуковский ранний	Контроль	27,8
	+Проращивание	30,5
	+Укрывание посадок	29,6
Ред Скарлет	Контроль	27,4
	+Проращивание	29,1
	+Укрывание посадок	30,9

При использовании проращивания урожайность в среднем за два срока уборки повышается на 11 % . Это объясняется тем, что растения, полученные из пророщенных клубней, используют полнее питательные вещества материнского клубня, это способствует развитию мощной корневой системы, что в дальнейшем влияет на развитие растения в целом.

При использовании укрывного материала без проращивания также происходит увеличение средней урожайности на 7...13 % в зависимости от сорта. При возделывании варианта с проращиванием и использованием укрывного материала

создались благоприятные умеренные условия, что в дальнейшем отразилось на урожайности.

### **Библиографический список**

1. Бутузов А.Е. Влияние укрывания на эффективность производства раннего картофеля / А.Е.Бутузов, И.Н. Гаспарян, М.Е.Дыйканова и др. – М.: Международный технико-экономический журнал №3, 2018. С15-21. ISSN 1995-4646.

2. Гаспарян И.Н., Дыйканова М.Е. Как повысить урожай раннего картофеля // Картофель и овощи. 2018. №2. С 29-31.

УДК 635.112

## **ВЫРАЩИВАНИЕ СЕМЕННИКОВ СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ**

**Воробьев Михаил Владимирович**, старший преподаватель кафедры овощеводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Богданова Варвара Дмитриевна**, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** описан опыт выращивания семенников столовой свеклы. Отработаны мероприятия по высадке корнеплодов, уборке и послеуборочной доработки семенников, хранению и реализации семян.

**Ключевые слова:** столовая свекла, сорт, семенник.

Несмотря на кажущуюся простоту, получить семена столовой свеклы высокого качества довольно трудно. Нехватка тепла и света – вот основные причины низких посевных качеств созревших семян. Для преодоления неблагоприятных условий на территории селекционной станции имени Н.Н. Тимофеева отработана и успешно применяется описанная ниже технология, благодаря которой на протяжении многих лет выращивается элита и суперэлита «Двусемянная ТСХА». Для дальнейшего размножения выбирают южные области, где семена высевают в июле, а сами семенники в более мягком климате образуются после зимовки.

В середине-конце апреля из хранилища извлекаются, заложенные на хранение, отобранные в прошлом году корнеплоды столовой свеклы. Главные критерии отбора: выровненность, оптимальный размер, форма, маленькие «головка» и «хвостик», чтобы избавить потребителей от большого числа отходов. В это время года почва еще не достаточно прогрета, поэтому используем прием «подращивания» и высаживаем половинки корнеплодов в пленочную теплицу, что позволит нам на 10-14 дней высадить растения раньше. Корнеплоды разрезаем аккуратно, так чтобы на каждой оставалась равная часть «хвостика» и «головки». Одновременно с этим оцениваем состояние мякоти, она должна быть бордовой сочной однородной без выраженных колец, хотя они и исчезают в процессе термической обработки, для семеноводства такие корнеплоды не годятся. При этом отбраковываем гнилые растения. Для дезинфекции ножа используем раствор марганцовки. Не забываем дегустировать мякоть и отбирать умеренно сладких

представителей, так как последнее время все большее внимание уделяется вкусу овощей.

В первой декаде мая подрощенные корнеплоды с появившимися листочками и корнями переносим в открытый грунт, где высаживаем в пролитые водой бороздки по схеме 90х50. В это время, как правило, почва уже достаточно прогрета для холодостойкой свеклы, а температура воздуха еще не слишком высокая и растения не засохнут. При ночных заморозках посадки можно укрыть нетканым материалом или присыпать почвой. Далее следует ухаживать за растениями. Рекомендуется провести две подкормки комплексными удобрениями в фазу активного начала роста листьев и затем во время налива семян. Регулярный полив, прополка и рыхление междурядий, а также окучивание, чтобы взрослые семенники не заваливались.

В конце июня – начале июля наступает активное цветение. Для лучшего опыления и завязываемости семян два раза в день после 10 и до 15 часов при открытых бутонах во время самого активного выделения пыльцы, рекомендуется тереть семенники палочкой. Этот прием позволяет увеличить количество семян на 10-15%. В это же время проводили отбор на двусемянность, так как большинство наших старых сортов многосемянные.

Семена созревают к концу августа, примерно через 60 дней от завязывания. Семенники можно убирать, когда на них созрело около 30% семян, остальные дозреют после. В нашем случае проводили уборку в конце августа и укладывали в теплицу. Через 10 дней приступили вручную к обмолоту семенников. В среднем удалось получить по 100 грамм семян с каждого растения. Семена помещали в бумажные пакетики, которые будут храниться в деревянных шкафах в комнатных условиях.

### **Библиографический список**

1. Лудилов, В.А. Семеноводство овощных и бахчевых культур.-М.:Глобус, 2000.
2. Прохоров, И.А. и др. Селекция и семеноводство овощных культур/И.А.Прохоров, А.В.Крючков, В.А. Комиссаров.-М.:Колос, 1997.
3. Прохоров И.А., Потапов С.П. Практикум по селекции и семеноводству овощных и плодовых культур.-2-е изд., перераб. и доп.-М.:Агропромиздат, 1988.
4. С.И.Сычева и Г.П. Мизунова; Сост. О.Т. Параскова. Семеноводство овощных и бахчевых культур: Справочник 3-е изд., перераб. и доп.-М.:Агропромиздат, 1991.
5. С.А. Фролов. Технологические карты на возделывание и уборку овощных культур и картофеля в Краснодарском крае: Учебное пособие/КубГАУ.-Краснодар, 2003.

## ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ ТОМАТА ГИБРИДА МАНАР В РАССАДНЫЙ ПЕРИОД

**Демьянова-Рой Галина Борисовна**, профессор кафедры растениеводства, селекции, семеноводства и луговодства, ФГБОУ ВО «Костромская ГСХА»

**Смирнова Наталья Владимировна**, аспирант кафедры растениеводства, селекции, семеноводства и луговодства, ФГБОУ ВО «Костромская ГСХА»

**Аннотация:** Впервые в условиях Костромской области (2 световая зона) изучено влияние регуляторов роста на формирование рассады растений томата F1 Манар. Приведены характеристики показателей фотосинтетической деятельности растений. Установлены предпочтительные варианты обработки рассады томатов селенатом натрия, КХН (концентрат хвойный натуральный)+Эпин-экстра и Селенат натрия+КХН+Эпин-экстра.

**Ключевые слова:** томат, закрытый грунт, фотосинтетическая деятельность, регуляторы роста, биологически активные вещества.

Высокий уровень конкуренции в овощеводстве закрытого грунта заставляет производителей искать все более продуктивные гибриды, что позволяет рост урожая и иногда качества продукции переносить на биологическую, селекционную составляющую, снижая технологические затраты на выращивание. При этом часто используются гибриды иностранной селекции, которые при выращивании в других регионах не имеют установленного уровня адаптации к климатическим условиям, поэтому в их технологии целесообразно применять антистрессовые препараты, биологически активные вещества.

В исследованиях авторов [1,2] рассмотрены теоретические и практические аспекты использования биологически активных веществ, при выращивании овощных культур на 67<sup>0</sup> с.ш.

В наших исследованиях по выращиванию томата Манар F1 в продленном обороте на базе тепличного комплекса ООО «Цветы Высоково» в 2018 году были применены регуляторы роста и биологически активные вещества:

1. Контроль – опрыскивание водой
2. Раствор селенат натрия
3. КХН (концентрат хвойный натуральный)
4. Эпин-экстра
5. Селенат натрия + КХН
6. Селенат натрия + Эпин-экстра
7. КХН + Эпин-экстра
8. Селенат натрия + КХН + Эпин-экстра.

Объектом исследований был индетерминантный, высокоурожайный гибрид томата Манар. Плоды Манар F1 не подвержены растрескиванию, темно-красного цвета. Для получения максимального урожая формирование кисти проводят на 4 плода, каждый весом 180-200 г.



Цель эксперимента заключалась в выявлении реакции растений гибрида Манар рассадного периода развития на опрыскивание их растворами биологически активных веществ и регуляторов роста, накопление ими органического вещества в процессе фотосинтеза.

Технологическими приемами выращивания рассады являются: автоматический режим полива растений, подача углекислого газа, применение исключительно биологических способов защиты растений от вредителей и болезней. Выращивание рассады производится на торфе с дальнейшим укоренением ее на минеральную вату[3].

Обработку рассады препаратами проводили два раза; через сутки после пикировки и за сутки до выставления рассады в теплицу на постоянное место, что соответствовало фазе активного вегетационного роста.

Наблюдения в опыте включали: определение площади листьев из расчета на 1 растение (таблица), как первичный показатель для расчета параметров фотосинтетической деятельности растений (рисунок 1,2), определение веса сырой массы растения.

Главная функция листа — образование и накопление органического вещества за счёт световой энергии из воды и углекислоты посредством фотосинтеза. Эту функцию могут выполнять в меньшей степени и другие части растения томата — стебли и плоды, но анатомическое строение листьев позволяет делать это наиболее эффективно.

Большое значение при выращивании рассады имеет площадь питания растений. Загущенное стояние и затенение стеблей ведет к быстрому росту их в высоту, что отрицательно сказывается на качестве рассады.

Таблица

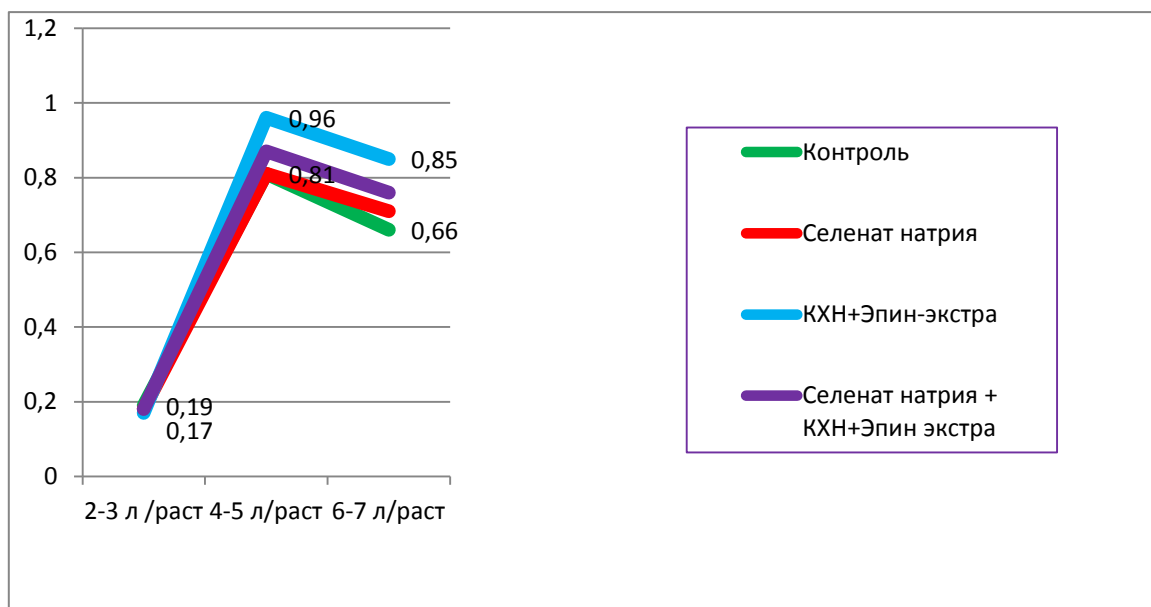
**Площадь листовой поверхности растений томата в зависимости от применения регуляторов и стимуляторов роста, см<sup>2</sup>/растение, 2018 г.**

Варианты	Периоды роста и развития		
	2-3 л./растение	4-5 л./растение	6-7 л./растение
1.Контроль – опрыскивание водой	238	830	1050
2.Раствор селената натрия	2398	836	1188
3.КХН	237	837	992
4.Эпин-экстра	241	769	877
5.Селенат натрия + КХН	246	762	890
6.Селенат натрия+ Эпин-экстра	236	762	898
7.КХН + Эпин-экстра	238	1027	1370
8.Селенат натрия + КХН + Эпин-экстра	242	928	1232
НСР <sub>05</sub>	-	17,11	86,86

На начальных фазах роста растений томата, при проведении пикировки растений, (2-3 л/раст.) существенных различий в площади листьев по вариантам опыта не наблюдали. Первые различия отмечены нами при формировании 4-5 листа на растении по вариантам – КХН + Эпин-экстра и Селенат натрия + КХН + Эпин-экстра. По мере развития растений, в фазе формирования 6-7 настоящих листьев, гибрид томата Манар показал положительные результаты применения препаратов уже на 3 вариантах опыта,

содержащих селен как в чистом виде так и в сочетаниях, площадь листьев существенно превышала Контроль.

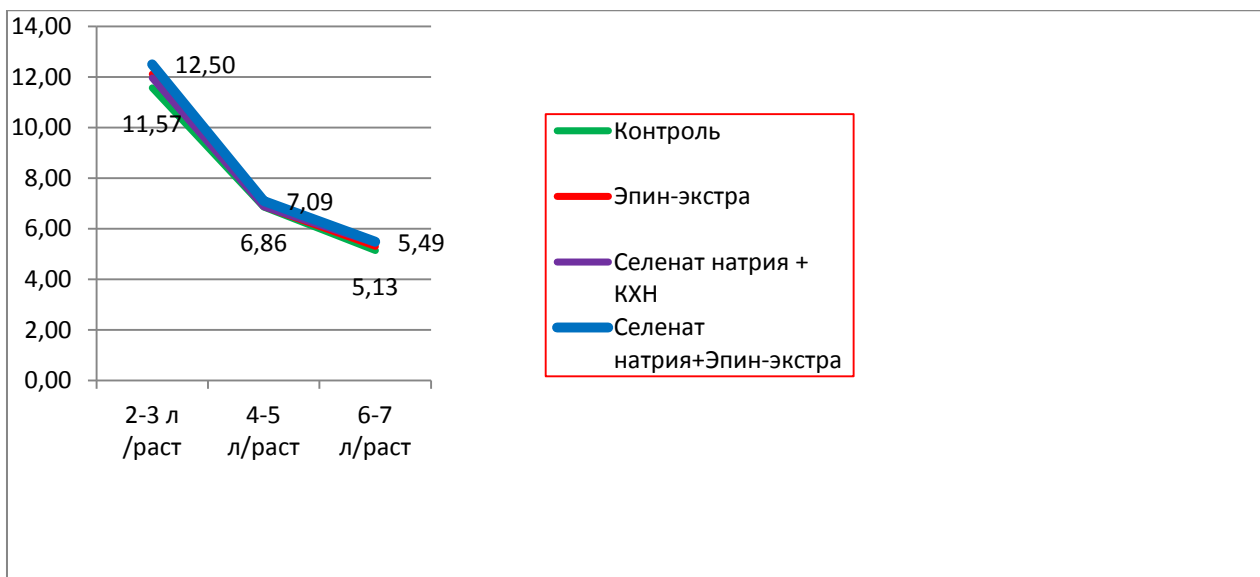
Оценивая продуктивность растений по деятельности фотосинтетического потенциала (ФП), отмечали: наибольший ФП сформирован растениями гибрида томата Манар на варианте КХН-Эпин-экстра – 0,96 м<sup>2</sup>/растение на фазу 3-4 листьев и 0,85 м<sup>2</sup>/растение на фазе 6-7 настоящих листьев по сравнению с Контролем - 0,81 м<sup>2</sup>/растение и 0,66 м<sup>2</sup>/растение соответственно (рисунок 1).



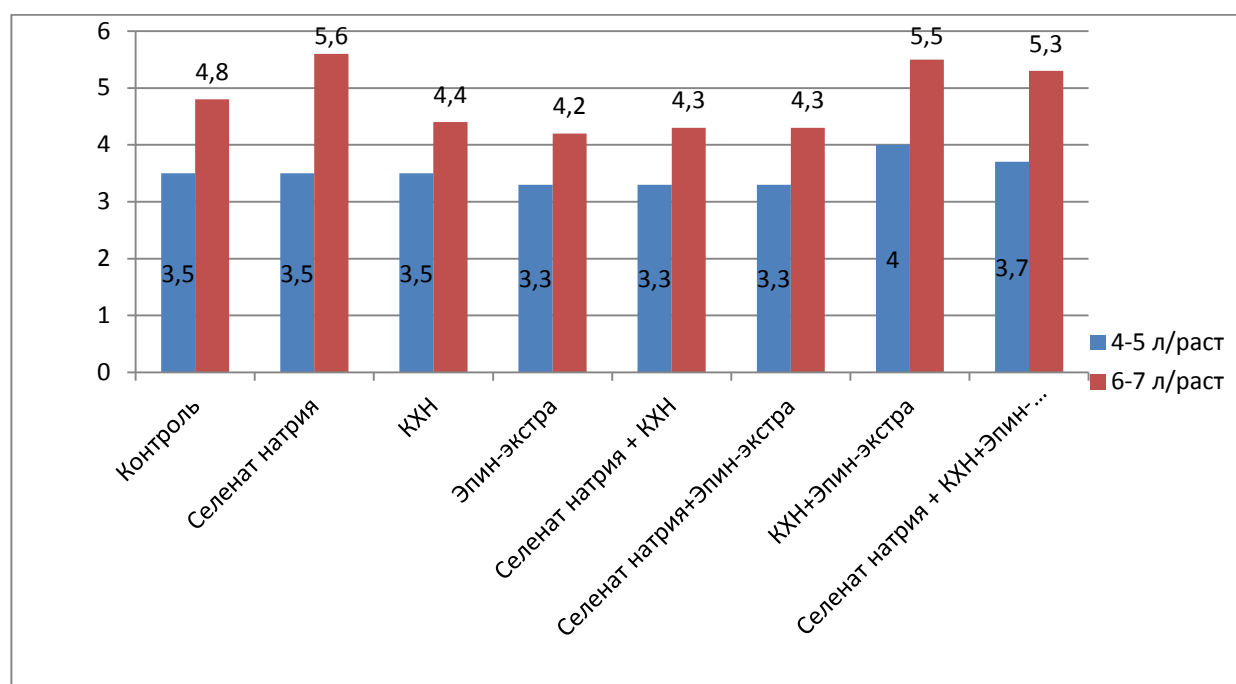
**Рис. 1. Фотосинтетический потенциал растений томата в зависимости от применения регуляторов и стимуляторов роста, м<sup>2</sup>/растение, 2018 г.**

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) растений томата F1 Манар по мере роста и развития в отличие от фотосинтетического потенциала снизилась к моменту формирования 6-7 настоящих листьев на растение в зависимости от вариантов опыта в 2 и более раза. При этом применение Селената натрия и его двойных сочетаний с другими регуляторами роста, а также применение Эпин-экстра в чистом виде является наиболее предпочтительным на этой фазе развития (рисунок 2).

Для более полной оценки действия регуляторов роста на рассаду растений гибрида томата Манар рассчитали среднесуточный прирост биомассы растений. При этом отмечали, что на фазе развития 4-5 настоящих листьев увеличение среднесуточного прироста по сравнению с Контролем показали 3 варианта – с применением Селената натрия, КХН и вариант с КХН и Эпин-экстра. На периоде роста и развития 6-7 настоящих листьев сохранилось преимущество по сравнению с контролем на вариантах с применением Селената натрия, КХН и Эпин-экстра, а также с применением биологически активных препаратов - Селенат натрия + КХН + Эпин-экстра (рисунок 3).



**Рис. 2. Чистая продуктивность фотосинтеза растений томата в зависимости от применения регуляторов и стимуляторов роста, гр. сухого вещества/растение/сутки, 2018 г**



**Рис. 3. Среднесуточный прирост растений томата F1 Манар, (гр. сырой массы / сутки)**

Таким образом, применение селена и его сочетаний с другими регуляторами роста в рассадный период имеет существенное влияние на увеличение параметров фотосинтетического потенциала и среднесуточный прирост биомассы растений гибрида томата Манар.

### Библиографический список

1. Демьянова-Рой Г.Б. Теоретические и практические аспекты использования биологически активных веществ в технологии выращивания овощных культур. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук/ Костромская государственная сельскохозяйственная академия. Москва, 2003.
2. Демьянова-Рой Г.Б., Голубкина Н.А., Жумаев А.Д. Эффективность применения селената и селенита при выращивании томата в защищенном грунте. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 2003, №2, С.-13.
3. Корнилов А.В. F1 Таганка: хороша по всем параметрам. Опыт выращивания гибрида в ОАО «ТК Высоковский»//Гавриш Культура томата в промышленных теплицах.

УДК 633.82/.83; 633.88; 635.1/.8

### КУЛЬТИВИРОВАНИЕ И СЕМЕНОВОДСТВО *LIGUSTICUM SCOTICUM SSP. HULTENII* (FERNALD) HULTEN – ЛИГУСТИКУМ ХУЛЬТЕНА - В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ПЕРВОГО МОСКОВСКОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

**Каращук Оксана Александровна**, агроном ботанического сада ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)

**Замятина Наталья Георгиевна**, агроном ботанического сада ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)

**Рогачев Юрий Борисович**, агроном ботанического сада ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)

**Аннотация:** На основании многолетних опытов в условиях ботанического сада Первого МГМУ им. И.М. Сеченова показана возможность культивирования и семеноводства *Ligusticum scoticumssp. hultenii* (Fernald) Hulten - Лигустикум Хультена – пищевого и лекарственного растения семейства зонтичных.

*Based on many years of experiences in the environment of the Botanical garden of the First MSMU n.a. I. M. Sechenov the possibility of cultivation and seed production of Ligusticum scoticumssp is shown. hultenii (Fernald) Hulten - Ligusticum Hulten – food and medicinal plants of the umbrella family.*

**Ключевые слова:** *Ligusticum scoticum ssp. hultenii* (Fernald) Hulten, Лигустикум Хультена, культивирование, семеноводство, лекарственные растения, пищевое использование.

Введение. Семейство Зонтичные (*Umbelliferae*) или Сельдереевые (*Apiáceae*), включает около 3700 видов 430 родов, распространённых по всему земному шару. [1]. Многие виды используются в европейской, народной, китайской медицинах и даже как пищевые растения и входят в официальную фармакопею [2, 3, 4]. В каталоге нашего ботанического сада числится 21 вид зонтичных растений, которые обладают спазмолитическим, антисептическим, седативным, кардиотоническим, мочегонным, ветрогонным действием и являются источником витаминов [5]. Один из них - *Ligusticum scoticum ssp. hultenii* (Fernald) Hulten (кит. 苏格兰当归) – Лигустикум

шотландский (син. Л. Хультена, Л. тихоокеанский, Корякская петрушка, Моржовник.). Распространен в северных областях Европы, на Дальнем востоке, Камчатке, Сахалине, в Хабаровском крае, Приморье, Японии, Корее, Северной Америке на галечниковых и песчаных морских берегах, в зоне прибоя, на приморских лугах, валах, дюнах, песках, скалах, каменистых и луговых склонах. [6, 7, 8].

К почвам культура не требовательна. Хорошо развиваться на средних (суглинистых) и тяжелых (глинистых), практически при любом значении рН и влажности. Может расти на литорали. Морозостоек (4-я зона), засухоустойчив, светолюбив. Зимует без укрытия. [9]. Вегетативно растение размножается делением корневищ.

Корни растения содержат полиацетиленовые соединения, фенолы и их производные (крокотон, миристин), 3-метокси-4,5-метилendioксикоричную кислоту, кумарины (0,18%: 7-метокси-8-сенециоилоксикумарин). В листьях обнаружены кумарины (скополетин), флавоноиды (лютеолин). В плодах - эфирное масло (0,91%), в его составе дилакиол, кумарины (0,13%). Применяется для лечения истерических и маточных расстройств. Семена используются как ветрогонное, дезодорирующее и стимулирующее средство. Кумарины растения обладают противоопухолевой активностью. Отвар корней назначается при дисменорее, как лактогенное, болеутоляющее, при параличах и астении. Настой употребляют при головной боли. [8, 9, 10, 11]

Все части растения используется в качестве приправы в салатах, супах, рагу и т. д. как в сыром, так и в вареном виде. Порошок семян добавляют, как ароматизаторы в супы и консервы. Засахаренные корни и молодые побеги используют как сладость. [9].

Объекты и методы исследования. Наш ботанический сад получил семена этого вида Лигустикума сбора 2014 г. от Натальи Александровны Татаренковой, хранителя фондов и научного сотрудника Алеутского краеведческого музея (остров Беринга). Осенью того же года они были высеяны на школьном участке ботсада. В 2015 г. Сеянцы были пересажены в коллекцию зонтичных растений на систематическом участке с плотностью посадки 16 растений на кв. м. В период вегетации проводились стандартные агротехнические мероприятия, исключая регулярный полив. Сбор и обработка семян осуществлялся вручную.

Результаты и обсуждение. Растения хорошо прижились, образовав плотную заросль.

В 2016 году нами отмечено цветение отдельных экземпляров, а в 2017 г массовое цветение и образование семян. Цветение происходит в июле – августе, а семена созревают с августа по сентябрь. Высота цветоносов 25-35 см.

Семенная продуктивность растений 4-ого года жизни была 0,120 кг с одного кв. м. Масса 1000 семян – 5,60 г. В лабораторных условиях при проращивании семян без стратификации семена через 14 дней не взошли и даже не наклюнулись. Хотя полевая всхожесть при посеве в грунт под зиму была удовлетворительная. Это подтверждает литературные данные о том, что семена Лигустикума Хультена нуждаются в стратификации [9]. Поэтому посев лучше всего производить свежими семенами под осень.

В 2017-2018 г. количество зеленой биомассы Лигустикума Хультена было достаточно, чтобы использовать ее как компонент зеленых салатов, супов, гарниров. Зелень собирали в минимальном количестве, чтобы не нанести вред растениям,

поэтому точного определения урожайности не проводилось. По экспертной визуальной оценке, урожайность при массовом сборе должна была бы в интервале от 1,5 до 1,8 кг с кв. м., что вполне сопоставимо с урожайностью листового сельдерея, петрушки и любистка.

Вкус и аромат, которые лигустикум придал приготовленным нами блюдам, напоминал вкус листового сельдерея и любистка. Зелень не становилась со временем жёсткой и грубой и была пригодна к потреблению весь период вегетации.

Выводы. Показана возможность культивирования и семеноводства Лигустикум Хультена в Нечерноземье России

Семена этого растения нуждаются в стратификации. Поэтому посев лучше всего производить свежими семенами под осень.

Зелень Лигустикума пригодна для использования в течении всего периода вегетации растения.

Урожайность зелени Лигустикума Хультена сопоставима с урожайностью других культивируемых зонтичных растени

#### **Библиографический список**

1. Гончаров М.Ю., Повыдыш М.Н., Яковлев Г.П. др. под. ред. Д.Д. Соколова. Систематика цветковых растений С.Пб. : СпецЛит, 2015. 176 с. С. 142-144

2. Алексеева Г.М., Белодубровская Г.А., Блинова К.Ф., Гончаров М.Ю., Жохова Е.В., Зеленцова А.Б., Мистрова А.А., Повыдыш М.Н., Пряхина Н.И., Скляревская Н.В., Стрелкова Л.Ф., Сыровежко Н.В., Теслов Л.С., Фомина Л.И., Харитоновна Н.П., Яковлев Г.П. Фармакогнозия, под ред. Г. П. Яковлева. -3-е изд., испр. и доп. - СПб. : СпецЛит, 2013. —848 с.: ил.

3. Замятина Н.А., Рогачев Ю.Б. Древесные и кустарниковые растения коллекции ботанического сада ПМГМУ им. И.М. Сеченова в традиционной и нетрадиционной медицине. «Современные аспекты использования растительного сырья и сырья природного происхождения в медицине». 5-ая научно-практическая конференция, 15.03.2017, М., под ред. Самылиной И.А., Луферова А.Н.; Ин-т фармации и трансляционной медицины, ПМГМУ им. И.М. Сеченова. – М.: Изд-во ПМГМУ им. И.М. Сеченова, 2017. – 284 с. С. 91-94.

4. Карашук О.А., Замятина Н.Г., Рогачев Ю.Б. Малораспространенные лекарственные зонтичные растения в ботаническом саду Первого Московского Медицинского Университета и возможность их интродукции в Нечерноземье.

5. Луферов А.Н., Замятина Н.Г., Михайлова Ю.В. Каталог флоры ботанического сада Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова под редакцией Самылиной И.А. – М. : Изд-во Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, 2017. – 216 с.

6. Пименов А.Г., Остроумова Т.А. Зонтичные (Umbelliferae) России. - Москва: КМК, 2012. С.

7. [http://en.sakhalinmuseum.ru/exhb\\_id\\_39845.php](http://en.sakhalinmuseum.ru/exhb_id_39845.php)

8. <https://all-begonias-tamaravn.blogspot.ru/2015/07/ligusticum-scoticum.html>

9. <https://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Ligusticum+scoticum>

10. [http://www.medherb.ru/lig\\_sc.htm](http://www.medherb.ru/lig_sc.htm)

11. [http://www.travolekar.ru/php/show\\_herb.php?herb\\_id=979&search=Ligusticum](http://www.travolekar.ru/php/show_herb.php?herb_id=979&search=Ligusticum)

## ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СВОЙСТВА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СНЫТИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*AEGOPODIUM PODAGRARIA*)

**Романов Дмитрий Викторович**, старший научный сотрудник Центра молекулярной биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Сныть обыкновенная имеет долгую историю использования в медицине, выращивалась в качестве лекарственной травы в Средние века. Все части растения обладают противоревматическим, мочегонным, успокоительным и ранозаживляющим действием. В ходе экспедиции по территории России (от Кавказа до Байкала, протяженность маршрута 23 тыс. км.), нами была собрана уникальная коллекция, состоящая из 96 индивидуальных растений сныти. Ведется анализ коллекции и поиск кариоморф.

**Ключевые слова:** *aegopodium podagraria*, сныть обыкновенная, устойчивость, распространение, цитогенетика.

Сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.) - многолетнее травянистое растение семейства Зонтичные = Сельдерейные (*Umbelliferae* = *Apiaceae*). Уникальное растение, которое обладает рядом хозяйственно-ценных признаков: использование в пищу, отличный медонос, превосходные лечебные свойства, высокая кормовая ценность. Имеет долгую историю использования в медицине, выращивалась в качестве лекарственной травы в Средние века. Все части растения обладают противоревматическим, мочегонным, успокоительным и ранозаживляющим действием. Используется при лечении ревматизма, артрита, болезней мочевого пузыря и кишечника, а также при ожогах, укусах, ранах, болях в суставах и др. [1, 2, 3]. В России распространена широко почти по всей европейской части от Карелии до Пермского края и Саратовской области, а также в южной полосе Сибири до Байкала, на Северном Кавказе [4], что свидетельствует о ее устойчивости к болезням, вредителям, неблагоприятным погодным условиям [5]. Эти качества позволяют рекомендовать сныть для использования в селекции Зонтичных, к которым относятся многие сельскохозяйственно-важные растения, такие как морковь, сельдерей, укроп, петрушка, кориандр, тмин и другие.

Для этого необходимо проводить селекционную работу по переносу генов хозяйственно-ценных признаков: устойчивости к болезням и вредителям, химического состава и др., от сныти другим сельскохозяйственно-важным представителям Зонтичных. Однако, чтобы селекционная работа велась более продуктивно, необходимо изучать сныть на молекулярно-генетическом и цитогенетическом уровне. Сныть остается генетически малоизученным видом: в базе данных NCBI размещено лишь 55 нуклеотидных последовательностей сныти. Что касается цитогенетики, то у сныти это направление также слабо развито: учеными было посчитано число хромосом сныти, но без построения кариотипов. Это обуславливает необходимость сбора коллекции

растений снати с разным числом хромосом для дальнейшего ее молекулярно-цитогенетического изучения.

В ходе экспедиции нами были обследованы обширные территории России, протяженность маршрута составила около 23 тыс. км. Была собрана уникальная коллекция, состоящая из 96 индивидуальных растений снати из 48 различных мест. Всего было обследовано 24 региона РФ.

Нами был разработан высокоэффективный метод приготовления препаратов хромосом, в настоящее время ведется приготовление цитологических препаратов метафазных хромосом для всех изучаемых индивидуальных растений снати обыкновенной. Также изучаются лечебные свойства снати обыкновенной и возможность передачи этих свойств хозяйственно-ценным представителям семейства Зонтичные. Результаты работы помогут осуществить переход к экологически чистому сельскому хозяйству, уменьшить дозы применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений, создать безопасные и качественные продукты питания.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-76-00018)

### **Библиографический список**

1. Nilsson J., D'Hertefeldt T. Origin matters for level of resource sharing in the clonal herb *Aegopodium podagraria* // *Evolutionary Ecology*. – 2008. – Т. 22. – №. 3. – С. 437-448.

2. Wittig R. The origin and development of the urban flora of Central Europe // *Urban Ecosystems*. – 2004. – Т. 7. – №. 4. – С. 323-329.

3. Stefanovic O. et al. Antibacterial activity of *Aegopodium podagraria* L. extracts and interaction between extracts and antibiotics // *Turkish Journal of Biology*. – 2009. – Т. 33. – №. 2. – С. 145-150.

4. Tutin T. G. et al. *Flora Europaea*. Vol. 2. Rosaceae to Umbelliferae // *Flora Europaea*. Vol. 2. Rosaceae to Umbelliferae. – 1968.

5. Adwan G., Abu-Shanab B., Adwan K. Antibacterial activities of some plant extracts alone and in combination with different antimicrobials against multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* strains // *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. – 2010. – Т. 3. – №. 4. – С. 266-269.

УДК 581.412

### **ОБ ОСОБОМ ТИПЕ КЛОНОВ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ**

**Коровкин Олег Алексеевич**, профессор кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева

**Аннотация:** В статье содержатся сведения об особом типе вегетативного размножения - эмбриодогении. Рассмотрены особенности формирования соматических зародышей и типы эмбриодогении. Показаны различия между эмбриодогенией и апомиксисом. Отмечены особенности клонов, формирующихся в результате эмбриодогении.



**Ключевые слова:** апомиксис, вегетативное размножение, клон, соматический зародыш, эмбриоид, эмбриоидогения

В течение многих лет нами проводились исследования по изучению закономерностей формирования и структуры растительных клонов, возникающих в процессе вегетативного размножения растений [4]. Вегетативное размножение – увеличение числа особей в результате естественного или искусственного отделения от материнского растения независимо от его возраста специализированных или неспециализированных органов или их частей, способных к самостоятельному развитию. Вегетативное размножение настолько свойственно растениям, что их можно рассматривать как автотрофные вегетативно размножающиеся организмы. При этом с повышением уровня организации растительных организмов их способность к вегетативному размножению становится все более специализированной и стабильной. И это коренным образом отличает растительный мир от животного мира.

Наибольший интерес при изучении вегетативного размножения вызывает вопрос о потенциальной способности отдельных частей организма к самостоятельному существованию, т.е. вопросу о степени омоложения вегетативных потомков по сравнению с материнским организмом и в связи с их происхождением. Не без основания считается, что наиболее глубоко омоложенными являются дочерние организмы, развившиеся из специализированных органов вегетативного размножения: клубней, луковиц, прикорневых розеток и т. д. Однако в природе существуют растительные клоны, возникшие в результате особого типа вегетативного размножения – очевидно, еще более эффективного и успешного.

Поэтому, говоря сегодня о вегетативном размножении, нельзя не остановиться на этом его особом типе, который стали выделять и изучать относительно недавно. Речь идет об эмбриоидогении – образовании зародыша из соматических клеток. Огромный вклад в изучение этого интереснейшего явления в жизни растений внес крупнейший отечественный ученый-эмбриолог Татьяна Борисовна Батыгина [1,2]. Понятие «эмбриоидогения» рассматривается ею как особый, ранее не выделявшийся тип вегетативного размножения. Зародыш, формирующийся из соматической клетки, называют эмбриоидом, или соматическим зародышем, или адвентивным зародышем [1,3]. Иногда используют термин «зародышеподобная структура». Эмбриоид – зачаток растительного организма, возникающий без полового процесса (асексуально), может образовываться экзогенно или эндогенно; из одной соматической клетки, иногда – из группы клеток (эмбриоидного клеточного комплекса). Он может формироваться как *in vivo*, так и *in vitro*.

Основное отличие эмбриоида от типичного (полового, или зиготического) зародыша заключается в происхождении: первый развивается из соматической клетки (клеток), второй – из зиготы. В остальном они весьма схожи: оба представляют собой биполярные структуры, которым свойственны симметрия и гистологическая дифференциация. Они выполняют одинаковые функции, являясь соответственно органами размножения – вегетативного и полового. Только в первом случае речь идет о гетерофазной репродукции, во втором – о гомофазной.

Явление эмбриодогении распространено достаточно широко – оно встречается у растений как разных семейств так и разных экогрупп. В зависимости от места образования эмбрионов на теле растения выделяют две формы эмбриодогении: репродуктивную и вегетативную. При репродуктивной эмбриодогении формирование соматических зародышей происходит в цветке или в семени, при вегетативной – на вегетативных органах растения.

Среди репродуктивной эмбриодогении (ее еще называют флоральной) выделяют эмбриональную и овулярную. Эмбриональная (монозиготическая, кливажная) эмбриогения включает случаи образования эмбрионов из соматических клеток половых зародышей на самых ранних этапах их развития. Кливажный (от английского cleave – рассекать, раскалывать). зародыш может развиваться и из суспэнзора. В этом случае в семени из одной зиготы развиваются два типа зародышей дочернего спорофита - половой и соматический. При овулярной эмбриодогении эмбрионы развиваются из клеток нуцеллуса или интегументов семязачатка, т.е. из клеток материнского спорофита.

Известна особенность формирования зародышей в семени представителей рода пион, у которых развитие эмбриона заканчивается на ранних этапах эмбриогенеза, а из клеток его протодермы формируются более 20 эмбрионов, но живым из них остается только один. В этом случае гетерофазная репродукция сменяется гомофазной.

Эмбриональная эмбриодогения известна не только у покрытосеменных растений (семейства *Liliaceae*, *Lobeliaceae*, *Lorantaceae*, *Orchidaceae*, *Papaveraceae*, *Poaceae*), но и у голосеменных растений (*Cryptomeria*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Sequoia* и др.).

Нуцеллярная и интегументальная эмбриодогения встречаются у растений более широко (отмечены у более 250 видов). При овулярной эмбриодогении соматические зародыши формируются на разных этапах развития семязачатка. Они могут образовываться как из одной клетки нуцеллуса или интегумента, так и из клеточного комплекса, формирующегося в результате деления клеток.

В семенах цитрусовых часто наблюдается одновременное протекание процессов эмбриогенеза и эмбриодогении, что приводит к формированию нескольких зародышей – полиэмбрионии. Следует подчеркнуть, что в этом случае в одном семени могут формироваться не только половые и соматические зародыши, но среди последних – как эмбриональные, так и овулярные. И у всех этих зародышей генотипы будут разные.

Среди вегетативной эмбриодогении выделяют фолиарную, каулигенную и ризогенную. Варианты ее встречаются у растений определенных таксономических групп. При фолиарной эмбриодогении соматические зародыши образуются на листьях. Их часто называют выводковыми почками, листовыми зародышами. Классическим примером растения с листовыми эмбрионами является *Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken., у которого они образуются в углублениях зубчатого края листовой пластинки. Закладываются такие эмбрионы эндогенно из покоящихся меристем. В отличие от эмбрионов до последних стадий своего развития сохраняют связь с проводящей системой материнского растения. Сформировавшиеся из эмбрионов проростки отделяются от листа в результате образования отделительного слоя.

Нами изучались особенности морфогенеза растений *Bryophyllum daigremontianum* (Hamet. et Parrier) A. Berger., развивавшихся из сформировавшихся на листьях адвентивных зародышей. Исследование показало, что темп развития, скороспелость и структура побегов растения не зависели ни от положения эмбриоида, из которого оно развилось, на листе материнского побега, ни от положения листа на этом побеге. В то же время изучавшиеся растения отличались сильной гетерогенностью названных признаков, т.е. были похожи на растения, развивавшиеся из семян.

Каулигенная эмбриония наблюдается, например, у лютика ядовитого. Соматические зародыши образуются у него из клеток эпидермы стебля экзогенно. Формирование их мало отличается от формирования эмбрионов.

Рассматривая вопрос об адвентивной эмбриогении, естественно, невозможно не остановиться на явлении апомиксиса – образовании зародыша без слияния гамет. Апомиксис в растительном мире явление весьма распространенное - он отмечен у более 300 родов, относящихся к 80 семействам покрытосеменных растений, известен он и у высших споровых растений.

Если в середине прошлого века апомиксис трактовали достаточно широко, понимая под ним все способы размножения, не связанные с половым процессом, то сегодня рамки этого понятия значительно сужены. Прежде всего было введено понятие "агамоспермия", чтобы отличать образование семян без оплодотворения от тех, где семя формируется вследствие развития зародыша из зиготы. Также было отмечено, что широкая трактовка термина "апомиксис" не учитывает различия между гетерофазной репродукцией (с чередованием поколений) и гомофазной, при которой чередования поколений не наблюдается. В связи с этим из понятия "апомиксис" были исключены адвентивная эмбриония и вегетативное размножение. Позже было предложено использовать понятие "гаметофитный апомиксис", при котором нормально развивается женский гаметофит, но, при этом как правило, отсутствуют мейотическое деление и процесс оплодотворения.

Выделяют автономный и стимулятивный гаметофитные апомиксисы. Автономный протекает без процесса опыления, зародышевый мешок формируется без мейоза, зародыш(и) формируется без оплодотворения. Стимулятивный апомиксис происходит с обязательным опылением, которое обеспечивает развитие вторичного эндосперма из центральной клетки зародышевого мешка. Без эндосперма нормальное развитие апомиктического зародыша не происходит [3].

Развитие женского гаметофита при гаметофитном апомиксисе происходит по-разному: в одних случаях он формируется из соматических диплоидных клеток нуцеллуса или халазы семязачатка (апоспория), в других - из археспориальной клетки или мегаспоры, также обычно диплоидных (диплоспория). Следует подчеркнуть, что и при апоспории и при диплоспории сохраняется чередование поколений даже при отсутствии чередования ядерных фаз.

При апоспории и диплоспории нормальные партеногенетические зародыши могут формироваться из разных клеток зародышевого мешка: яйцеклетки (партеногенез), синергид и антипод (апогамия). Например, развитие зародышей из синергид отмечено у *Alchemilla*, *Lilium*, *Poa*, *Taraxacum*, из антипод - у *Allium*, *Hieracium*.

Гаметофитный апомиксис и амфимиксис представляют собой независимые варианты образования нового спорофита и могут проявляться у растений одного вида.

В литературе можно встретить понятие "семенной апомиксис", под которым объединяют гаметофитный апомиксис и адвентивную эмбрионию. Но, как отмечает Т.Б. Батыгина, соматические зародыши нельзя объединять с гаметофитными зародышами и рассматривать их в рамках семенного апомиксиса из-за их разного генезиса (соответственно гомофазной и гетерофазной репродукции).

По мнению Т.Б. Батыгиной эмбриониды следует рассматривать как особый тип зачатков новых индивидуумов, а процесс эмбрионидогении нельзя определять как форму партенокарпии. Размножение растений с помощью эмбрионидов или сформировавшихся из них проростков, а также семенами с эмбриоидами разного происхождения (кливажными монозиготическими, интегументальными или нуцеллярными) необходимо рассматривать как особую форму вегетативного размножения.

Подводя итог вышеизложенному, нужно отметить следующее. Нет сомнений, что эмбрионидогения представляет собой один из способов естественного вегетативного размножения растений. Часто в литературе его называют новым, но это неверно - ведь для существующих на планете высших растений он совсем не нов. Совокупность всех растений, развивающихся из эмбрионидов, образовавшихся на одном растении, представляет собой клон. Как и при вегетативной, так и при репродуктивной эмбрионидогении (какую бы ее форму мы не рассматривали - эмбриональную или овулярную), из сформировавшихся эмбрионидов развиваются новые растительные организмы (индивидуумы), т.е. осуществляется естественное вегетативное размножение, следствием которого является образование клонов особого типа. Специфической особенностью этих клонов будет то, что возникать они будут при размножении растений семенами (!). Вряд ли в природе существует клон с более высокой степенью омоложения вегетативных потомков. Кроме этого клоны, возникающие в результате эмбрионидогении, безусловно, отличаются наиболее диффузной пространственной структурой, которая не позволяет определить границы клона, а также неопределенно долгой продолжительностью жизни.

При этом важно подчеркнуть, что в семени параллельно могут образовываться два типа клонов. Один из них, клон материнского растения, может формироваться в результате нуцеллярной и интегументальной эмбрионидогении, второй, клон дочерней особи, образуется в процессе кливажной монозиготической эмбрионидогении.

Не следует забывать, что в семени образование эмбрионидов может происходить одновременно с развитием обычных половых зародышей. Из находящихся в семени эмбриона и эмбрионидов разного происхождения (эмбриональных и овулярных) будут развиваться растения с разными генотипами. Таким образом, в подобных случаях репродуктивная и вегетативная эмбрионидогении приводят к генетической гетерогенности семян, а следовательно и растительных популяций. Популяция может быть представлена особями, относящимися к разным клонам. Нельзя не отметить еще один важный факт. Так как изучение эмбрионидогении пока не привело к созданию представлений об истинных масштабах ее распространения, то при проведении

определенного ряда научных исследований следует учитывать возможность образования эмбриоидов у изучающихся растений.

К сожалению, несмотря на накопленный Т.Б. Батыгиной и ее коллегами огромный научный материал, эти аспекты эмбриоидогении часто остаются за рамками внимания исследователей, занимающихся вопросами как теоретической, так и прикладной ботаники.

#### **Библиографический список**

1. Батыгина Т.Б. Биология развития растений. Симфония жизни. СПб.: Изд-во ДЕАН, 2014. - 764 с.
2. Батыгина Т.Б., Виноградова Т.Ю. Феномен полиэмбрионии. Генетическая гетерогенность семян // Онтогенез.– 2007. – т. 38. - № 3. – С. 1-26.
3. Глазко В.И. Экология XXI века: словарь терминов. М.: Курс: ИНФРА-М, 2017. – 991 с.
4. Коровкин О.А. О типах и структуре клонов столонообразующих луковичных геофитов//Известия ТСХА. - 2013. - № 2. - С. 48-54.

УДК 635.63:631.527

### **ОЦЕНКА ИНБРЕДНЫХ РОДИТЕЛЬСКИХ ЛИНИЙ И ГИБРИДОВ ОГУРЦА НА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ**

*Ушанов Александр Анатольевич, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** В результате проведения лабораторной оценки на солеустойчивость селекционных образцов огурца были выделены источники устойчивости к засолению. Отсутствие корреляции между мощностью развития корневой системы у проростков огурца и их солеустойчивостью не позволяет проводить отбор по этому признаку.

**Ключевые слова:** огурец, солеустойчивость, NaCl, хлорид натрия, чашка Петри.

Огурец в южных областях нашей страны часто культивируется на почвах, подверженных засолению. Вместе с тем, культура огурца относится к соленеустойчивым культурам и при засолении 0,1 – 0,4 % рост и развитие огурца сильно замедляются [1]. Засоление, особенно хлоридное, является причиной ухудшения водного баланса огурца. В результате повреждения проводящей системы, токсического влияния солей на растения огурца происходит снижение урожайности и товарности продукции. Поэтому наравне с высокой урожайностью и товарностью плодов огурца необходимо вести селекцию на устойчивость к засоленности почвы и водных источников, используемых для орошения. Проведение оценки устойчивости к засолению при выведении родительских линий гибридов F1 в полевых условиях требует значительных затрат времени, трудовых и денежных ресурсов. Использование же лабораторных экспресс

методов диагностики позволяет за короткий срок провести надежную оценку солеустойчивости селекционных образцов огурца.

В связи с этим, оценка инбредных линий и гибридов огурца на солеустойчивость и создание в дальнейшем на их основе F1 гибридов устойчивых к засолению является актуальной задачей.

Исследования проводили в лаборатории селекции, генетики и биотехнологии РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева в 2017 году. Опыт был заложен согласно методическим указаниям [2].

Объектом исследования служили 5 F1 гибридов и 20 инбредных гиноцидных партенокарпических линий огурца из коллекции селекционной станции имени Н. Н. Тимофеева. Семена огурца со всхожестью в дистиллированной воде не менее 100 % в соответствии с методическими указаниями по определению солеустойчивости овощных культур посеяли на фильтровальную бумагу в чашки Петри по 30 штук в каждую. Затем в каждую чашку Петри залили по 10 мл раствора, приготовленного из дистиллированной воды и хлорида натрия в концентрациях 0,25 %; 0,5 % и 1 %. В контрольном варианте использовали дистиллированную воду. Опыт проводился в трех повторностях. Чашки Петри на двое суток поместили в термощкаф с постоянной температурой +28 °С. После прорастания семян, проростки в чашках Петри перенесли на лабораторные столы с дополнительным освещением люминесцентными лампами дневного света. Через семь суток после начала прорастания семян измерили длину главного корня всех проростков. Для определения степени снижения роста корней в различных концентрациях солевого раствора использовалась следующая формула:

$A = B/C * 100\%$ , где B – среднее значение длины корня при проращивании семян на растворе хлорида натрия, C – среднее значение длины корня в контроле и A – степень снижения роста корней.

Проростки по устойчивости к засолению в каждом варианте концентрации солевого раствора согласно амплитуде изменения длины главного корня разделили на шесть групп. Каждой группе был присвоен балл солеустойчивости, наивысший - группе с самыми длинными корнями. Была выбрана следующая градация признака: при длине главного корня менее 50 % от контрольного варианта - 0 баллов (отсутствие устойчивости); 50 – 55% - 1 балл; 56 – 60 % - 2 балла; 61 – 70 % - 3 балла; 71 – 80 % - 4 балла и более 80 % - 5 баллов. По формуле, предложенной В. В. Громовой, был рассчитан индекс солеустойчивости:  $X = \sum a^b/y^n * 100\%$ , где a – количество проростков в каждой группе, b – оценка группы в баллах, y – общее количество семян, взятых для проращивания, n – наивысшая оценка в баллах.

Согласно результатам исследований (таблица 1), при проращивании в контрольном варианте на дистиллированной воде наиболее мощная корневая система была у проростков огурца следующих образцов: Добрыня F1; Кречет F1; B(20)1- 14322; A4-12413; Z7-5БН23; S(20)2-3234; S(20)1-12184; L(17)1-31.

Отсутствие корреляционной связи ( $r=0,29$ ) между длиной главного корня в контрольном варианте и индексом солеустойчивости проростков (таблица 2) не позволяет проводить отбор на устойчивость к засолению по мощности развития корневой системы огурца. Вероятно, в устойчивости к засолению участвуют механизмы,

действующие на физиолого-биохимическом уровне по нейтрализации негативного влияния высоких концентраций солей [3].

Таблица 1

**Средняя длина главного корня у проростков огурца при проращивании в растворах хлорида натрия, см**

Селекционный образец	H <sub>2</sub> O дист.	Концентрация NaCl в растворе, %		
		0,25%	0,5%	1%
Добрыня F1	9,76±0,89	6,72±0,68	5,47±0,75	1,45±0,14
Кассандра F1	5,37±2,25	4,57±0,84	2,48±0,43	1,27±0,24
Троя F1	7,89±0,93	5,43±0,53	3,46±0,33	1,36±0,46
Кречет F1	9,66±1,47	6,56±0,67	4,11±0,25	1,98±0,09
Феникс плюс F1	8,23±1,11	5,01±0,66	4,44±0,47	2,04±0,18
T(18)1 – 363	7,26±0,75	3,45±0,27	3,17±0,27	0,88±0,11
K(13)2 -2(10)	9,03±0,62	7,23±0,66	3,62±0,36	1,29±0,29
K(11)1- 12414	7,61±0,53	5,44±0,50	1,84±0,33	0,86±0,23
M71 – (11)	7,2±0,84	4,39±0,31	1,81±0,27	0,73±0,12
M43 – 3154	8,17±0,91	4,93±0,46	2,22±0,26	1,27±0,11
E3-3442	8,06±0,49	4,53±0,21	2,85±0,25	0,97±0,09
Dir 1-8	7,88±1,06	4,73±0,29	2,54±0,26	1,09±0,18
Bejo 4-11	6,85±0,62	3,99±0,86	1,70±0,21	0,82±0,21
B(20)1 – 14322	9,58±0,94	6,23±0,59	3,57±0,27	1,77±0,15
A615H(14)	7,49±1,12	4,48±0,87	3,28±0,23	1,06±0,21
A4-12413	9,75±0,98	7,17±0,90	2,32±0,86	0,63±0,15
Z1 – 1(11)БН23	8,18±0,88	4,55±0,44	2,82±0,28	1,13±0,13
Z7-5БН 23	10,32±1,35	5,15±0,77	2,82±0,34	1,34±0,12
S(20)1- 111	6,83±0,95	6,24±0,89	3,81±0,12	1,81±0,18
S(20)2 – 3234	10,91±1,22	5,99±0,43	3,84±0,32	2,04±0,28
S(20)1- 12184	11,25±0,96	6,47±1,05	3,85±0,48	1,73±0,13
L(17)1 – 31	9,32±1,37	6,15±0,57	3,96±0,24	1,72±0,17
D(18)1 – 1142	8,07±1,01	5,52±0,90	3,55±0,27	1,47±0,15
Ввс 2-481дл3	7,48±0,63	4,89±0,55	3,80±0,35	1,75±0,36
Вал 102. 15343.	8,3±1,31	6,05±0,81	4,20±0,53	1,65±0,35

В результате проведённых исследований, F1 гибриды Добрыня и Кассандра, а также инбредные линии K(13)2 -2(10), Вал 102. 15343 и S(20)1- 111 имели наивысший индекс солеустойчивости (33 – 47%), гибрид Феникс плюс, инбредные линии K(11)1-12414, A4-12413 и Ввс 2-481дл3 обладали средней устойчивостью к засолению (индекс солеустойчивости 27%). Остальные селекционные образцы согласно индексу солеустойчивости от 7 до 20% можно отнести к неустойчивым к засолению.

**Снижение длины главного корня в зависимости  
от концентрации NaCl, в % к контролю.**

Селекционный образец	Р - р 0,25% NaCl	Бал	Р - р 0,5% NaCl	Бал	Р - р 1% NaCl	Бал	Индекс солеуст., %
Добрыня F1	69	3	56	2	15	0	33
Кассандра F1	85	5	46	0	24	0	33
Троя F1	69	3	44	0	17	0	20
Кречет F1	68	3	43	0	20	0	20
Феникс плюс F1	61	3	54	1	25	0	27
T(18)1 – 363	51	1	44	0	12	0	7
K(13)2 -2(10)	80	5	40	0	14	0	33
K(11)1- 12414	71	4	24	0	11	0	27
M71 – (11)	61	3	25	0	10	0	20
M43 – 3154	60	2	27	0	16	0	13
E3-3442	56	2	35	0	12	0	13
Dir 1-8	60	2	32	0	14	0	13
Bejo 4-11	58	2	25	0	12	0	13
B(20)1 – 14322	65	3	37	0	18	0	20
A615H(14)	60	2	44	0	14	0	13
A4-12413	74	4	24	0	6	0	27
Z1 – 1(11)БН23	56	2	34	0	14	0	13
Z7-5БН 23	50	1	27	0	13	0	7
S(20)1- 111	91	5	56	2	27	0	47
S(20)2 – 3234	55	1	35	0	19	0	7
S(20)1- 12184	58	2	34	0	15	0	13
L(17)1 – 31	66	3	42	0	18	0	20
D(18)1 – 1142	68	3	44	0	18	0	20
Ввс 2-481дл3	65	3	51	1	23	0	27
Вал 102. 15343	73	4	51	1	20	0	33

Выделенные селекционные образцы с высоким индексом солеустойчивости, могут использоваться в дальнейшем в качестве исходного материала при селекции огурца на устойчивость к засолению.

**Библиографический список**

1. Чистякова Л.А., Тимошенко И.В., Ховрин А.Н. // Огурец: оценка на солеустойчивость / Картофель и овощи, 2015. № 5. с. 39-40.
2. Балнокин Ю. В. Ионный гомеостаз и солеустойчивость растений. LXX Тимирязевские чтения. — Наука Москва, 2012. — с. 102.
3. Рекомендации и методические указания по селекции и семеноводству огурца/Под общ. Ред. Акад. РАСХН В.Ф. Пивоварова и акад. МАИ П.Ф. Кононова// ВНИИССОК. М. 1999.



## ТРАВЯНИСТАЯ ФЛОРА ДЕНДРОСАДА ИМЕНИ Р.И. ШРЕДЕРА

**Чичёв Александр Владимирович**, профессор кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Фатин Сергей Николаевич**, инженер кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Травянистая флора дендросада им. Р.И. Шредера сформировалась под действием абиотических и биотических экологических факторов. Ее анализ по антропотолерантности показывает, что она представлена преимущественно аборигенными, характерными для зональных ценозов видами.

**Ключевые слова:** дендросад им. Р.И. Шредера, травянистая флора

Дендрологический сад был заложен Р.И. Шредером на месте пашни.

Травянистая флора сада формировалась под действием как абиотических, так и биотических факторов.

Олуговевшие территории в саду, в том виде в каком они известны сейчас, возникли стихийно в промежутке между 1915 и 1935 гг. в связи с отмиранием групп растений, посаженных Р. И. Шредером в центральной части.

В 1959-68 гг. на большинстве участков сада с коллекционными растениями (№№ 1-5, 8, 10-12), дернина была снята, почва перекопана и посеяны газонные травы: *Arrhenaterum elatius*, *Lolium perenne*, *Festuca rubra*, *Festuca ovina*, *Bromus inermis*, *Trifolium pratense* и др.). Однако в дальнейшем на ряде затененных участков сеяные травы были в значительной мере вытеснены снытью (*Aegopodium podagraria*) и манжеткой (*Alchemilla subcrenata*), а на некоторых хорошо освещенных участках - ястребинкой (*Hieracium pilosella*), подорожником (*Plantago lanceolata*) и другим разнотравьем. На салицетуме (участок 11) травяной покров после перекопки возник естественным путем (посева газонных трав не проводили), при этом в первые два года отмечалось массовое развитие колокольчика (*Campanula rotundifolia*), вытесненного впоследствии клевером и злаками (*Trifolium pratense*, *Arrhenaterum elatius*, *Poa pratense*, *Anthoxanthum odoratum*). На открытых участках сада высаживали красиво цветущие травянистые растения.

Растения на олуговевших местообитаниях на территории сада ежегодно скашивали после обсеменения растений.

Анализ видового состава травянистой флоры проводился с учетом антропотолерантности растений (Чичёв А.В., 2014). Согласно примененной методике, растения разделялись на несинантропные (индигенофиты и синапофиты), синантропные (апофиты, антропофиты и эргазиофиты) и адвентивные (голо- и гемизепофиты, колонофиты, эфемероидофиты и эфемерофиты).

Полученные коэффициенты антропотолерантности (для аборигенной флоры  $K_{аб} = 78,6$ , для синантропной -  $K_{сан} = 21,4$ , для адвентивной -  $K_{ад} = 8,7$ ) показывают, что флора

олуговевших местообитаний представлена преимущественно аборигенными, характерными для зональных ценозов видами.

На зональную принадлежность флоры дендрологического сада указывает и то, что первые 3 ведущие семейства флоры сада и индигенной флоры Московской области совпадают.

На то, что травянистая флора дендрологического сада аналогична аборигенной флоре природных ненарушенных территорий области указывают:

- совпадение 9 семейств среди ведущих семейств флоры сада и индигенной флоры области;

- корреляция видового богатства семейств флоры области и сада, не входящих в число ведущих;

- различие в числе ведущих семейств синантропной и адвентивной флоры области и флоры сада.

Наши исследования указывают на то, что дендрологический сад им. Р.И. Шредера уникален не только своей коллекцией деревьев и кустарник, но и травянистой флорой. Ее фитоценотическая ценность, заключается в том, что она показывает, что при длительном охранном статусе местообитаний растений в условиях урбанизированной территории возможно восстановление и сохранение природной зональной флоры, правда в основном эвритопных видов, в составе природного комплекса г. Москвы.

#### **Библиографический список**

1. Чичёв, А.В. Методика изучения флоры на антропогенных местообитаниях с учетом антропотолерантности растений / Родионов Б.С., Чичёв А.В. Экологическая оценка территории по растительному покрову. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014 – 76 с.

УДК: 635.132:631.527.8

#### **ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ШОКА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭМБРИОГЕНЕЗА В КУЛЬТУРЕ МИКРОСПОР МОРКОВИ**

**Чистова Анастасия Викторовна**, ассистент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Культура микроспор моркови позволяет получать гомозиготные растения, которые могут быть использованы в качестве закрепителей стерильности или отцовских линий при получении  $F_1$ -гибридов моркови по трехлинейной схеме. Показано, что увеличение продолжительности культивирования изолированных микроспор при температуре  $32,5^{\circ}\text{C}$  с 2 до 5 суток достоверно повышает эффективность эмбриогенеза.

**Ключевые слова:** морковь, удвоенные гаплоиды, эмбриогенез.

Производство  $F_1$ -гибридов моркови на трехлинейной основе требует наличия изогенной пары мужски стерильная линия – закрепитель стерильности и отцовских линий с высокой комбинационной способностью. Желательно, чтобы отцовские линии

также были закрепителями стерильности, так как в этом случае F<sub>1</sub>-гибрид будет мужски стерильным, что обеспечит биологическую защиту авторских прав. Чтобы увеличить вероятность получения линий с высокой комбинационной способностью, в качестве исходного материала для получения удвоенных гаплоидов следует использовать лучшие гибриды моркови столовой. В данной работе микроспоры отбирали из бутонов F<sub>1</sub>-гибридов Нактон, Меркурио, Волкано и инбредной линии СКН. Корнеплоды выращивали в поле по общепринятой методике, после уборки хранили, затем высадили в теплице. Из молодых отрастающих листьев выделили ДНК, методом молекулярно-генетического маркирования выявили растения с нормальной цитоплазмой [1], материал для введения в культуру отбирали именно с этих растений.

Микроспоры выделяли по общепринятой методике [2], культивировали на питательной среде NLN с добавлением 0,1 мг/л 2,4-Д, 0,1 мг/л НУК, 400 мг/л гидролизата казеина. Изучали два варианта продолжительности теплового шока. Чашки Петри с суспензией микроспор культивировали в термостате при температуре 32,5°C в течение 1) 2 суток; 2) 5 суток. Далее суспензию культивировали при температуре 24°C в темноте до появления эмбриоидов, затем чашки поместили на шейкер. Через 1-2 недели культивирования на шейкере эмбриоиды пересаживали на твердую питательную среду без регуляторов роста для прорастания. В зависимости от варианта опыта сформировалось от 0 до 10 эмбриоидов на чашку Петри (10 мл суспензии), в среднем 2,4 шт. эмбриоидов/ 10 мл суспензии.

Дисперсионный анализ показал достоверное влияние продолжительности температурного шока на эффективность эмбриогенеза в культуре микроспор моркови. Увеличение продолжительности высокотемпературного шока достоверно повысило эффективность эмбриогенеза в среднем по генотипам с 1,5 до 3,5 шт. эмбриоидов/ 10 мл суспензии.

### **Библиографический список**

1. Чистова, А.В. Применение метода молекулярно-генетического анализа для выявления растений моркови с цитоплазмой типа «петалоид» // А.В. Чистова / Картофель и овощи. – 2018. – №9. – С.6-8.
2. Custers, J.B.M. Microspore culture in rapeseed (*Brassica napus* L.) / J.B.M. Custers // Doubled Haploid Production in Crop Plants: A Manual/Edited by M. Maluszynski. – 2003. – P.185-193.

## ЭПИДЕРМАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ НЕКОТОРЫХ ОБРАЗЦОВ *ORIGANUM VULGARE L.*

**Козловская Ламара Николаевна**, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева  
**Богомолов Сергей Александрович**, магистр кафедры овощеводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Эпидермальные структуры *Origanum vulgare L.* представлены наружными выделительными структурами: желёзками и железистыми волосками, а также трихомами и устьичным аппаратом диацитного типа. Наибольший диаметр эфиромасличных железок составлял 52,5 мкм. Самая высокая плотность эфиромасличных железок на листьях составляла 14,2 шт/мм<sup>2</sup>, а самое высокое содержание эфирного масла – 0,48 % были выявлены у растений *Origanum vulgare L.*, сорт *Aureum*.

**Ключевые слова:** душица, эфиромасличные железки, железистые волоски, эфирное масло, трихомы, устьичный аппарат.

Значительная часть лекарственных препаратов, созданных на основе природного сырья, производится на основе эфирных масел, природных полифенольных соединений, терпеноидов, полисахаридов [1, 2, 6].

Одним из наиболее важных аспектов в изучении эфиромасличных растений является определение мест локализации и накопления эфирных масел. К основным секреторным структурам, накапливающим эфирные масла, относятся секреторные образования, которые имеют эндогенное или экзогенное происхождение, и различаются строением, размерами, химическим составом секретов и плотностью распределения на органах растений [7]. Выявление наиболее высокопродуктивных эфиромасличных растений в настоящее время по-прежнему является важной задачей.

Душица обыкновенная, (*Origanum vulgare L.*) – полиморфный вид многолетних травянистых растений семейства Яснотковые (*Lamiaceae*).

Эфирное масло *Origanum vulgare L.* получают отгонкой с водяным паром из цветущих растений. Выход масла находится в пределах 0,2 – 0,5% [2]. Его химический состав весьма непостоянный и зависят от группы факторов: генетических особенностей популяции, географического происхождения конкретной популяции, погодноклиматических условий выращивания, фенологической фазы растения во время заготовки сырья, структуры урожая, возраста заготавливаемых растений и других. [1, 7].

Согласно литературным данным, содержание эфирного масла в наземных частях растений различных популяций значительно варьирует. Так, например, в греческой популяции *Origanum vulgare subsp. vulgare* содержание эфирного масла колеблется от 0,1 до 0,3%; а у *Origanum vulgare subsp. viridulum* (Martrin-Donos) Nyman – от 0,3 до 0,8%. Варьирование этого показателя у Сицилийской популяции *Origanum vulgare subsp. hirtum* (Link) Letsw. составляет от 0,3% до 5,0%. [8].

Как известно из литературы, в отличие от секреторных структур представителей семейств *Asteraceae*, *Apiaceae* и других, наружные секреторные структуры представителей семейства *Lamiaceae* и в частности *Origanum vulgare* L. представлены: железистыми волосками, состоящими из одноклеточной ножки и одноклеточной головки шаровидной или овальной формы и желёзками, состоящими из короткой 1-клеточной ножки и 8-клеточной головки. [4-7]. К эпидермальным структурам относится устьичный аппарат и кроющие трихомы, простые, многоклеточные, с грубобородавчатой поверхностью. У душицы диацитный тип устьичного аппарата: замыкающие клетки устьица с двумя околоустьичными клетками, смежные стороны которых расположены перпендикулярно устьичной щели [7].

Для выявления наиболее продуктивных образцов *Origanum vulgare* L. и их дальнейшего использования в селекции нами было проведено сравнительное изучение эпидермальных структур растений: определены диаметр эфиромасличных желёзок; плотность расположения желёзок; тип устьичного аппарата; плотность расположения устьиц; размер длинных трихом разных образцов *Origanum vulgare* L.

Материалом исследования явились растения вида *Origanum vulgare* L. шести разных образцов (сортов и популяций *Origanum vulgare* L.): *Origanum vulgare* L., университет Г. Менделя, Брно, Чехия (образец № 1); *Origanum vulgare* L., Киргизия (образец № 2); *Origanum vulgare* L., сорт *Aureum*, университет Г. Менделя, г. Брно, Чехия (образец № 3); *Origanum vulgare* L., сорт *Thumbless variety*, университет Г. Менделя, г. Брно, Чехия (образец № 4); *Origanum vulgare* L. сорт Чехия 1, Чехия (образец № 5); и *Origanum vulgare* L., сорт Чехия 2, Чехия (образец № 6).

Так как в качестве лекарственного сырья *Origanum vulgare* L. заготавливаются наземные части растений, основными объектами исследования явились листья каждого образца. Микроскопические исследования проводили на временных препаратах нижней эпидермы пятого листа, считая от верхушки растения. Микроскопию осуществляли при помощи световых микроскопов *Primo Star Carl Zeiss* и ЛОМО МИКМЕД-1. Фотографии получали при увеличении 150х и 400х. Диаметр желёзок и длину трихом определяли при помощи окуляр-микрометра 9х *Ernst Zeits Wetzlar*. При расчетах применялись методы математической статистики и программа Microsoft Excel. [3].

Эфирное масло получали методом перегонки с водяным паром, после этого измеряли объема полученного масла. Содержание масла выражали в объёмно-весовых процентах в пересчете на сухое сырье. [2, 3, 7].

Было проведено микроскопическое исследование нижней эпидермы листьев всех образцов душицы. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Характеристики эфиромасличных желёзок, устьиц и простых трихом нижнего эпидермиса в средней части листа**

Образцы	Эфиромасличные желёзки			Устьица	Трихомы
	Диаметр, мкм	Плотность, шт/мм <sup>2</sup>	Кол-во эфирного масла, %	Плотность, шт/мм <sup>2</sup>	Длина, мкм
1. (образец № 1)	52,5±0,3	11,3±0,22	0,42	28,3±0,4	187,5±0,25
2. (образец № 2)	46,2±0,2	10,7±0,15	0,32	16,5±0,35	180±0,15

3. (образец № 3)	40,3 $\pm$ 0,15	14,2 $\pm$ 0,2	0,48	23,1 $\pm$ 0,43	192,5 $\pm$ 0,2
4. (образец № 4)	42,5 $\pm$ 0,12	12,7 $\pm$ 0,55	0,36	21,2 $\pm$ 0,27	410 $\pm$ 0,35
5. (образец № 5)	35,2 $\pm$ 0,5	9,9 $\pm$ 0,3	0,28	20,1 $\pm$ 0,22	250 $\pm$ 0,23
6. (образец № 6)	42,5 $\pm$ 0,4	9,9 $\pm$ 0,5	0,30	24,5 $\pm$ 0,17	280 $\pm$ 0,28

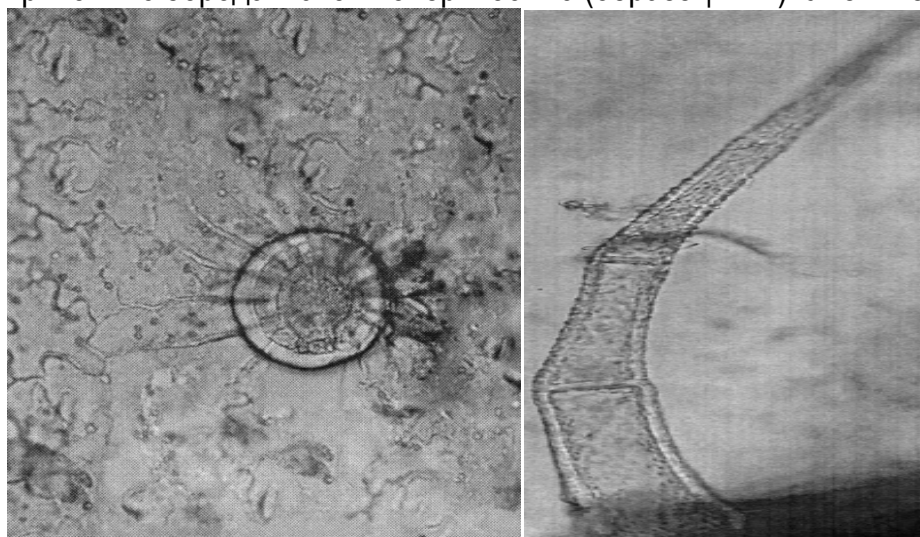
Из представленных в таблице результатов видно, что наибольшая плотность устьиц была выявлена у растений образца № 1 (*Origanum vulgare* L., университет Г. Менделя, г. Брно, Чехия. (28,3 $\pm$ 0,4 шт/мм<sup>2</sup>).

Было установлено, что для изученных нами образцов характерен диацитный тип устьичного аппарата, что соответствует литературным данным [1, 2, 7].

Железистые структы, на нижней эпидерме листьев: железистые волоски располагались вдоль жилок, тогда как эфиромасличные железки располагались на нижней эпидерме между жилками. У растений образца № 1 был выявлен самый большой диаметр железок (52,5 $\pm$ 0,3 мкм). При плотности расположения железок составляло 11,33 $\pm$ 0,22 шт/мм<sup>2</sup>, а содержание эфирного масла у растений этого образца было достаточно высоким и составляло 0,42 %.

Несмотря на то, что диаметр железок у растений образца № 3 не был самым большим и составлял 40,3 мкм, однако, у этих растений отмечалась самая высокая плотность расположения эфиромасличных железок (14,2 $\pm$ 0,2 шт/мм<sup>2</sup>), и, возможно, именно поэтому у растений образца № 3 (*Origanum vulgare* L. сорт *Aureum*, университет Г. Менделя, г. Брно, Чехия) отмечалось самое высокое содержание эфирного масла – 0,48 %.

На рисунке 1. Представлены фотографии эпидермальных структур образцов *Origanum vulgare* L.: эфиромасличной железки с 8-клеточной головкой (образец № 1) и 4-клеточной трихомы с бородавчатой поверхностью (образец № 4). Увеличение 400х.



**А**

**Б**

**Рис. 1. Эпидермальные структуры образцов *Origanum vulgare* L.**

**А** – эфиромасличная железка с 8-клеточной головкой (образец № 1); **Б** – 4-клеточная трихома с бородавчатой поверхностью (образец № 4)

Таким образом, в результате исследования эпидермальных структур некоторых образцов (сортов и популяций *Origanum vulgare* L. разного географического

происхождения) выявлено, что величина эфиромасличных желёзок и плотность их расположения являются существенными факторами, влияющими на содержание эфирного масла в растении.

Наиболее высокопродуктивными эфиромасличными растениями изученных нами образцов оказались растения образца № 3 (*Origanum vulgare* L., сорт *Aureum*, университет Г. Менделя, г. Брно, Чехия). У растений этого образца были выявлены самые крупные эфиромасличные желёзки. Содержание эфирного масла у них составляло 0,48 %. Наименьшая плотность расположения эфиромасличных желёзок была выявлена у растений образцов № 5 и № 6 ( $9,9 \pm 0,3$  и  $9,9 \pm 0,5$  соответственно). Диаметр желёзок у растений этих образцов составлял  $35,2 \pm 0,5$  мкм и  $42,5 \pm 0,4$  мкм, а содержание эфирного масла составляло 0,28% и 0,30% соответственно.

Наиболее длинные трихомы нижнего эпидермиса были обнаружены на нижней эпидерме листьев растений *Origanum vulgare* L. сорт *Thumbless variety*, университет Г. Менделя, г. Брно, Чехия (образец № 4), ( $410 \pm 0,35$  мкм), а наибольшая плотность устьиц была выявлена у растений популяции *Origanum vulgare* L., университет Г. Менделя, Брно, Чехия (образец № 1).

#### Библиографический список

1. Богомоллов С.А., Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н. Сравнительное изучение некоторых биохимических и морфологических особенностей хемотипов *Origanum vulgare* L. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2. – С. 77-85.
2. Государственная фармакопея РФ. – М.: Медицина. – 2015. XIII издание. – Том III; ФС. 2.5. 0012.15. – С. 391-401.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Калиниченко Л.В., Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н. Сравнительная оценка продуктивности иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) в зависимости от сорта и происхождения образца. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 5. – С. 171-176.
5. Маланкина Е.Л., Кузнецова Л.В., Козловская Л.Н., Комарова Е.Л., Евграфов А.А. Использование декоративных сортов календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) в качестве источника лекарственного растительного сырья в условиях Нечерноземной зоны России. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 2. – С. 106-110.
6. Минович, В. М. Фармакогностическое исследование представителей родов *Origanum* L. и *Rhododendron* L. флоры Восточной Сибири: автореф. дис. доктора фарм. наук / В. М. Минович. – Улан-Удэ, 2010. – 41 с.
7. Мягих Е.Ф. Морфо-биологические особенности и хозяйственно ценные признаки *Origanum vulgare* L. в предгорной зоне Крыма в связи с задачами селекции: дисс...канд.биол. наук/ Е.Ф.Мягих. – Симферополь, 2015. – 223 с.
8. Kokkini S., Korousou R., Dartioti A., Krigas N., Janaras T. Autumn essential oils of Greek oregano. // Phitochemistry (Oxford). – 44 (5). – 1997. – P. 883-886.

## НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ – *ORIGANUM VULGARE* L.

**Козловская Ламара Николаевна**, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева  
**Богомолов Сергей Александрович**, магистр кафедры овощеводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Результаты анализа компонентного состава эфирного масла растений семи популяций *Origanum vulgare* L. разного географического происхождения, позволили выявить три группы хемотипов: хемотип кариофилленового типа с преобладанием  $\beta$ -кариофиллена и 6-гидроксикариофиллена, хемотип линалоольного типа с преобладанием линалоола и хемотип цинеольного типа с преобладанием 1,8-цинеола (эвкалиптола). Это позволяет предположить существование общих путей биосинтеза терпенов для представителей семейства *Lamiaceae*. Также установлено что, у отдельных, относящихся к разным типам компонентного состава эфирного масла наблюдалось повышенное содержание фенолов в основном за счёт *p*-цимола.

**Ключевые слова:** эфирное масло, хемотипы, эфирное масло, кариофиллен, сесквитерпены, линалоол, цимол, полифенолы.

Представители рода *Origanum* L. широко используются в качестве пряных и лекарственных растений благодаря аромату и выраженному противовоспалительному и успокаивающему действию [1, 6]. На территории России ареал *Origanum vulgare* L. значительно более обширный, чем у других представителей рода *Origanum* L., дизъюнктивный [3].

Фармакогностическое значение душицы определяется содержанием флавоноидов (лютеолин и его производные), полифенолов, розмариновой кислоты а также эфирного масла в количестве от 0,08% до 0,7% [1, 2, 4, 5, 7]. Однако, в связи с высокой полиморфностью вида показатели содержания этих веществ, а также компонентный состав и соотношение отдельных компонентов эфирного масла сильно варьируют, что характерно для растений с обширным дизъюнктивным ареалом, к которым относится душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) [3, 5, 9].

В связи с этим целью данной работы явилось сравнительное изучение некоторых биохимических показателей лекарственного сырья популяций (*Origanum vulgare* L.) разного географического происхождения.

Изучались растения душицы популяций различного географического происхождения: *O. vulgare* L., сорт *Aurea*, г. Брно, Чехия, (образец № 1); *O. vulgare* L., сорт Фея, Россия (образец № 2); *O. vulgare* L., Германия (образец № 3); *O. vulgare* L., Киргизия (образец № 4); *O. vulgare* L., Чехия, (образец № 5); *O. vulgare* L. Московская область (образец № 6); *O. vulgare* L. Палава (образец № 7). Растения выращивали посевом в кассеты в теплице в апреле, высаживали в начале июня на участок. В качестве растительного сырья заготавливали растения, начиная со второго года их



жизни в фазе массового цветения, сушили в тени и затем определяли содержание эфирного масла методом гидродистилляции (EuPh), и определяли его количество [2].

Образцы эфирного масла растворяли в гексане в соотношении 1:300 и исследовали методом газовой хроматографии на хроматографе Shimadzu GC MS 2010 с масспектрометрическим детектором GCMS-QP 2010. Использовалась капиллярная неполярная колонка Optima-1 (Macherei-Nagel DBR), 25 метров длиной, с внутренним диаметром 0,25 мм. Идентификацию компонентов проводили по временам их удержания и линейным индексам удерживания, по данным электронной библиотеки масс-спектров NIST 11, а также полученные масс-спектры сравнивали с атласом спектров [8].

Определение содержания суммы флавоноидов проводили в сухом сырье на спектрофотометре алюмохлоридным методом после реакции с хлоридом алюминия, а сумму полифенолов определяли в сухом сырье по Фоллину–Чекальтеу [10].

Данные некоторых исследователей свидетельствуют о взаимосвязи между содержанием отдельных групп вторичных метаболитов. Так например, алкалоидоносные растения относительно редко накапливают летучие терпеноиды и наоборот. В нашей работе мы попытались выявить взаимосвязь между накоплением полифенолов, в том числе флавоноидов и эфирного масла.

В таблице представлены результаты определения содержания суммы флавоноидов, полифенолов и эфирного масла в образцах семи различных образцов (хемотипов) *O. vulgare* L. за 2 года. Содержание фенольных соединений и флавоноидов довольно стабильно, тогда как показатели содержания эфирного масла варьируют, что в значительной степени определялось погодными условиями. По содержанию полифенолов исследуемые образцы (хемотипы) *O. vulgare* L. превосходили другие представители семейства Lamiaceae, выращенные в условиях Московской области. В 2015 г. содержание суммы полифенолов в лекарственном сырье находилось в пределах от 3,94 % (образец № 1) до 7,19% (образец № 7), тогда как в 2016 г. составляли от 6,80 % (образец № 4) до 7,74 % (образец № 2) [4].

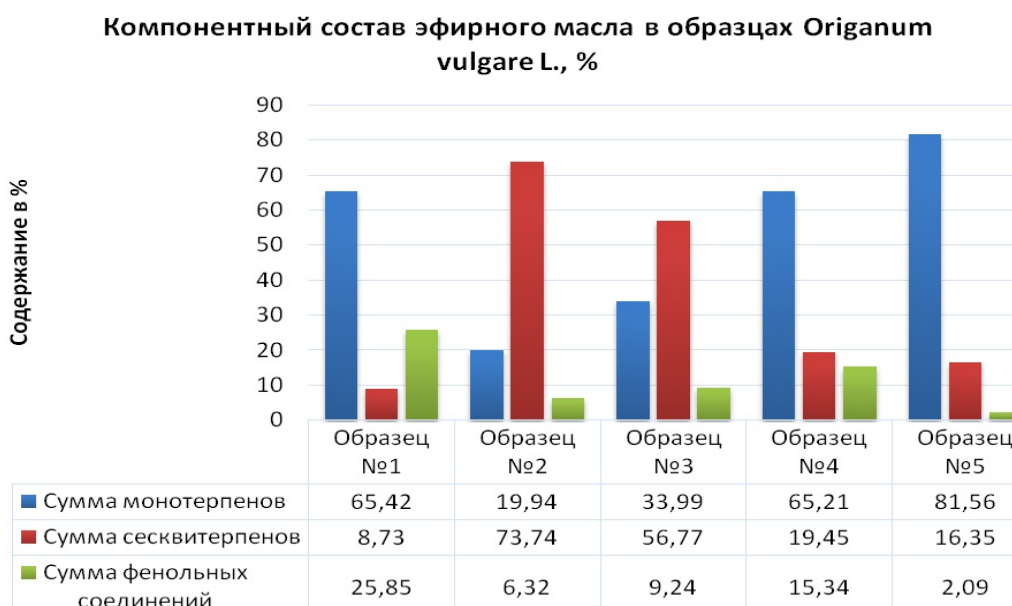
Содержание флавоноидов в сырье *O. vulgare* L. было достаточно высоким по сравнению с другими Lamiaceae. Так в 2015 г содержание флавоноидов находилось в пределах от 2,14% (образец №3) до 3,04 % (образцы №1 и №7), В 2016 г. содержание флавоноидов составляло от 1,34 % (образец №6) до 3,52 % (образец №1).

Таблица

**Содержание флавоноидов, полифенолов и эфирного масла  
в образцах *Origanum vulgare* L.**

Номер образца	Содержание суммы флавоноидов, в %		Содержание суммы полифенолов, в %		Содержание эфирного масла, в % на сухой вес	
	2015г	2016г	2015г	2016г	2015г	2016г
1	3,04	3,52	3,94	6,89	0,37	0,19
2	2,21	2,58	4,67	7,74	0,24	следы
3	2,14	2,01	6,81	7,02	0,41	0,27
4	2,55	1,86	6,89	6,80	0,22	0,39
5	2,62	2,26	7,12	6,95	0,48	0,45
6	2,32	1,34	6,95	7,28	0,08	0,08
7	3,04	2,56	7,19	6,95	0,08	0,16
НСР	0,05	0,04	0,07	0,09	0,02	0,01

Содержание эфирного масла в сухом сырье *O. vulgare* L. находилось в пределах от 0,12 до 0,48 %, причем максимальные значения для всех образцов были зафиксированы у растений в фазе массового цветения. В результате анализа компонентного состава эфирного масла в сырье растений семи разных популяций (образцах) *Origanum vulgare* L. разного географического происхождения были идентифицированы 66 компонентов, причем эфирное масло исследуемых образцов существенно отличалось по компонентному составу и по соотношению отдельных компонентов.



**Рис. 1. Содержание основных компонентов в эфирном масле *Origanum vulgare* L.**

Как видно из представленного на рисунке 1 графика, эфирное масло растений семи образцов характеризовалось преобладанием либо монотерпенов, либо сесквитерпенов. Исходя из анализа компонентного состава эфирного масла, видно, что образцы можно условно разделить на три группы:

1. Кариофилленовый тип. В эфирном масле содержится более половины сесквитерпенов (73,74%) с преобладанием β-кариофиллена и 6-гидроксикариофиллена (образцы № 2 и № 3).

2. Линалоольный тип. В эфирном масле более половины составляют монотерпены с преобладанием линалоола (от 23,31% – образец № 4 до 40,29% – образец №1).

3. Цинеольный тип. Эфирное масло с преобладанием 1,8-цинеола (эвкалиптола), в котором более 1/5 приходится на 1,8-цинеол (эвкалиптол), (образец № 5).

У отдельных образцов (образцы № 1 и № 4), относящихся к разным типам компонентного состава эфирного масла наблюдалось повышенное содержание фенолов (от 15 до 25%), в основном за счёт п-цимола (13-17%).

Выявленное отличие популяций *Origanum vulgare* L. разного географического происхождения по преобладающим компонентам эфирного масла соответствует

представлениям других исследователей о типах химического состава эфирного масла чабера, базилика, розмарина и некоторых других эфиромасличных культур, что позволяет предположить существование общих путей биосинтеза терпенов для растений семейства *Lamiaceae* [5].

### Библиографический список

1. Богомолов С.А., Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н. Сравнительное изучение некоторых биохимических и морфологических особенностей хемотипов *Origanum vulgare* L. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2. – С. 77-85.
2. Государственная фармакопея РФ. М.: Медицина. – 2015. XIII издание. – Том III; ФС. 2.5. 0012.15. – С. 391-401.
3. Копанева Г.А., Шретер А.И. Душица обыкновенная (материнка) – *Origanum vulgare* L. // Атлас ареалов и ресурсов лек. растений СССР. – М.: Изд-во ГУГК, 1976. – С.234.
4. Маланкина Е.Л., Ткачёва Е.Н., Козловская Л.Н. Лекарственные растения семейства Яснотковые (*Lamiaceae*) как источники флавоноидов. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2018. – Т. 21. – № 1. – С. 30-35.
5. Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н., Солопов С.Г., Зайчик Б.Ц., Ружицкий А.О., Евграфов А.А. Особенности компонентного состава эфирного масла чабера садового (*Sauterja hortensis* L.) в зависимости от сорта. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 19-29.
6. Мирович, В. М. Фармакогностическое исследование представителей родов *Origanum* L. и *Rhododendron* L. флоры Восточной Сибири: автореф. дис. ... доктора фарм. наук / В. М. Мирович. – Улан-Удэ, 2010. – 41 с.
7. Мягих Е.Ф. Морфо-биологические особенности и хозяйственно ценные признаки *Origanum vulgare* L. в предгорной зоне Крыма в связи с задачами селекции: дисс...канд. биол. наук / Е.Ф.Мягих. – Симферополь, 2015. – 223 с.
8. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. – Новосибирск: Офсет, 2008. – С. 969.
9. Gongg HY, Liud WH., LV. GY., Analysis of essential oils of *Origanum vulgare* from six production areas of China and Pakistan «Revista Brasileira de Farmacognosia». – Vol. 24. – 2014. – P. 25-32.
10. Conributii la studiul fizico-chimical flavonoizilor din *Origanum vulgare* / V. Antonescu [et al.] // Farmacia.– Vol. 30. – № 4. – 1982. – P. 201–208.

## **МОДУЛИ, АРХИТЕКТУРНЫЕ ЕДИНИЦЫ, СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ МОНОРИТМИЧЕСКИХ ПОБЕГОВ: ОБЪЕМ ТЕРМИНОВ И ПЕРЕСЕЧЕНИЯ СМЫСЛОВ**

*Матюхин Дмитрий Леонидович, доцент кафедры Ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** Проведено сравнение смыслов широко применяемых в современной морфологии растений понятий модуль и архитектурная единица с относительно редким термином система элементарных моноритмических побегов. Обсуждено их значение и описаны границы их непротиворечивого применения.

**Ключевые слова:** побег, системы побегов, модули, архитектурные модели, системы элементарных моноритмических побегов

С начала формирования понятийного аппарата морфологии тело растений рассматривали как объединение некоторых структурных единиц. Модули – непересекающиеся подмножества, на которые можно разбить тело растения. Объединение этих подмножеств весь организм.

Модульные организмы отличаются тем, что в их теле хорошо различимы многократно повторяющиеся однородные части (членики, сегменты, междоузлия, метамеры, зооиды и т.д.) нескольких разновидностей и кроме них, как правило, нет никаких одиночных органов, таких, как головной или хвостовой отделы тела. По этому признаку модульные организмы можно противопоставить метамерным животным (кольчатым червям, членистоногим и пр.), у которых наряду с сегментированным телом обязательно имеются неповторяющиеся части. В этом отношении растения двулетники с корнеплодами немодульные организмы, а клон картофеля – совокупность модулей, состоящих из столона, клубня и надземной генеративной части побега.

У древесных растений разделение организма на модули не столь очевидно: существует многолетняя надземная часть (ствол, стволики, скелетные ветви и т.п.), которая не может быть однозначно разделена на непересекающиеся подмножества, на которые можно разбить тело растения, а их объединение – весь организм.

Это приводит к тому, что в современных работах [1, 3] в качестве модулей побеговой системы у древесных растений рассматривается многолетняя разветвленная система. Она может включать побеги, отличающихся по функциям и продолжительности жизни.

Модуль – статический структурный элемент, непосредственно не связанный с ростовыми процессами. Динамические структурные элементы, они же архитектурные блоки (единицы) рассматриваются при описании архитектурных моделей [4, 5].

Архитектурная модель представляет собой базовую стратегию роста растений, и это понятие позволило определение типологии основных стратегий роста растений. Иными словами, видимое выражение генетической программы развития растения, которое проявляется во взаимном местоположении модулей (побегов) в границах общей «конструкции» взрослой особи растения. Тем не менее, термины, используемые в его

характеристике, носят слишком общий характер, чтобы описать полную и точную архитектуру побеговой системы. Для любого данного растения, конкретное выражение его модель была названа его «архитектурная единица».

В этом же смысле используются термины «архитектурный блок», «архитектурный модуль», «единица расширения» и им подобные. Имеется ввиду некий повторяющийся структурный элемент, жестко связанный с ритмом ростовых процессов. Обычно он не равен одному побегу, а представляет собой разветвленную систему побегов. Его структура запрограммирована генетически в большей или меньшей степени. Из архитектурных единиц формируется система побегов, прежде всего ее скелетная часть. Побег обрастания и другие не сильно растущие побеги в состав архитектурных единиц обычно не включают.

Базовая единица моноподиальной конструкции ствола у *Araucariaceae* можно отнести как единица расширения. Каждый блок представлен частью ортотропного побега и серией плагиотропных ветвей, составляющие каждый уровень, создаваемый ритмическим ростом. В осях проростков, уровни нечеткие, поскольку они включают только одиночные боковые ветви; но количество ветвей на уровне увеличивается до относительного постоянного значения, специфичного для каждого вида. Каждый единица отражает чередование цикла роста с периодом покоя. *Araucaria* отличаются по строению этих блоков. У *Araucaria* возобновление роста вершины ствола создает растущий побег-лидер, который изначально растет выше предыдущего яруса плагиотропных боковых ветвей. Затем лидер создает уровень ветви в верхней части прироста ортотропного побега. Затем вершина ствола входит в фазу спящего режима и остается довольно незаметной, уровень яруса продолжается его рост и вскоре начинает производить следующий порядок ветвей, как на пока вершина ствола неактивна. У *Araucaria* ритмический рост ствола может быть несезонные и часто нерегулярные, производящие несколько, один или ни одного прироста в год, тогда как рост ветвей высшего порядка может протекать совершенно независимо [5].

Система элементарных моноритмических побегов (СЭМП) – система побегов образующихся за один период видимого (внепочечного) роста. Понятие предложено Л.Е. Гатцук в 1970 году в неопубликованных материалах диссертации на соискание учёной степени кандидата биологических наук. В случае силлептического ветвления СЭМП разветвлена (иногда до 3-4 порядка), при отсутствии ветвления тождественна элементарному побегу, по Грудзинской [2].

Разветвленные СЭМП могут иметь различное строение. Наиболее простые состоят из побегов практически не отличимых по симметрии, листорасположению, строению листьев. Такие СЭМП распространены у родов *Agathis*, многих *Cupressaceae*, *Cedrus*, *Dacrydium*, *Larix*, некоторых *Podocarpus* и *Prumnopitys*, *Pseudotsuga* и характерны для ростовых осей.

Другие СЭМП характеризуются существенной дифференциацией составляющих их побегов. У плагиотропных частей таких частей наблюдается ветвление в одной плоскости без существенного изменения составляющих элементов. В результате возникают плоские ветви с радиально симметричными побегами последнего порядка. Имеются у *Araucaria*, *Chamaecyparis*, *Cupressus*, *Dacrydium*, *Juniperus*, *Microbiota*.

У многих СЭМП наблюдается существенное изменение силлептически возникающих боковых побегов. Они могут быть представлены брахибластами, филломорфными ветвями разного строения и филлокладиями.

Различия в структуре СЭМП наблюдаются, прежде всего, между ростовыми побегами низких порядков ветвления и побегами высших порядков ветвления. Первые обычно, образуют ствол или скелетные ветви, вторые выполняют функции трофических побегов, продолжительность их жизни невелика. Различие в пределах растения возможно связано с различным обеспечением светом. Это подтверждается отсутствием сложных вариантов СЭМП в нижних, затененных частях кроны, при относительно большей частоте их встречаемости в верхних частях кроны. Наряду с этим важную роль должны играть корреляции между побегами разных порядков внутри кроны. СЭМП, в которых материнский побег уступает по мощности и длине, боковым силлептическим побегам, встречаются только на терминальных побегах скелетных осей.

Среди указанных типов также можно выделить наиболее распространенные (встречающиеся у наибольшего числа видов): неспециализированные одноосные СЭМП (встречаются у очень многих родов, чаще всего это слабые побеги последнего порядка, реже – мощные ростовые); многоосные СЭМП без укороченных побегов с боковыми силлептическими побегами второго – третьего порядка ветвления

Таким образом, модули представляют собой скорее структурные элементы детерминировано не связанные с порядком роста. Модуль образуется за одну или несколько волн роста одного или нескольких периодов вегетации. Архитектурная единица возникает за один период внепочечного роста, пусть он растянут не на один год. Системы элементарных моноритмических побегов растут в течение одного периода роста, для одного растения характерно непустое множество таких систем, обычно родоспецифичное. Реализация того или иного элемента такого множества зависит от места побега в структуре особи, от условий питания, стадии онтогенеза, наличия паразитов.

### **Библиографический список**

1. Антонова И.С., Белова О.А. Трансформация модулей разных уровней кроны некоторых древесных растений в связи с условиями среды и фитоценотической позицией // Вестник ТвГУ, серия «Биология и экология». – 2008.- Вып. 9. – С. 10-16.
  2. Матюхин Д.Л. Системы элементарных моноритмических побегов у хвойных // Известия ТСХА. - 2012, - Вып. 1. - С. 142-152.
  3. Недосеко О.И., Викторов В.П. Жизненные формы видов рода *Salix* L. России // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2018 – Vol. 3(2). DOI 10.21685/2500-0578-2018-2-5
  4. Barthelemy D., Caraglio Y. Plant architecture: A dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny // Ann. Bot. - 2007. - Vol. 99. - P. 375-407.
- Tomlinson, P.B. Crown structure in Araucariaceae // Available at website Proceedings of the International Dendrology Society 2003, Araucariaceae, Auckland. <http://harvardforest.fas.harvard.edu/profiles/tomlinson.html>. - 2004. - 16 pp.

## РОЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ФОРМИРОВАНИИ АДВЕНТИВНОГО КОМПОНЕНТА ФЛОРЫ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ВОСТОКА КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

*Попченко Михаил Игоревич, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Попченко Марина Рэмовна, старший научный сотрудник лаборатории радиационно-гигиенических исследований, Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна*

**Аннотация:** Рассмотрена роль автомобильных дорог в формировании адвентивного компонента флоры на примере северо-востока Калужской области.

**Ключевые слова:** флора, адвентивные растения, Калужская область.

Синантропизация является главным экологическим последствием влияния человека на флору. Данный процесс можно рассматривать как сопряженные между собой явления оскуднения, космополитизации и унификации флор, или более узко – как увеличение участия во флоре сопутствующих человеку аборигенных и адвентивных видов. Ведущими факторами усиления синантропизации являются развитие промышленности, сельского хозяйства, транспорта, увеличение плотности населения.

Наиболее хорошо изученным является влияние увеличения плотности населения и роста городов – целое направление во флористике посвящено урбанофлорам. Изучению синантропизации флоры промышленных и сельскохозяйственных территорий также прямо или косвенно посвящено достаточно большое число работ. При этом специальных работ по роли транспортных путей относительно немного и преобладающими среди них являются работы по флорам железных дорог. В регионах средней полосы европейской части России флора железных дорог оказывается относительно хорошо изученной везде, где имеются практикующие флористы, что связано с оригинальностью данной флоры и высокой вероятностью находок новых для региона видов. В то же время, материал по флоре автомобильных дорог как бы теряется в общих массивах флористических данных (как, например, в основной сводке по рассматриваемому в статье региону [1]), хотя представляет не меньший интерес. Сеть автомобильных дорог отличается значительной плотностью, а поток транспорта и людей, передвигающихся по ним, больше чем по железным дорогам. Придорожные местообитания занимают большие площади и связаны плавными переходами с естественными местообитаниями, что особенно важно в свете вопросов натурализации и инвазии видов.

Настоящая работа посвящена роли автомобильных дорог в формировании адвентивного компонента флоры на примере северо-востока Калужской области. Длительный период флористических исследований (с 2004 г.) позволяет обобщить накопившийся материал и сделать некоторые выводы по обсуждаемому вопросу.

Успех в расселении и существовании адвентивных видов растений по автомобильным дорогам связан с рядом их принципиальных особенностей.

Автомобильные дороги представляют собой систему местообитаний, включающих кроме проезжей части, обочины, откосы, кюветы, придорожные залуженные полосы, придорожные защитные лесополосы и пр. Эти местообитания, с одной стороны, аналогичны или связаны плавными переходами с местообитаниями, характерными для местной флоры, а с другой – за счет целенаправленного процесса их создания и обслуживания могут обладать отдельными отличительными особенностями:

- в настоящее время на фоне упадка в сельском хозяйстве многие залуженные придорожные полосы оказываются единственными регулярно косимыми местообитаниями;

- разнообразие гидрологических условий залуженных придорожных полос за счет мероприятий по осушению земляного полотна дороги создает аналоги практически всех луговых сообществ;

- придорожные лесные полосы в зависимости от структуры и состава высаженных древесных и кустарниковых пород могут формировать самые разнообразные условия для растений нижних ярусов;

- высаженные в составе лесных придорожных полос интродуцированные виды сами могут дать начало натурализующейся популяции (как это можно наблюдать в случае с Пузыреплодником калинолистным – *Physocarpus opulifolius* (Camb.) Maxim. и Караганой древовидной – *Caragana arborescens* Lam.);

- высаженные в составе смесей для залужения откосов интродуцированные виды травянистых растений могут дать начало натурализующейся популяции, что, правда, представляет собой значительно более редкий случай, чем предыдущий (популяция Житняка гребенчатого – *Agropyron cristatum* (L.) Beauv. между деревьями Величково и Лыково)

- применяемые на дорогах в зимнее время реагенты приводят к формированию на обочинах местообитаний со специфичным солевым режимом (такие обочины очень часто становятся местом произрастания Бескильницы расставленной – *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl.);

- минерализованные полосы вдоль автомобильных дорог являются местом внедрения ряда адвентивных видов (например, Кислица прямая – *Oxalis stricta* L. и Недотрога мелкоцветковая – *Impatiens parviflora* DC.);

- дорожные работы могут создавать нарушения в которые внедряются адвентивные виды (например, Чина клубневая – *Lathyrus tuberosus* L. у деревни Грибовка);

- дорожные работы могут привести к вскрытию погребенных банков семян, в том числе и с адвентивными видами, пик численности которых приходился на конец XIX – начало XX веков.

Автомобильные дороги представляют собой «транспортные коридоры» для расселения чужеродных видов растений благодаря таким своим свойствам как:

- прямолинейность и отсутствие естественных преград на значительных участках (а сочетание этого свойства с широтой сети автомобильных дорог может создать для заносного вида возможность распространения «широким фронтом»);

- наличие большого числа разнообразных агентов переноса по «коридору», как естественной, так и антропоической природы. К агентам антропоической природы



относятся: трактора и сельскохозяйственные машины (преимущественно ближний перенос и перенос культивируемых растений, наиболее часто – Пшеница мягкая – *Triticum aestivum* L., Рожь посевная – *Secale cereale* L., Ячмень обыкновенный – *Hordeum vulgare* L., Овес посевной – *Avena sativa* L. s. l., Кукуруза обыкновенная – *Zea mays* L., Люцерна посевная – *Medicago sativa* L.), грузовые автомобили (преимущественно дальний перенос), легковые автомобили и пассажирский транспорт (ближний и дальний перенос как дикорастущих, так и культивируемых видов). Антропоический перенос также может быть связан с образованием стихийных свалок мусора в придорожной полосе (в таких местах можно встретить самые разнообразные культурные растения, например, Лилейник рыжий – *Hemerocallis fulva* (L.) L., Брунера сибирская – *Brunnera sibirica* Steven, Картофель – *Solanum tuberosum* L.). К естественным агентам в первую очередь относится ветер – растения-анемохоры (например, Борщевик Сосновского – *Heracleum sosnowskyi* Manden., Мелколепестник однолетний – *Erigeron annuus* (L.) Pers., Мелколепестник канадский – *Erigeron canadensis* L., Золотарник гигантский – *Solidago gigantea* Aiton и др.) получают в придорожных экосистемах неоспоримое преимущество за счет переноса их семян и плодов не только естественными порывами ветра, но и потоками воздуха, создаваемыми проезжающим на высокой скорости транспортными средствами;

- формирование новой системы консортных связей с аборигенными видами. Широкое распространение многих адвентивных видов не было бы возможно, не «повстречай» они в местах своего внедрения новых консортов (опылителей и переносчиков семян и плодов, симбиотических микроорганизмов и др.). Придорожные полосы, моделирующие естественные опушки, привлекают большое число животных – потенциальных консортов (в естественных условиях экотонные полосы, в том числе и опушки, характеризуются наибольшим биологическим разнообразием), причем фактор беспокойства в качестве негативного для посещения животными таких местообитаний очень быстро перестает играть принципиальную роль. Наличие симбиотических микроорганизмов является обязательным условием возможности внедрения в экосистему для ряда видов (например, Козлятник восточный – *Galega orientalis* Lam.).

Необходимо отметить еще одну особенность автомобильных дорог – это отсутствие специальных мер борьбы с сорными растениями, обязательных, например, для железных дорог.

Все перечисленное выше приводит к тому, что автомобильные дороги становятся местом стихийного, а в ряде случаев и целенаправленного (залужение и залесение придорожных полос) формирования принципиально новых растительных сообществ с участием адвентивных видов.

### **Библиографический список**

1. Калужская флора: аннотированный список сосудистых растений Калужской области / Н.М. Решетникова, С.Р. Майоров, А.К. Скворцов, А.В. Крылов, Н.В. Воронкина, М.И. Попченко, А.А. Шмытов. – М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2010. – 548 с., ил., 212 с. цв. ил.

**УКОРОЧЕННАЯ ОСЕВАЯ ОСНОВА КУСТАРНИКОВ: ТИПЫ, РАЗВИТИЕ, РОЛЬ**

**Сахоненко Алексей Николаевич**, агроном дендрологического сада имени Р.И. Шредера ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Матюхин Дмитрий Леонидович**, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

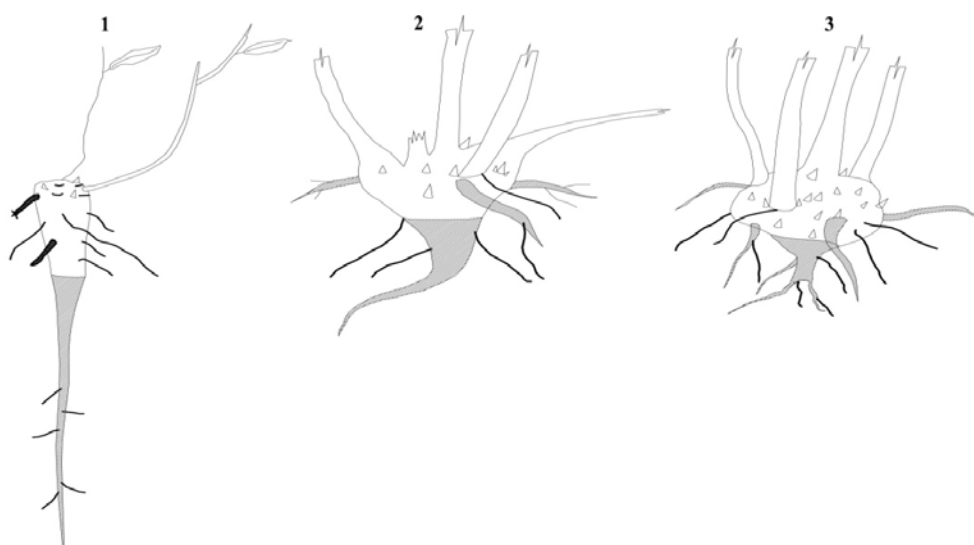
**Аннотация:** В статье описан процесс становления жизненной формы и её осевой основы у растений на примере калин. Выводы сделаны на основании многолетних наблюдений за опытными растениями, начиная от прорастания семян. Структура осевой основы изучена на взрослых особях калин в различных возрастных состояниях

**Ключевые слова:** осевая основа, калины, онтогенез, жизненная форма, морфогенез, ветвление, система побегов, скелетные оси.

Изучая ранние этапы онтогенеза видов рода Калина — *Viburnum* L., мы столкнулись с различными вариантами формирования структуры особи. В ювенильном и имматурном возрастных состояниях большая часть особей развивалась в форме аэроксильного кустарника (80-92%), а часть в форме деревца (до 20%). В виргинильном состоянии часть особей перешла к геоксильному типу развития (около 50%), другая часть продолжала развиваться как аэроксильный кустарник (около 40%), третья часть, представленная наименьшим числом особей (до 10%), развивалась в форме деревца [4, 5]. У большинства особей, развивавшихся в форме кустарника, в нижней части образовывались схожие структуры. Вследствие образования новых скелетных осей, придаточных корней и внутри почечного ветвления в зоне первичного побега (побег, образовавшийся в первый год жизни особи) происходило разрастание тканей и образование шаровидной структуры — лигнотубера. У некоторых растений происходило образование ксиллоподия — вертикального утолщенного подземного органа, состоящего из разросшихся эпикотилия, гипокотилия и базальной части главного корня.

Образование вышеназванных структур происходит следующим образом. При наблюдении за сеянцами 6 видов калин (*Viburnum sargentii*, *V. opulus*, *V. lantana*, *V. corylifolium*, *V. lentago* и *V. wrightii*) установлено, что первые боковые побеги формирования образуются из почек первичного побега на 2-4 годы жизни в зависимости от вида [4, 5]. Из таких побегов в дальнейшем формируются скелетные оси. При образовании любого побега из покоящейся почки в его основании всегда остаются парные спящие почки. Из этих почек в дальнейшем могут образоваться новые побеги [4, 5]. При образовании новых побегов формирования приток пластических веществ к основанию особи увеличивается, и происходит разрастание тканей. При большом числе скелетных осей (более 3-х) разрастание происходит сильнее и образуется лигнотубер. При малом числе скелетных осей (до 3-х) — слабее и образуется вертикальный ксиллоподий. У некоторых кустарников (например у лещины, описанной И.Г. Серебряковым и другими авторами) происходит образование нескольких горизонтальных ксиллоподиев. Такие ксиллоподии являются основанием скелетных осей.

Все вышеописанные структуры выполняют одинаковые функции: связи между корневой и побеговой системами растения, сохранения банка спящих почек и общего обеспечения процесса кущения, поэтому их уместно обобщить под одним названием. В работах некоторых отечественных и зарубежных авторов [2] употребляется термин «осевая основа» (укороченная осевая основа, swollen stem base и т.п.). Данный термин используется для кустарников. Таким образом осевая основа — это многолетний осевой орган, состоящий из сросшихся оснований побегов, гипокотилия и базальных частей корней и несущего на себе почки возобновления. Осевая основа может быть представлена лигнотубером (калины, пузыреплодник, бузина, кизильник эвкалипт и др.), ксилоподием или системой ксилоподиев (лещина, многие виды роз, ивы, черника, калины, пузыреплодник и др.) (рисунок 1). Она становится заметной с момента выделения лидирующих скелетных осей (зачастую это оси второго порядка), представляющих собой развитую систему побега формирования с включёнными в неё побегами других типов.



**Рис. 1. Типы осевой основы:**

1 — вертикальный ксилоподий; 2 — начало формирования лигнотубера;  
3 — сформировавшийся лигнотубер. Штриховкой и черным цветом выделены корни

Осевая основа играет большую роль при становлении жизненной формы растения. При формировании осевой основы над почвой растение развивается в виде аэроксильного кустарника [1,3]. При формировании осевой основы в почве или вторичном её заглублении — в виде геоксильного кустарника [1, 3]. При образовании ксилоризомов, полегании и укоренении скелетных осей в местах образования на них побегов формирования также образуются осевые основы (рисунок 2). При благоприятных условиях в таких местах могут образоваться дочерние кусты. У взрослых особей происходит разрастание кустов и увеличение размеров осевой основы. При наличии дочерних кустов осевые основы могут сближаться. В таких случаях один крупный куст представляет собой совокупность клонов, осевая основа часто погружена в почву или выступает над ней в виде холмика, в местах разрушения тканей осевой основы поселяются травянистые растения.



**Рис. 2. Начало формирования осевых основ дочерних кустов при полегании скелетных осей:**

1 — материнский куст; 2, 3 — формирующиеся дочерние кусты;  
4 — полегшая и укоренившаяся скелетная ось; 5 — осевые основы

До крупных, типичных для вида размеров и генеративного состояния особи семенного происхождения развиваются только на открытых местах. В местах с частичным затенением или под пологом леса особи существуют в виде низкого кустарника или стланика с несколькими постоянно полегающими и укореняющимися осями. Часто сеянец развивается следующим образом: на базе первичного побега образуется одноосная особь или особь с небольшим количеством скелетных осей (2-4). Потом одна или несколько из образовавшихся осей полегают и укореняются. В месте укоренения образуется осевая основа и мощный куст, который переходит в генеративное состояние. Особь на месте прорастания семени развивается обычно до виргинильного состояния, но иногда полегание и укоренение осей может наблюдаться уже в имматурном состоянии. Особи развивающиеся в неблагоприятных условиях могут долго находиться в виргинильном состоянии. При наступлении благоприятных условий (главным образом увеличения освещённости), такие особи образуют мощные побеги формирования. В местах образования таких побегов осевые основы также увеличиваются в размерах. В дальнейшем формируется типичный геоксильный куст. Особи переходят в генеративное состояние.

#### **Библиографический список**

1. Гагцук Л. Е. Растительный организм: опыт построения иерархической системы его структурно-биологических единиц // Современные подходы к описанию структуры растений. – Киров, 2008. – С.26-47.
2. Карпун Ю. Н. Субтропическая декоративная дендрология: Справочник. Спб.: Изд. «ВВМ», 2010. 580 с.
3. Недосеко О.И., Викторов В. П. Жизненные формы видов рода *Salix* L. России // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2018 – Vol. 3 (2). DOI 10.21685/2500-0578-2018-2-5.
4. Сахоненко А.Н., Матюхин Д.Л. Особенности развития особей семенного происхождения на ранних этапах онтогенеза у некоторых видов калин.

Биоразнообразие: подходы к изучению и сохранению: матер. межд. науч. конф., посвященной 100-летию каф. ботаники ТвГУ / отв. ред. А.А. Нотов. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2017. – С. 360-363.

5. Сахоненко А.Н., Матюхин Д.Л. Особенности становления жизненной формы на ранних этапах онтогенеза у Калины гордовины — *Viburnum lantana* L. Материалы всероссийской науч.-практич. конференции. Киров: ООО «Издательство «радуга-ПРЕСС», 2017. — С. 312-315.

УДК 635.26:581.19

### **ВЫДЕЛЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЛУКА МНОГОЯРУСНОГО (*ALLIUM PROLIFERUM* SCHRAD.) ПО УРОВНЮ СОДЕРЖАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЛИСТЬЯХ**

**Середин Тимофей Михайлович**, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, ФГБНУ ФНЦО

**Агафонов Александр Фёдорович**, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, ФГБНУ ФНЦО

**Кривенков Леонид Викторович**, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, ФГБНУ ФНЦО

**Баранова Елена Викторовна**, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, ФГБНУ ФНЦО

**Романов Валерий Станиславович**, старший научный сотрудник лаборатории генетики и цитологии, ФГБНУ ФНЦО

**Шумилина Вера Владимировна**, научный сотрудник отдела овощных культур, ФГБНУ ВНИИГР им. Н.И.Вавилова

**Шевченко Татьяна Егоровна**, научный сотрудник лаборатории новых технологий, ФГБНУ ФНЦО

**Аннотация:** В настоящих исследованиях впервые получены результаты по определению содержания микроэлементов в листьях лука многоярусного, что позволяет расширить оценку пищевой значимости рода *Allium* L. У лука многоярусного можно употреблять листья на зелень, воздушные луковички, а также использовать в декоративных целях. На его цветоносах вместо соцветий образуются воздушные луковички, которые закладываются в несколько ярусов.

**Ключевые слова:** лук многоярусный, минеральный состав, воздушные луковички.

Лук многоярусный – многолетнее растение, при соблюдении агротехники на одном и том же участке можно выращивать до четырех и более лет. Растения лука многоярусного зимостойки и морозоустойчивы и переносят низкие температуры при сильном замерзании почвы и небольшом снеговом покрове. В зимний период и, особенно с наступлением ранней весны потеплений, но при наличии снегового покрова, отмирание листьев продолжается. Оставшиеся зелёные листья обнаруживаются сразу

же после оттаивания снега. Вскоре начинают отрастать новые молодые листья, рост которых довольно быстро идет при относительно невысоких температурах [4]. Листья многоярусного лука в условиях Нечерноземья во второй половине мая, к началу стрелкования обычно грубеют и становятся малопригодными для употребления в пищу. Начиная с двухлетнего возраста стрелкование происходит у всех растений. В отличие от многих других видов рода *Allium* L. на стрелках многоярусного лука вместо семян и цветков образуются воздушные луковички – бульбочки в один, два, а иногда в три и даже четыре яруса. У растений в этот период наряду с воздушными луковичками образуются единичные стерильные цветки. Созревание воздушных лукович в условиях Московской области происходит обычно в конце июля. К этому времени полностью отмирают листья, и заканчивает своё формирование дочерняя пристрелочная луковичка, образующаяся у основания стрелки [1, 5,7].

В Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию на 2018 год занесено три сорта лука многоярусного: Ликова, Память, Челябинский, два из которых селекции ФНЦО.

В работе использовали два образца лука многоярусного, полученные из ФГБНУ ВИГР им. Н.И.Вавилова. Исследования проводили в полевых условиях в 2015-2018 годах, растения выращивали на дерново-подзолистой почве, тяжелосуглинистой. Содержание микроэлементов в листьях лука многоярусного определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (МС-ИСП) по ГОСТ 30178-96-сырьё и продукты пищевые. Коллекционный питомник многолетних луков был представлен 82 образцами из них: пять образцов многоярусного лука различного эколого-географического происхождения. В результате исследований нами был выделен материал лука многоярусного, обладающий следующими признаками: высокая зимостойкость (96%), высокая урожайность зеленых листьев (1,7-1,8 кг/м<sup>2</sup>), устойчивость к вредителям и болезням.

В результате наших исследований установлено, что лук многоярусный хорошо приспосабливается к условиям Нечерноземья. Необходимо сказать, что лук многоярусный высоко зимостойкий (92-96%). Посадку производили в первой декаде октября, на грядах с соблюдением агротехники. Нами были произведены агротехнические мероприятия перед уходом растений под зиму, когда почва ещё не промерзла, междурядья рыхлили на глубину 5-7см. Весной после таяния снега растения лука многоярусного подкармливали аммиачной селитрой из расчета 60-70 кг/га. При многолетней культуре после таяния снега убирали остатки отмерших листьев.

На основании проведенных нами исследований по минеральному составу листьев лука многоярусного установлено, что химические элементы могут накапливаться в листьях изучаемой культуры в различных концентрациях. Листья лука многоярусного, являются основными органами ассимиляции и от его состояния и работоспособности в значительной степени зависит формирование других частей растения: стрелки, воздушных и прикорневых лукович.

Изучаемые элементы по степени концентрации в листьях лука многоярусного, образец которого был выделен из коллекционного питомника многолетних луков, размещаются, в среднем, в следующий ряд в порядке убывания:

$K > P > Ca > Mg > Fe > Na > Al > Zn > B > Mn > Cu > Ni > Sn > Cr > I > Li > As.$

Анализ полученных результатов показывает, что лук многоярусный содержит в своём составе больше всего калия, такие данные ранее получены и на сортах и коллекционных образцах чеснока озимого, лука афлатунского [6].

Необходимо отметить, что в листьях лука многоярусного фосфора всегда больше, чем кальция, а магния больше чем железа.

Важно отметить, что медь, которая по некоторым источникам представляет опасность при избытке в почве для растений [2, 3], располагается в конце элементного ряда. Достоверно установлено, что лук многоярусный накопил меди 6,2 мг/кг.

Таким образом, полученные впервые результаты по определению содержания микроэлементов в листьях лука многоярусного позволяют расширить оценку пищевой значимости рода *Allium* L. не только как источника калия, кальция, фосфора и магния, но также натрия, цинка, железа и кремния.

### Библиографический список

1. Агафонов А.Ф. Селекционное использование видового многообразия рода *Allium* L.// Приоритетные направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений.- Материалы международной научно-практической конференции.-М.-2009.-С.507-516.

2. Голубкина Н.А., Фёдорова М.И., Степанов В.А., Надёжкин С.М. Элементный состав пастернака (*Pastinaca sativa* L.)//Ж.Овощи России// 3(24)2014/С.18-21.

3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях.-М.: Мир.-1986.-290 С..

4. Кокорева В.А., Титова И.В. Лук, чеснок и декоративные луки//Ниола-Пресс.-М.-2007.-208 С.

5. Середин Т.М., Агафонов А.Ф., Герасимова Л.И., Кривенков Л.В. Элементный состав чеснока озимого сортов селекции ВНИИССОК//Ж.Овощи России// Вып.3-4 С.11-15.-2015.

6. Середин Т.М., Агафонов А.Ф., Герасимова Л.И. Биоразнообразие луковых культур: лук афлатунский (*Allium aflatunense* V.Fedtsch.), элементный состав//Ж.Овощи России, №2(31), С.72-73.-2016.

7. Середин Т.М., Герасимова Л.И. Лук многоярусный// Ж. Приусадебное хозяйство, № 10.- С. 62-64.-2017.

8. Friesen N. Phylogeny and new infrageneric classification of *Allium* L. (Alliaceae) based of nuclear ribosomal// Proceeding of the Monocots 3 Symposium. 2006. Vol.22. P. 372-395.

## МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЛИСТА КОЛОКОЛЬЧИКА ШИРОКОЛИСТНОГО (*CAMPANULA LATIFOLIA*)

**Горяйнова Дарья Анатольевна**, студентка 4 курса Института Фармации, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)

**Балобанова Наталья Петровна**, доцент кафедры фармацевтического естествознания Института Фармации, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)

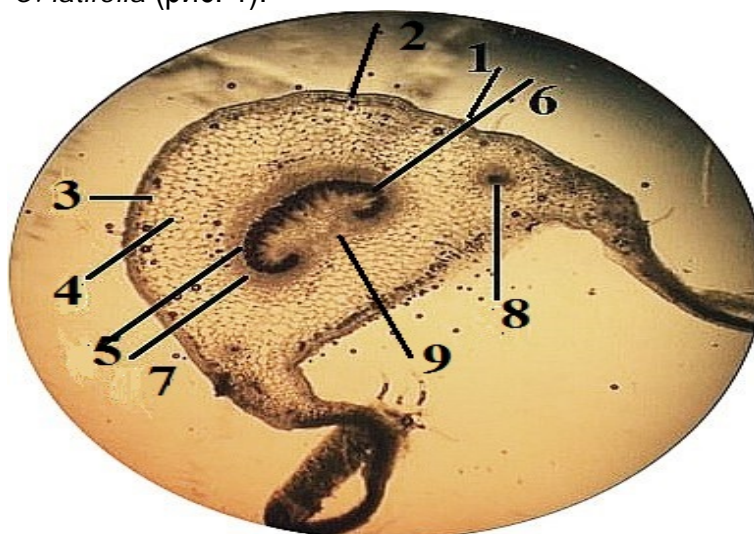
**Балобанова Светлана Петровна**, преподаватель кафедры биотехнологии Института Трансляционной медицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)

**Мигачев Алексей Сергеевич**, студент 4 курса Института Стоматологии, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)

**Аннотация:** Изучено анатомическое строение листовой пластинки растения *Campanula latifolia*, семейства *Campanulaceae* Juss. По результатам исследования были определены основные виды тканей, описано строение эпидермиса листовой пластинки и волосков.

**Ключевые слова:** *campanula latifolia*, *Campanulaceae*, анатомическое строение, листовая пластинка.

Листья вида *Campanula latifolia* дорсовентральные, амфистоматические, характеризуются меньшими значениями толщины листовой пластинки и столбчатого мезофилла. Форма поперечного сечения черешка розеточного листа округло-желобовидная [1]. Проводящая система имеет пучковое строение. Форма ее аркообразная. Для приготовления микропрепарата был использован прикорневой (розеточный) лист *C. latifolia* (рис. 1).



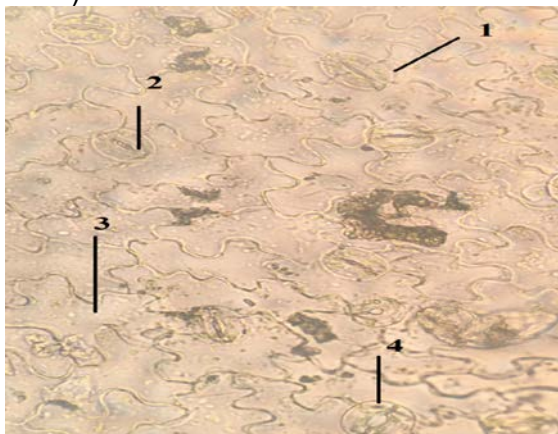
**Рис.1. Поперечный срез черешка листа *C. latifolia*:**

- 1 - кутинизированная эпидерма; 2 - ассимиляционная паренхима; 3- колленхима уголковая;  
4 - колленхиматозная паренхима; 5 – камбий; 6– флоэма; 7 - сосуды ксилемы;  
8 - боковой проводящий пучок; 9 - основная паренхима



Рядом с центральным проводящим пучком также находятся два центроксилемных проводящих пучка, расположенных по бокам от главного. Главный пучок также стремится к центроксилемной структуре. Отличие вида: количество проводящих пучков и строение центрального проводящего пучка черешка розеточных (прикорневых) листьев [2,3].

Для исследования эпидермы листа, готовили микропрепарат листа с поверхности, по следующей методике: несколько кусочков сырья помещают в колбу или пробирку, (+5%) р-ром NaOH, разведенный водой 1:1 и кипятят 1-2 мин. Затем содержимое выливают в чашку Петри, жидкость сливают и сырье тщательно промывают водой. Из воды кусочки сырья вынимают скальпелем, помещают на предметное стекло в каплю раствора хлоралгидрата или глицерина [4]. Листья вида *C. latifolia* характеризуются тонким верхним и нижним эпидермисом. Лист эпистоматический. Эпидерма не одревесневшая, содержит лейкопласты. Устьичный аппарат аномоцитный: замыкающие клетки не имеют ярко выраженных околоустьичных клеток. Замыкающие клетки содержат хлоропласты (рис. 2).



**Рис. 2. Верхняя эпидерма листа *C. latifolia*:**

- 1 - Замыкающие клетки устьица; 2 - устьичная щель; 3 - эпидермальные клетки;  
4 - хлоропласты в замыкающих клетках устьица.

Таким образом, после проведения микроскопического исследования черешка и эпидермиса листа *C. latifolia*, было описано их анатомическое строение и особенности структурной организации.

#### **Библиографический список**

1. Balobanova N.P., Victorov V.P, Goryaynova D.A. Biomorphological description of types of the family *Campanula Juss* // The Twelfth European Conference on Biology and Medical Sciences 5th December, 2016, Vienna. P. 4-8.
2. Балобанова Н.П., Горяйнова Д.А., Викторов В.П. морфолого-анатомическое изучение листа *Campanula latifolia* (*Campanulaceae Juss.*)// Лекарственные растения Ботанического сада Научно-практическая конференция, посвящённая 70-летию Ботанического сада ФГБОУ ВО Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова. Под редакцией И.А. Самылиной, А.Н. Луферова. 2016. С. 20.
3. Викторов В.П., Балобанова Н.П. ресурсы внутривидовой изменчивости в роде *Campanula L.*, их изучение и сохранение // Лекарственные растения Ботанического сада Научно-практическая конференция, посвящённая 70-летию Ботанического сада

ФГБОУ ВО Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова. Под редакцией И.А. Самылиной, А.Н. Луферова. 2016. С. 33.

4. Кукушкина Т.А., Фомина Т.И. Физиология и биохимия растений // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2017. № 38. С. 122–133.

УДК 581.451

## МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ КОЛОКОЛЬЧИКА ШИРОКОЛИСТНОГО (*SAMPANULA LATIFOLIA*)

**Горайнова Дарья Анатольевна**, студентка 4 курса Института Фармации, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)

**Балобанова Наталья Петровна**, к.б.н., доцент кафедры фармацевтического естествознания Института Фармации, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)

**Балобанова Светлана Петровна**, преподаватель кафедры биотехнологии Института Трансляционной медицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)

**Мигачев Алексей Сергеевич**, студент 4 курса Институт Стоматологии, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)

**Аннотация:** Изучено морфологическое строение листовой пластинки прикорневого и стеблевого листа *Sampanula latifolia*, семейства *Sampanulaceae* Juss. По результатам исследования были определены основные диагностические признаки двух видов листьев.

**Ключевые слова:** *sampanula latifolia*, *Sampanulaceae*, морфологическое строение, листовая пластинка.

Семейство *Sampanulaceae* является достаточно крупным семейством, которое имеет важное значение не только в биологическом, систематическом, но еще и в фармакогностическом плане. Наиболее крупным родом в семействе является род *Sampanula* - колокольчиковые, изучению которого посвящено большое количество работ [1,2]. Нами было описано морфологическое строение *Sampanula latifolia*. Растение имеет 2 вида листьев: прикорневые и стеблевые. Отдельно были исследованы особенности обоих видов. При измерении листьев было установлено: стеблевой лист – длина примерно 8 см, варьирует примерно на 0,5 см; ширина 4,7 см, варьирует примерно на 0,3 см; розеточный лист – длина примерно 2,5 см, варьирует на 0,15 см; ширина примерно 3,4 см, варьирует примерно на 0,2 см.

Для прикорневых листьев: листорасположение очередное, жилкование перистое. Край листа неравно-горчато-зубчатый, обычно с рассеянным опушением из прижатых мягких волосков, более густое опушение на нижней поверхности листа и вдоль жилок. Форма листа яйцевидно – продолговатая или широкояйцевидная с сердцевидным основанием, реснитчатая по краю. Лист снабжен длинным крылатым черешком и имеет более отчетливые зубцы, чем стеблевые листья. Цвет верхней поверхности листа ярко-зеленый, нижней – бледно-зеленый [3]. Представлены обе поверхности прикорневого листа (рис. 1).

Для стеблевых листьев: листорасположение очередное, жилкование перистое, лист опушен с обеих сторон. Существует две разновидности стеблевых листьев: верхние – ланцетной формы, сидячие, край листа – цельный; нижние – короткочерешковые, яйцевидной формы, заостренные, край листа – цельный. Верхние стеблевые листья более узкие, чем нижние [2, 4]. Представлены обе поверхности стеблевого листа (рис. 2).



Рис.1. Прикорневой лист *Campanula latifolia*



Рис.2. Стеблевой лист *Campanula latifolia*

Таким образом, нами исследованы и описаны два вида листьев (стеблевые и прикорневые) растения *Campanula latifolia*, выявлены их основные морфологические особенности и различия строения (Табл.1).

Таблица

### Сравнительная характеристика листьев *Campanula latifolia*

Критерии сравнения	Прикорневой лист	Стеблевой лист
1. Размер	длина 8 см ± 0,5 см; ширина 4,7 см ± 0,3 см;	длина 2,5 см ± 0,15 см; ширина 3,4 см, ± 0,2 см.
2. Листорасположение	Очередное	Очередное
3. Жилкование	Перистое	Перистое
4. Форма листа	Яйцевидно продолговатая широкояйцевидная сердцевидным	– Верхние – ланцетной формы, сидячие, край листа – цельный; нижние - короткочерешковые,

	основанием	яйцевидной формы, заостренные
5. Край листа	Неравно-горчато- зубчатый	Цельный
6. Наличие черешка	Длинный черешок	крылатый Отсутствует

### Библиографический список

1. Балобанова Н.П., Горяйнова Д.А., Викторов В.П. морфолого-анатомическое изучение листа *Campanula latifolia* (*Campanulaceae* Juss.) // Лекарственные растения Ботанического сада Научно-практическая конференция, посвящённая 70-летию Ботанического сада ФГБОУ ВО Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова. Под редакцией И.А. Самылиной, А.Н. Луферова. 2016. С. 20.
2. Викторов В.П., Балобанова Н.П. ресурсы внутривидовой изменчивости в роде *Campanula* L., их изучение и сохранение // Лекарственные растения Ботанического сада Научно-практическая конференция, посвящённая 70-летию Ботанического сада ФГБОУ ВО Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова. Под редакцией И.А. Самылиной, А.Н. Луферова. 2016. С. 33.
3. Кукушкина Т.А., Фомина Т.И. Физиология и биохимия растений // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2017. № 38. С. 122–133
4. Фомина Т.И., Кукушкина Т.А. Содержание основных групп биологически активных веществ в надземных органах видов рода *Campanula* (*Campanulaceae*) // Растительный мир Азиатской России, 2015, № 2(18), С.39 – 44.
5. Balobanova N.P., Victorov V.P, Goryaynova D.A. Biomorphological description of types of the family *Campanula* Juss // The Twelfth European Conference on Biology and Medical Sciences 5th December, 2016, Vienna. P. 4-8.

УДК 634.22.037

### СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗМНОЖЕНИЯ ВИШНИ МЕТОДОМ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ (*IN VITRO*) И ЗЕЛЕНЫМИ ЧЕРЕНКАМИ

**Шарафутдинов Хасян Вагизович**, профессор кафедры декоративного садоводства и газоноведения, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

**Молканова Ольга Ивановна**, руководитель лаборатории биотехнологии растений ФГБУН ГБС им. Н.В. Цицина РАН

**Мелещук Екатерина**, бакалавр, кафедра декоративного садоводства и газоноведения, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

**Анотация:** Изучено микроклональное размножение вишни (*in vitro*), одновременно проводилось зелёное черенкование сортов вишни, предпринята попытка сравнить два указанных способа размножения

**Ключевые слова:** микроклональное размножение, (*in vitro*), зелёное черенкования, сравнение

В настоящее время в России наблюдается острый дефицит посадочного материала косточковых культур, из которых наибольшую трудность в размножении представляет вишня (*Prúnus subg. Cérasus*). При этом потребность в высококачественных саженцах вишни растёт с каждым годом, однако производители не справляются с потребностью рынка.

Одним из путей решения данной проблемы может стать метод клонального микроразмножения растений – хорошо разработанный и широко применяемый метод прикладной биотехнологии [С.В. Сибиряткин, 2017]. Этот способ размножения, даже при наличии единичных маточных экземпляров, позволяет наладить массовое производство высококачественного посадочного материала и как следствие – существенно сократить дефицит рынка.

Однако, в отношении вишни (*Prúnus subg. Cérasus*) метод микро-клонального размножения требует дальнейшей разработки и уточнения.

С другой стороны, некоторые исследователи видят решение проблемы в зелёном черенковании [Х.В. Шарафутдинов, 2016].

В связи с этим, целью исследования, проводимого в 2018 году на базе лаборатории биотехнологии растений Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина РАН, было изучение влияния питательной среды с различными концентрациями гормонов на коэффициент размножения вишни обыкновенной (*Prunus cerasus L.*) и вишни степной (*Prunus fruticosa L.*). Также на Плодовой станции в 2002 – 2018 гг. были проведены исследования по размножению сортов вишни. Также было проведено сравнение способа микроклонального размножения со способом зелёного черенкования.

Были поставлены следующие задачи:

подобрать оптимальную концентрацию гормонов в среде;

исследовать влияние комбинации различных гормонов на коэффициент размножения вишни обыкновенной (*Prunus cerasus L.*) и вишни степной (*Prunus fruticosa L.*);

выявить разность морфогенетического потенциала;

изучить влияние раствора ИМК на укореняемость зелёных черенков вишни (*Prúnus subg. Cérasus*).

В качестве объектов исследования для клонального микроразмножения использовали сорта вишни обыкновенной (*Prunus Cerasus L.*) Молодежная, Харитоновская и номерной генотип (963-2), имеющий в происхождении вишню степную (*Prunus fruticosa L.*).

Для изучения размножения вишни (*Prúnus subg. Cérasus*) методом зелёного черенкования были выбраны сорта Быстринка, Владимирская, Гриот Московский, Заря Поволжья, Заря Татарии, Молодёжная, Облочинская, Уралочка, Уральская Красавица, Уральская Рубиновая, Шубинка.

Влияние комбинации различных гормонов на коэффициент размножения вишни сортов Молодёжная, Харитоновская и генотипа 963-2

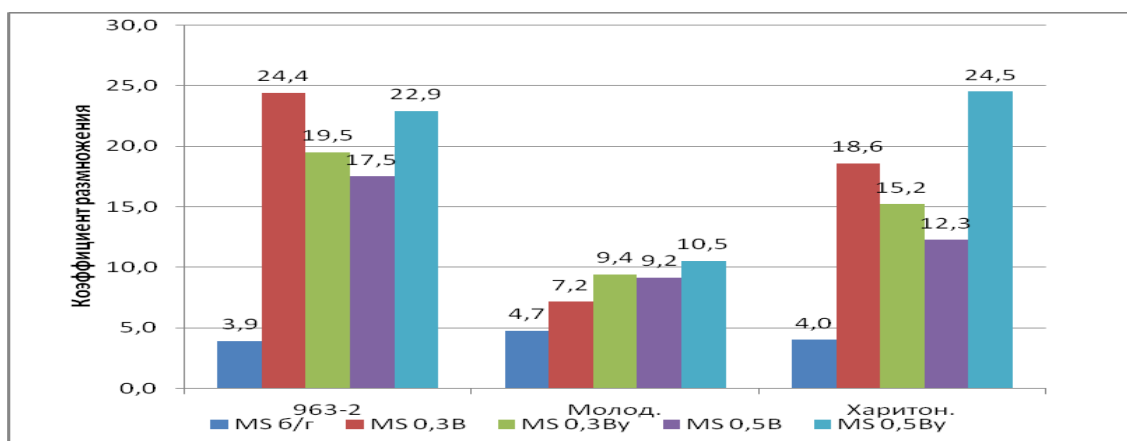
Эксперименты проводились по классической методике, основанной Г. Бутенко (1989г.). Экспланты помещались в среду Мурасиге-Скуга (*Murashige and Skoog medium (MS)*) с добавлением гормона 6-бензиламинопуриа (В, БАП) и индолилуксусной кислоты (у, ИУК). Использовались следующие варианты состава питательной среды: 0,3 мг/л БАП, 0,5

мг/л БАП, 0,3 мг/л БАП с добавлением 0,1мг/л ИУК, 0,5 мг/л БАП с добавлением 0,1мг/л ИУК, в качестве контроля использовалась среда МС без добавления гормона (б/г).

На диаграмме (рис.) видно, что лучший показатель коэффициента размножения (24,5) был отмечен у сорта Харитоновская на среде с гормональным составом 0,5 мг/л БАП и 0,1 мг/л ИУК и у генотипа 963-2 (24,4) на среде с гормональным составом 0,3 мг/л БАП.

Самый низкий коэффициент размножения (3,9) был выявлен у генотипа 963-2 на контрольном варианте среды без добавления гормонов.

У сорта Молодежная максимальный коэффициент размножения (10,5) был получен на среде с добавлением 0,5 мг/л БАП и 0,1 мг/л ИУК.



**Рис. 1. - Влияние комбинации различных гормонов на коэффициент размножения вишни сортов Молодёжная, Харитоновская и генотипа 963-2**

Таким образом, исследуемые сорта характеризовались разными морфогенетическими потенциалами. Наилучшие результаты были получены у сорта Харитоновская в варианте 0,5 мг/л БАП + 0,1 мг/л ИУК и генотипа 963-2 в вариантах 0,3 мг/л БАП и 0,5 мг/л БАП с добавлением 0,1мг/л ИУК: 24,5 и 24,4 соответственно.

Наименьшая отзывчивость на гормональный состав питательной среды из испытанных сортов во всех вариантах была выявлена у вишни обыкновенной сорта Молодежная: коэффициент размножения находился в пределах 4,7 – 10,5.

Укореняемость зелёных черенков сортов вишни (2002 – 2018)

Черенкование, наблюдения и учёты проводились по методике, разработанной на кафедре плодоводства ТСХА (ныне МСХА) имени К.А. Тимирязева. Черенки нарезали с тремя междоузлиями, листья укорачивали на 1/3, нижний лист удаляли. Черенкование проводили в фазу активного роста. Нижнюю часть черенков обрабатывали водным раствором индолилмасляной кислоты (ИМК) в двух концентрациях: 25 и 50 мг/л с экспозицией 18 часов. Черенки высаживали в плёночную теплицу, оборудованную установкой искусственного тумана. Полив проводился в соответствии с погодой. При оценке результатов учитывали количество укоренённых черенков и черенков с приростами. Контрольный вариант – без обработки ИМК.

Как видно из таблицы, удовлетворительная укореняемость (50 % и выше) была у большинства сортов: Быстринка (25 мг/л), Владимирская (25, 50 мг/л), Гриот Московский (50 мг/л), Заря Поволжья (25, 50 мг/л), Заря Татарии (50 мг/л), Облачинская (25 мг/л),

Уралочка (25, 50 мг/л), Уральская Рубиновая (25, 50 мг/л), Уральская Красавица (25, 50 мг/л).

Сорта Владимирская, Гриот Московский, Заря Татарии и Молодёжная имели самую низкую укореняемость (25 – 35 %) в варианте 25мл/л. При этом больше всего корней первого порядка было у черенков Быстринки и Шубинки.

Таблица

**Укореняемость зелёных черенков вишни (в среднем за 2002 – 2018 гг.)**

Сорт	Вариант	Кол-во лет исследований	Укореняемость черенков, %	Количество черенков с Приростами, %.		Число корней первого порядка, шт.
				До 10 см	Более 10 см	
Быстринка	Контроль	16	3	0	0	3
	25 мг/л		56	1	1	3
	50 мг/л		58	1	1	6
Владимирская	Контроль	16	0	0	0	0
	25 мг/л		35	0	0	0
	50 мг/л		56	0	0	0
Гриот Московский	Контроль	16	0	0	0	0
	25 мг/л		35	0	0	3
	50 мг/л		58	0	0	3
Заря Поволжья	Контроль	8	3	0	0	1
	25 мг/л		52	0	0	3
	50 мг/л		58	1	1	3
Заря Татарии	Контроль	4	0	0	0	0
	25 мг/л		25	0	0	0
	50 мг/л		60	2	0	5
Молодёжная	Контроль	11	1	0	0	1
	25 мг/л		25	0	0	1
	50 мг/л		46	0	0	1
Облачинская	Контроль	5	8	0	0	2
	25 мг/л		80	0	0	1
	50 мг/л		44	0	0	1
Уралочка	Контроль	11	8	0	0	1
	25 мг/л		67	1	0	2
	50 мг/л		71	1	0	1
Уральская Красавица	Контроль	9	3	0	0	1
	25 мг/л		66	1	0	1
	50 мг/л		68	3	0	3
Уральская Рубиновая	Контроль	12	8	0	0	1
	25 мг/л		64	2	0	3
	50 мг/л		67	2	0	3
Шубинка	Контроль	12	8	0	0	4
	25 мг/л		57	0	0	4
	50 мг/л		59	0	0	6

**Выводы**

В случае размножения in vitro сорта вишни обыкновенной (*Prunus Cerasus L.*) Харитоновская и номерного генотипа 963-2 вишни степной (*Prunus fruticosa L.*) результаты оказались примерно одинаковы.

Анализ размножения вишни зелёными черенками при использовании искусственного тумана показал удовлетворительные результаты по сортам вишни

обыкновенной (*Prunus Cerasus* L.) Облачинская, Быстринка, и вишни степной (*Prunus fruticosa* L.) Уралочка, Уральская Рубиновая, Уральская Красавица, Заря Поволжья. При этом в целом сорта вишни степной (*Prunus fruticosa* L.) имели лучшую укореняемость по сравнению с сортами вишни обыкновенной (*Prunus Cerasus* L.).

Таким образом, была сделана попытка сравнения двух способов вегетативного размножения – микроклонального (*in vitro*) и зелёного черенкования. По результатам опыта можно сделать предварительный вывод, что оба способа имеют перспективы и требуют дальнейшего изучения.

### **Библиографический список**

1. Сибиряткин, С.В. Некоторые аспекты ввода в культуру *in vitro* новых клоновых подвоев для косточковых культур // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета / С.В. Сибиряткин – режим доступа CyberLeninka [2017].
2. Шарафутдинов, Х.В. Зелёное черенкование. Размножение садовых культур / Х.В. Шарафутдинов. – М: Изд. РГАУ – МСХА, 2016 – 36 с.
3. Шарафутдинов, Х.В. Вишня и черешня в питомнике и в саду. Монография / Х.В. Шарафутдинов. – М: Изд. РГАУ – МСХА, 2016 – 61 с.

УДК 634.1/7.037

## **РАЗМНОЖЕНИЕ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В ДЕКОРАТИВНОМ САДОВОДСТВЕ**

**Шарафутдинов Хасян Вагизович**, профессор кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

**Ладыженская Ольга Викторовна**, бакалавр кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

**Локонова Анна Алексеевна**, магистр кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

**Анотация:** изучение нетрадиционных сроков укоренения черенков смородины и вишни, изучение укореняемости сортов вишни новой коллекции Мичуринского сада.

**Ключевые слова:** полуодревесневшие черенки, зелёные черенки, укореняемость коллекции сортов мичуринского сада.

В последнее время ягодные культуры пользуются большой популярностью в декоративном садоводстве. Они способны придавать территории красочный вид и высокий урожай. Совместимость двух важных качеств на участке облегчает проведение агротехнических мероприятий. При использовании плодовых культур в озеленении, возможна экономия места на участке. Ведь человек получает одновременно плодоносящее и декоративное растение и не приходится выбирать между тем или другим.



Смородина черная красива во время цветения, она не уступает в декоративности золотистой смородине, однако у смородины чёрной есть большое преимущество – крупноплодность и сладкий вкус плодов. Кроме того, благодаря фитонцидам листья черной смородины издают приятный аромат.

Высокой декоративностью обладают также растения вишни. Наиболее декоративны они во время цветения. Различные виды вишни могут использоваться в озеленении практически в любом качестве – от солитерных растений до живых изгородей.

Плодовые и ягодные культуры становятся популярными в озеленении детских учреждений. Далеко не у каждого человека есть возможность показать ребенку, как произрастают ягоды, в том числе черная смородина, вишня и другие. Поэтому появление на территории учреждения кустов и деревьев черной смородины и вишни позволяет им наблюдать цикл развития этих культур.

Такие культуры, как черная смородина и вишня, полностью соответствуют требованиям к благоустройству и озеленению детских учреждений.

В качестве пилотного проекта в детском саду №116 г. Москвы были высажены саженцы чёрной смородины сорта «Нара» с целью разграничения территории.

Традиционно черную смородину размножают зелёными и одревесневшими черенками, отводками и делением куста. Размножение черной смородины вышеперечисленными способами изучено достаточно хорошо, однако размножение полуодревесневшими черенками осталось вне поле зрения.

Технология размножения вишни (*Prúnus subg. Cérasus*) зелёными черенками разрабатывается давно [Шарафутдинов Х.В., 2016] однако до настоящего времени не удаётся наладить массовое производство саженцев этой культуры.

Задачами данных исследований было изучение влияния стимулятора роста Рибав-экстра на укореняемость черенков смородины чёрной (*Ribes nígrum*) в нетрадиционные сроки (полуодревесневших) в условиях отсутствия туманообразующей установки и различных концентраций индолилмасляной кислоты (ИМК) на укореняемость зелёных черенков сортов вишни (*Prúnus subg. Cérasus*).

Опыты проводились на Плодовой станции МСХА имени К.А. Тимирязева в 2010 – 2018 годах.

Были поставлены задачи:

1. Определить влияние обработки стимулятором роста Рибав-экстра на укореняемость полуодревесневших черенков смородины чёрной (*Ribes nígrum*);
2. Определить влияние концентрации ИМК (индолилмасляной кислоты) на укореняемость зелёных черенков вишни (*Prúnus subg. Cérasus*) из новой коллекции Мичуринского сада.

Условия проведения опытов варьировались: среднесуточная температура колебалась от 14.3° до 23.7°. Влажность, в зависимости от погодных условий составляла в солнечные дни – 50 %, в пасмурные дни – 80 %.

Черенкование, наблюдения и учёты проводились по методике, разработанной на кафедре плодоводства ТСХА (ныне МСХА) имени К.А. Тимирязева. Нижнюю часть черенков чёрной смородины обрабатывали водным раствором Рибав-экстра

(действующее вещество L-аланин + L-глутаминовая кислота) 1 мл/10 л. Обработанные черенки смородины высаживали в теплицу, не оборудованную установкой искусственного тумана. Зелёные черенки вишни обрабатывали 25 % и 50 % водным раствором ИМК и высаживали в теплицу с искусственным туманом. Контрольный вариант – без обработки.

В качестве объектов исследования были взяты перспективные сорта черной смородины Изумрудное ожерелье, Атлант, Нара, Добрыня, Селеченская-2, Гулливер, Изюмная, Деликатес и сорта вишни Склянка Розовая, Заря Татарии, Маяк, Рязаночка, Память Машина, Ассоль, Харитоновская, Гриот Московский, Новодворская, Шубинка, Облачинская, Владимирская, Быстринка

Результаты исследований.

По результатам опыта были произведены подсчеты сроков укоренения полуодревесневших черенков смородины чёрной: Изумрудное ожерелье, Атлант, Добрыня, Изюмная – 31 день; Нара и Гулливер – 23 дня, Селеченская-2 и Деликатес – 20 дней.

Результаты укоренения полуодревесневших черенков чёрной смородины представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Укоренение черенков смородины чёрной (*Ribes nigrum*), 2018 г.**

Сорт	Надземная часть		Количество корней		Объем корней		Укореняемость	
	Рибав-экстра	Контроль	Рибав-экстра	Контроль	Рибав-экстра	Контроль	Рибав-экстра	Контроль
Изумрудное ожерелье	1,37	0,00	38,86	0,00	2,50	0,00	70,00%	0,00%
Атлант	0,98	1,54	5,78	14,80	4,00	4,75	22,50%	25,00%
Нара	1,33	2,02	12,75	36,78	3,00	2,75	30,00%	60,00%
Добрыня	0,83	0,95	2,67	7,38	1,00	2,25	7,50%	45,00%
Селеченская-2	2,04	0,60	8,92	9,81	3,25	2,75	30,00%	40,00%
Гулливер	2,07	1,47	27,21	17,42	5,00	5,75	82,50%	55,00%
Изюмная	0,85	0,38	3,67	2,75	1,40	1,00	22,50%	5,00%
Деликатес	0,95	1,48	7,85	13,38	2,50	3,75	32,50%	70,00%

В варианте с обработкой Рибав-экстра наилучшую укореняемость показали сорта Гулливер (82,5 %) и Изумрудное ожерелье (70 %), которые в контрольном варианте имели значительно более низкую укореняемость (55 % и 0 % соответственно). Сорта Атлант, Нара, Добрыня, Селеченская-2 и Деликатес лучше укоренялись без обработки раствором Рибав-экстра. Разница составила от 2,5 % у сорта Атлант до 37,5 % у сортов Добрыня и Деликатес.

Данные опыта позволяют сделать вывод о том, что полуодревесневшие черенки смородины чёрной (*Ribes nigrum*), в целом, хорошо укореняются без обработки стимулятором роста Рибав-экстра. Исключение составили сорта Изумрудное ожерелье и Гулливер, укореняемость которых была значительно выше при обработке черенков указанным препаратом.

Результаты укоренения зелёных черенков вишни, представленные в таблице 2, показывают, что в первом варианте опыта (25 г/л) лучшая укореняемость была у сортов Ассоль (60%), Облачинская (80 %) и Быстринка (56 %). Во втором варианте (50 г/л)

наибольший процент укоренения черенков имели сорта Склянка Розовая (56 %) и Быстринка (58 %).

Лучшие результаты укоренения зелёных черенков в варианте 50 г/л показали сорта Склянка Розовая (56 %), Заря Татарии (60 %), Харитоновская (55 %), Гриот Московский (58 %), Новодворская (55 %), Владимирская (56 %), Быстринка (58 %), Шубинка (59 %).

Таблица 2

**Укореняемость зелёных черенков вишни (2002 – 2018 гг.)**

Сорт	Вариант	Укореняемость черенков, %	Число корней первого порядка, среднее, шт.
Склянка Розовая	Контроль	4	3
	25 мг/л	48	10
	50 мг/л	56	10
Заря Татарии	Контроль	0	0
	25 мг/л	25	0
	50 мг/л	60	5
Маяк	Контроль	0	0
	25 мг/л	10	0
	50 мг/л	44	5
Рязаночка	Контроль	0	0
	25 мг/л	48	6
	50 мг/л	48	6
Память Машина	Контроль	0	0
	25 мг/л	30	6
	50 мг/л	18	4
Ассоль	Контроль	2	3
	25 мг/л	60	5
	50 мг/л	33	7
Харитоновская	Контроль	8	2
	25 мг/л	44	3
	50 мг/л	55	3
Гриот Московский	Контроль	0	0
	25 мг/л	35	3
	50 мг/л	58	3
Новодворская	Контроль	3	1
	25 мг/л	43	2
	50 мг/л	55	5
Шубинка	Контроль	8	4
	25 мг/л	57	4
	50 мг/л	59	6
Облачинская	Контроль	8	2
	25 мг/л	80	1
	50 мг/л	44	1
Владимирская	Контроль	0	0
	25 мг/л	35	0
	50 мг/л	56	0
Быстринка	Контроль	3	3
	25 мг/л	56	3
	50 мг/л	58	6

Такие сорта, как Шубинка (57 %), Быстринка (56 %), Облачинская (80 %), Ассоль (60 %) имели хорошую укореняемость а варианте 25 мг/л.

Наихудшая укореняемость имела место в контрольном варианте (0 – 8 %) у всех сортов.

#### Выводы

Обработка полуодревесневших черенков сортов смородины чёрной (*Ribes nigrum*) Атлант, Нара, Добрыня, Селеченская-2, Деликатес стимулятором роста Рибав-экстра привела к снижению укореняемости. В контрольном варианте эти сорта имели высокий (Деликатес, Нара) и средний (Селеченская-2, Добрыня, Атлант) процент укоренения черенков.

Сорта Изумрудное ожерелье, Гулливер, Изюмная имели более высокий процент укореняемости в варианте с обработкой полуодревесневших черенков препаратом Рибав-экстра.

Сорта вишни Заря Татарии, Ассоль, Облачинская в разных вариантах имели укореняемость 60 % и выше, что говорит том, что этот способ можно использовать для размножения данных сортов. Укореняемость остальных сортов была ниже 60 % во всех вариантах опыта.

Таким образом, можно сделать вывод, что вопросы размножения смородины чёрной (*Ribes nigrum*) полуодревесневшими черенками и вишни (*Prúnus subg. Cérasus*) зелёными черенками требуют дальнейшего изучения.

#### Библиографический список

1. Шарафутдинов, Х.В. Зелёное черенкование. Размножение садовых культур / Х.В. Шарафутдинов – М: Изд. РГАУ – МСХА, 2016 – 36 с.
2. Шарафутдинов, Х.В. Вишня и черешня в питомнике и в саду. Монография /Х.В. Шарафутдинов – М: Изд. РГАУ – МСХА, 2016 – 61 с.

УДК 581.6

#### АНАЛИЗ ВИДОВ И ФОРМ СОСЕН, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

**Исачкин Александр Викторович**, профессор кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Крючкова Виктория Александровна**, ведущий научный сотрудник ГБС РАН

**Матюхин Дмитрий Леонидович**, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Симахин Максим Вячеславович**, ассистент кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Хайдуков Александр Германович**, студент факультета садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В работе рассматриваются виды и формы сосен, интродуцированные на территории Московской области и Москвы, а также даны рекомендации по возможности их использования в данных регионах. Использование

того или иного вида лимитируется в основном возможностью переносить низкие отрицательные температуры.

**Ключевые слова:** *pinus*, сосна, интродукция, морозоустойчивые виды.

Род *Pinus* L. насчитывает в настоящее время 114 видов и представлен вечнозелеными деревьями, в высоту достигающими до 50 м, иногда раскидистые стланики (*P. pumila*, *P. mugo*) [1].

Территория Московской области находится в 4 зоне зимостойкости USDA, а Москва в 5а. Зоны зимостойкости по А. Редеру в целом соответствуют зонам зимостойкости USDA. Зимостойкость растений, в том числе и представителей рода *Pinus* является лимитирующим фактором в их росте, развитии и жизнеспособности. В настоящее время на рынке часто встречаются виды и формы, не способные переносить в изучаемых регионах весь комплекс факторов (*P. parviflora*, *P. aristata* и др.).

На данный момент на территории региона были испытаны и внедрены в озеленение или продолжают испытываться следующие виды сосен:

1. Подрод *Pinus*: *P. banksiana*, *P. contorta*, *P. heldreichii*, *P. mugo*, *P. murrayana*, *P. nigra*, *P. ponderosa*, *P. resinosa*, *P. rigida*, *P. sylvestris*, *P. uncinata*;

2. Подрод *Strobus*: *P. armandii*, *P. aristata*, *P. flexilis*, *P. koraiensis*, *P. monticola*, *P. parviflora*, *P. peuce*, *P. pumila*, *P. sibirica*, *P. strobiformis*, *P. strobus*.

В таблице 1 приведены все вышеперечисленные таксоны и дана краткая характеристика по их использованию (таблица).

Таблица

### Виды сосен и их краткие описания

№	Название таксона	*Зона	Краткое описание
Подрод <i>Pinus</i>			
1	<i>P. banksiana</i>	2R	Хвоинки до 5 см длиной, широкие, изогнутые, по 2 в пучке, притупленные, зеленые. На брахибластах к концу года сохраняются чешуевидные листья. Почки веретеновидные, до 25 мм длиной, оранжевые, с прижатыми почечными чешуями и очень сильным осмолением.
2	<i>P. contorta</i>	5U	Хвоинки тоньше, чем у близкого вида ( <i>P. murrayana</i> ), не более 1 мм, длиной до 7 см, собраны в пучке по 2, темно-зеленые. На брахибластах текущего года сохраняются чешуевидные листья длиной около 0,5 см. Почки оранжевые, до 25 мм длиной, цилиндрические или веретеновидные, с прижатыми почечными чешуями.
3	<i>P. heldreichii</i>	4R	Молодые побеги покрыты сизым налетом, красновато-оранжевые, с сохраняющимися треугольными серыми загнутыми чешуевидными листьями. Хвоинки жесткие, по 2 в пучке, густо скученные у вершины удлиненного побега, длиной 5-10 см, зеленые с устьичными линиями со всех сторон. На брахибластах к концу текущего года сохраняются почти белые чешуевидные листья высотой 10-20 мм (у основания могут быть красноватыми). Почки конические, белые, длиной 10-15 мм, смолистые. Почечные чешуи у вершины почки прижатые, белые, а снизу слегка оттопыренные, красные.
4	<i>P. mugo</i>	3U	Стланик высотой до 1 м и шириной 2 м. Крона в проекции не имеет четкой формы. Молодые побеги от зеленоватых до зеленовато-красноватых,

- длиной около 8 см, с красновато-коричневыми чешуевидными листьями. Хвоинки длиной 4-6 см, темно-зеленые, шириной около 1 мм. Чешуевидные листья брахибластов коричневые, длиной до 5 мм. Почки оранжево-коричневые, длиной до 1,5 см, очень смолистые.
- 5 *P. murrayana* 5U Молодые побеги оранжевые, голые, с сохраняющимися чешуевидными листьями. Хвоинки по 2 в пучке, широкие (до 2 мм), длиной до 10 см, слегка скрученные, светло-зеленые. На брахибластах к концу текущего года сохраняются чешуевидные листья длиной около 5 мм. Почки цилиндрические или веретеновидные, до 25 мм длиной, оранжево-коричневые с заостренной верхушкой и прижатыми почечными чешуями. Молодые побеги зеленовато-коричневые, блестящие, с сохраняющимися коричневыми чешуевидными листьями, которые короче чешуевидных листьев брахибластов. Хвоинки по 2 в пучке, жесткие, длиной 8-14 см и шириной около 1,5 мм, темно-зеленые с беловатыми устьичными линиями со всех сторон. На брахибластах к концу текущего года сохраняются желто-серые или беловатые чешуевидные листья, достигающие в высоту 15 мм. Края чешуевидных листьев без нитевидных придатков, что является отличительным признаком от *P. nigra ssp. nigra var. pallasiana*. Почки длиной 10-15 мм, конические или округло-конические с оттянутой верхушкой, коричневые, очень смолистые. Почечные чешуи прижаты к почке, с прижатыми переплетающимися волосками по краям. За счет переплетающихся волосков и сильного осмоления почки могут быть почти белыми.
- 6 *P. nigra* 5U Молодые побеги от зеленых до буровато-зеленых, без налета, с сохраняющимися коричневыми чешуевидными листьями. Хвоинки по 3 в пучке, жесткие, длиной 12-25 см, темно-зеленые. На брахибластах к концу текущего года сохраняются чешуевидные листья длиной до 15 мм. Почки 18-20 мм длиной, цилиндрические с конической верхушкой, смолистые, оранжевые. Почечные чешуи прижаты к почке, имеют изредка волоски по краям.
- 7 *P. ponderosa* 5U Молодые побеги толстые, голые, желтоватые или оранжево-коричневые, с сохраняющимися темными чешуевидными листьями. Хвоинки по 2 в пучке, темно-зеленые с едва заметными устьичными полосками, длиной 10-15 см. На брахибластах к концу текущего года сохраняются темные чешуевидные листья длиной 7-15 мм. Почки 10-15 мм длиной, конические, оранжевые, очень смолистые, с прижатыми почечными чешуями.
- 8 *P. resinosa* 2R Молодые побеги голые, блестящие, сначала светло-зеленые, а затем коричневые, с сохраняющимися короткими закругленными чешуевидными листьями. Хвоинки чаще всего по 3 в пучке, 7-20 см длиной, до 2 мм шириной, от светло-зеленых в начале роста до темно-зеленых, с многочисленными устьичными полосками, довольно жесткие. На брахибластах к концу текущего года сохраняются коричневые чешуевидные листья длиной около 7 мм. Почки цилиндрические с притупленной вершиной, 6-14 мм длиной. Почечные чешуи редкие, с переплетающимися волосками по краям, чаще всего прижатые.
- 9 *P. rigida* 7R Молодые побеги голые, изредка покрыты налетом, зеленовато-желтые, слегка блестящие, с сохраняющимися серовато-коричневыми короткими и закругленными чешуевидными листьями. Хвоинки по 2 в пучке, жесткие, 3-8 см длиной, голубовато-зеленые с голубовато-белыми устьичными полосками на плоской стороне. На брахибластах к концу текущего года сохраняются коричнево-серые чешуевидные листья длиной до 8 мм. Почки 10-15 мм длиной, цилиндрические с закругленной верхушкой, оранжевые,
- 10 *P. sylvestris* 2U

- сильно смолистые. Почечные чешуи прижатые, оранжевые, как и сама почка.
- 11 *P. uncinata* 2R Молодые побеги от зеленоватых до зеленовато-красноватых с красновато-коричневыми чешуевидными листьями. Почки оранжево-коричневые, до 2 см длиной, очень смолистые. Хвоинки длиной 5-8 см, около 1 мм шириной, темно-зеленые, с едва заметными устьичными полосками. Чешуевидные листья брахибластов коричневые, до 5 мм длиной.
- Подрод *Strobilus*
- 12 *P. armandii* 5R Хвоинки в числе 5 на одном брахибласте, до 16 см длиной, светло-зеленые, повисающие, с хорошо заметными устьичными полосками. На брахибластах чешуевидные листья не сохраняются. Почки слабо смолистые, оранжево-коричневые, от овальных до цилиндрических со слегка оттянутой верхушкой, длиной не более 10 мм. Почечные чешуи не прижатые.
- 13 *P. aristata* 5R Хвоинки короткие, не более 4 см, средней жесткости, собраны по 5, имеют хорошо видные устьичные полоски. На брахибластах к концу текущего года сохраняются разорванные чешуевидные листья. Почки оранжевые, до 1,5 см длиной, конические или яйцевидно-конические, с прижатыми чешуями, не смолистые.
- 14 *P. cembra* 4U Молодые побеги зеленовато-серые с густым оранжевым опушением, без чешуевидных листьев. Хвоинки в пучке собраны по 5, до 13 см длиной с хорошо выраженными устьичными полосками, довольно мягкие, не повисающие. На брахибластах чешуевидные листья не сохраняются. Почки смолистые, коричневые, яйцевидные с заостренной верхушкой, длиной около 10 мм. Нижние почечные чешуи слегка оттопыренные. Края почечных чешуй белые.
- 15 *P. flexilis* 4R Молодые побеги желтовато-зеленые, слегка опушенные, без чешуевидных листьев. Хвоинки длиной до 7 см, темно-зеленые, с 3-4 устьичными линиями на каждой стороне, прижаты к побегу, собраны по 5 в пучке. Края хвоинок гладкие. На брахибластах к концу текущего года чешуевидные листья опадают. Почки оранжевые, цилиндрические с конической, слегка оттянутой верхушкой, достигают 10 мм длины.
- 16 *P. koraiensis* 4U Молодые побеги зеленовато-коричневые, покрыты сильным оранжевым опушением, гладкие. Чешуевидные листья ауксипластов к середине лета опадают. Хвоинки длиной от 7 до 15 см, по 5 в пучке, зеленые или сизовато-зеленые с 5-6 рядами устьичных полосок. На брахибластах к концу текущего года чешуевидные листья полностью опадают. Почки длиной 10-18 мм, смолистые, коричневые, яйцевидные, с заостренной верхушкой. Нижние почечные чешуи оттопыренные, прямые, края темно-коричневые.
- 17 *P. monticola* 5R Молодые побеги коричневые, густоопушенные. Хвоинки по 5 в пучке, длиной 5-10 см, густые, жесткие, желтовато-зеленые с 4-5 устьичными полосками на внутренней стороне. На брахибластах к концу текущего года чешуевидные листья не сохраняются. Почки оранжевые, цилиндрические или овальные с немного оттянутой притупленной верхушкой, длиной 12-15 мм, смолистые. Почечные чешуи плотно прилегающие, оранжевые.
- 18 *P. parviflora* 5R Молодые побеги короткоопушенные или гладкие, от зеленоватых до светло-серых, без чешуевидных листьев. Хвоинки по 5 в пучке, 4-6 см длиной, мягкие, изогнутые, тонко зазубренные, темно-зеленые с белыми или голубоватыми устьичными линиями. На брахибластах к концу текущего года чешуевидные листья опадают. Почки яйцевидные с заостренной и оттянутой верхушкой, длиной до 5 мм, несмолистые,

			<p>светло-оранжевые. Почечные чешуи прижатые или немного оттопыренные, длинные, достигают по высоте вершину почки, темно-оранжевые.</p> <p>Молодые побеги толстые, голые, от зеленоватых летом до серовато-коричневых в более поздние сроки, без чешуевидных листьев. Хвоинки по 5 в пучке, длиной 7-10 см, с зазубренными краями, темно-зеленые со светлыми устьичными полосками, прямостоячие и прижатые к ауксибласту. На брахибластах к концу текущего года чешуевидные листья полностью опадают. Почки 4-6 мм длиной, яйцевидные, с заостренной верхушкой, светло-оранжевые, со слегка оттопыренными, не загнутыми, длинными, достигающими вершины, чешуями.</p>
19	<i>P. peuce</i>	5U	<p>Стланник, в высоту достигающий 4-5 м. Молодые побеги густоопушенные, от зеленоватых до зелено-серых, с опадающими чешуевидными листьями. Хвоинки по 5 в пучке, 4-7 см длиной, зазубренные, голубовато-зеленые с 5-6 устьичными линиями с внутренней стороны (во внутренней стороне без устьиц), довольно мягкие. На брахибластах к концу текущего года чешуевидные листья не сохраняются. Почки 10-15 мм длиной, цилиндрические или почти веретеновидные, оранжевые, смолистые. Почечные чешуи прижатые, оранжевые или оранжево-коричневые.</p>
20	<i>P. pumila</i>	1U	<p>Молодые побеги зеленовато-серые, покрыты густым оранжевым опушением, без чешуевидных листьев. Хвоинки в пучке собраны по 5, около 8-12 см длиной, темно-зеленые, с хорошо выраженными устьичными полосками, довольно мягкие, не повисающие. На брахибластах чешуевидные листья не сохраняются. Почки коричневые, яйцевидные с заостренной верхушкой, длиной около 10 мм. Края почечных чешуй белые.</p>
21	<i>P. sibirica</i>	1U	<p>Молодые побеги желтовато-зеленые, слегка опушенные, без чешуевидных листьев. Хвоинки до 8-10 см длиной, темно-зеленые, с 3-4 устьичными линиями на каждой стороне, прижаты к побегу, собраны по 5 в пучке. Края хвоинок гладкие. На брахибластах к концу текущего года чешуевидные листья опадают. Почки оранжевые, цилиндрические, с конической, слегка оттянутой верхушкой, достигают 10 мм длиной.</p>
22	<i>P. strobiformis</i>	8U	<p>Молодые побеги тонкие, голые, зеленовато-бурые, без чешуевидных листьев. Хвоинки по 5 в пучке, длиной 5-10 см, мягкие, голубовато-зеленые с 2-3 устьичными линиями на внутренней стороне, не прижатые к побегу. На брахибластах к концу текущего года чешуевидные листья не сохраняются. Почки 4-7 мм длиной, яйцевидные с оттянутой верхушкой, светло-оранжевые. Почечные чешуи прижатые, оранжевые с темной верхушкой и светлыми краями.</p>
23	<i>P. strobus</i>	4U	<p>Молодые побеги толстые, голые, темно-зеленые (позже становятся коричневыми), блестящие. Чешуевидные листья на однолетних побегах не сохраняются. Хвоинки по 5 в пучке, топорщащиеся на молодых приростах и повисающие на более зрелых; тонкие, 15-18 см длиной, голубовато-серебристые, с белыми устьичными полосками на внутренней стороне. На брахибластах к концу текущего года чешуевидные листья не сохраняются. Почки 4-9 мм длиной, яйцевидно-цилиндрические, с конической верхушкой, коричневые. Почечные чешуи прижатые, с черной полоской по центру, увеличивающей интенсивность к верхушке, верхняя часть почки темная.</p>
24	<i>P. wallichiana</i>	8U	

\*Примечание: U-зона зимостойкости USDA, R-зона зимостойкости по Редеру



По результатам исследований, проведенных в питомниках «Resinosa», «Сезоны», а также в ГБС РАН и дендрологическом саду им. Р.И. Шредера выделена группа малоперспективных видов. Среди них следующие: *P. rigida*, *P. armandii*, *P. aristata*, *P. flexilis*, *P. monticola*, *P. parviflora*, *P. strobiformis*, *P. wallichiana*. Остальные виды и их формы следует более активно внедрять в озеленение.

#### Библиографический список

1. База данных голосеменных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.conifers.org/pi/Pinus.php>. – The Gymnosperm Database. – (Дата обращения 04.11.2018)

УДК 635.918:582.782.2

### КАУДИЦИФОРМНЫЕ ПРЕДСТАВИТЕЛИ СЕМЕЙСТВА ВИНОГРАДНЫЕ (VITACEAE), ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ОРАНЖЕРЕЙНОЙ КУЛЬТУРЕ

**Орлова Елена Евгеньевна**, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФБГОУ ВО РГАУ-СМХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Дано краткое биологическое описание наиболее распространенных видов рода *цифостемма* (*Cyphostemma*), пригодных для выращивания в зимних садах и жилых помещениях. Указаны основные требования к содержанию.

**Ключевые слова:** *цифостемма*, *каудекс*, *каудициформное растение*, *размножение семенами*, *светлюбивое растение*.

Характеристика рода *Цифостемма* (*Cyphostemma*).

**ЦИФОСТЕММА** [*Cyphostemma* (Planch.) Alston], род семейства *Vitaceae* Juss. Выделен из состава рода *Циссус* (Alston, 1931), в котором представлял одну из трех секций (Planchon, 1887). Объединяет около 230 (260) видов, распространенных, г. о., в Африке. Многие виды, примерно 10% рода, являются эндемиками о. Мадагаскар. Несколько редких видов *цифостемма* встречаются на юге Аравийского полуострова, на о. Шри-Ланка, в Йемене и в Индии. Виды рода *цифостемма* — лазящие кустарники с тонкими хрупкими побегами с усиками, реже прямостоячие кустарники-суккуленты, с утолщенными корнями, мясистым стволом, часто очень бугристым. Также многолетние суккулентные растения имеют стволородные каудексы, частично с шелушащейся «корой» и мясистые ветви с листьями в пучках на кончиках ветвей. Листья цельные, простые или сложные, 3-7-ми пальчатые. Соцветие — кисть, метелка или завиток с редко расположенными цветками, которые перед цветением имеют цилиндрическую форму. Плоды яйцевидные [4].

*Cyphostemma adenocaula* (Bernard M. Descoings, 1966). Родина-Южная и Западная тропическая Африка. Лазящая лиана до двухметров длиной с каудексом, достигающим 20 см в диаметре. Цветки желтовато-зеленые. Светлюбивое растение, требует умеренного полива [1].

*Cyphostemma bainesii* (Bernard M. Descoings, 1967). Родина – Южная Африка и Намибия. Листопадный многолетний суккулент 60 см высотой и шириной со

сферическим или бутылковидным каудексом и частично разделенный на 2 мясистые ветви с шелушащейся, светло-желтой или зеленой корой. Смолистые, обычно 3-пальчатые листья 12 см длиной с ланцетными, зубчатыми, мясистыми, серебристо-зелеными листочками, в молодости серебристо-опушенными. Плоские верхушечные щитки несут чашевидные, желтовато-зеленые цветки 1 см в диаметре. Плоды красные. Цветение летом. Светолюбивое растение, требует умеренного полива [1].

*Cyphostemma betiformis* (Kaj Børge Vollesen, 1984) Родина – Кения и Сомали. Этот представитель семейства Vitaceae получил это имя от Kaj Børge Vollesen в 1984 году. Произрастает на хорошо дренированной почве при недостатке воды и ярком солнечном освещении. Каудекс до двенадцати сантиметров в диаметре и высотой 60 сантиметров. Цветки зеленоватые. Светолюбивое растение, требует умеренного полива. Размножается семенами, черенкованием [4].

*Cyphostemma cirrhosum* (Bernard M. Descoings, 1966) Родина – Ботсвана, Намибия, Южная Африка, Зимбабве. Побеги лазающие, до 5 м в высоту. Каудекс достигает 30 см в диаметре. Цветки зеленоватые. Умеренно светолюбивое растение, также требует умеренного полива. Размножается семенами, черенкованием.

*Cyphostemma elephantopus* (Bernard M. Descoings, 1963) Родина – Талер, Мадагаскар. Побеги лазающие, до 2 м в высоту. Каудекс достигает 60 см в диаметре. Цветки зеленовато-желтые. Умеренно светолюбивое растение, также требует умеренного полива. Размножается семенами.

*Cyphostemma humile* (Bernard M. Descoings ex Hiram Wild & Robert 1963) Bailey Drummond, Родина – Ботсвана, Южная Африка, Зимбабве. Побеги до 60 и более см в высоту. Каудекс достигает 20 см в диаметре. Цветки зеленовато-желтые (зеленовато-красные). Светолюбивое растение, требует умеренного полива. Размножается семенами, черенкованием.

*Cyphostemma hypoleucum* (Bernard M. Descoings, 1960) Родина – Ботсвана, Южная Африка, Зимбабве. Побеги до 50 см в высоту. Каудекс достигает 20 см в диаметре. Цветки желтоватые. Растение светолюбивое, требует умеренного полива. Размножается семенами, черенкованием.[5]

*Cyphostemma jiguu* (Bernard Verdcourt, 1986) Родина – Мадагаскар. Побеги лазающие, до 4 м в высоту. Каудекс достигает 30 см в диаметре. Цветки желтоватые. Умеренно светолюбивое растение, требует умеренного полива. Размножается семенами, черенкованием.

*Cyphostemma lanigerum* (Bernard M. Descoings ex Wild & R.B.Drumm., 1966) Родина – Южная Африка, Намибия, Зимбабве. Побеги лазающие, до 2 м в высоту. Каудекс достигает 30 см в диаметре. Цветки коричневато-зеленые. Умеренно светолюбивое растение, требует умеренного полива. Размножается семенами, черенкованием.

*Cyphostemma montagnacii* (Bernard M. Descoings, 1962) Родина – Мадагаскар. Побеги ампельные, до 1,5 м в высоту. Каудекс достигает 30 см в диаметре. Цветки зеленые. Светолюбивое растение, требует умеренного полива. Размножается семенами, черенкованием.

*Cyphostemma orondo* (Bernard M. Descoings, 1967) Родина – Кения. Танзания, Уганда. Побеги лазающие, 75-150 см в высоту. Каудекс достигает 6 см в диаметре. Цветки желтовато-каштановые. Умеренно светолюбивое растение, требует умеренного

и обильного (в период активного роста) полива и богатой почвы. Размножается семенами, черенкованием.

*Cyphostemma quinatum* (Bernard M. Descoings ex. Hiram Wild & Robert Bailey Drummond, 1966) Родина – Мозамбик, Южная Африка Танзания, Замбия. Побеги ампельные, 120см в длину. Каудекс достигает 5 см в диаметре. Цветки зеленовато-желтые. Умеренно светлюбивое растение, требует умеренного полива. Размножается семенами, черенкованием.

*Cyphostemma seitzianum* (Bernard M. Descoings, 1967). Родина – Центральная Намибия. Побеги до 50 см в высоту. Каудекс достигает 70 см в диаметре. Цветки желтовато-темно-розовые. Светлюбивое растение, требует умеренного полива. Размножается семенами, черенкованием.

*Cyphostemma simulans* (Hiram Wild & Robert Bailey Drummond, 1961) Родина– Южная Африка. Побеги лазающие, до 1,5 м в высоту. Каудекс достигает 13 см в диаметре. Цветки зеленовато- каштановые. Светлюбивое растение, требует умеренного (в период активного роста – обильного) полива. Размножается семенами, черенкованием.

*Cyphostemma wittei* (Hiram Wild & Robert Bailey Drummond, 1961) Родина – Конго, Замбия. Каудекс достигает 15 см в диаметре. Побеги ампельные, до 2 м в высоту. Цветки красные. Умеренно светлюбивое растение, требует полива. Размножается семенами, черенкованием [2,3,4,5].

#### Особенности культуры

Цифостемма предпочитает яркое освещение. Полив умеренный в период вегетации. В остальное время- почти без полива. Почва любая, рыхлая, с добавлением песка и перлита, хорошо дренированная.

Посев проводят с октября по декабрь. Семена намачивают несколько часов и высевают в песчаную смесь, увлажняют и проращивают при ярком освещении и температуре 22-26°C [1,5].

#### Библиографический список

1. <http://www.bihrmann.com/>
2. <http://www.botanicwonders.com/Feature-Cyphostemma-juttae.html>
3. <https://davesgarden.com/guides/pf/go/72208/#b>
4. <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Vitaceae/Cyphostemma/>
5. [https://www.zimbabweflora.co.zw/speciesdata/genus.php?genus\\_id=929](https://www.zimbabweflora.co.zw/speciesdata/genus.php?genus_id=929)

**КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА РАСТЕНИЯМИ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ (*HIPPORHAE RHAMNOIDES*) В УСЛОВИЯХ ГБС РАН**

**Исачкин Александр Викторович**, профессор кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева

**Зубик Инна Николаевна**, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева

**Потапова Алена Владимировна**, аспирант кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Проведен корреляционный анализ фенологических наблюдений за растениями облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides*), что дало возможность выявить наиболее информативные фенофазы и феноинтервалы годового цикла развития облепихи, которые можно применять для составления фенологической характеристики растений.

**Ключевые слова:** анализ, корреляция, связь, коррелограмма, достоверный, коэффициент, фенофаза, феноинтервал, наблюдение.

Нами проведен корреляционный анализ данных фенологических наблюдений за растениями облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides*) с целью выявления наиболее информативных фенофаз и феноинтервалов, связанных с хозяйственными качествами и декоративной оценкой облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides*).

Программа экспериментальных исследований предусматривала определение коэффициентов корреляции между фенофазами (фенодатами) и феноинтервалами по данным наблюдений 2014 и 2016г., выявление достоверных связей между фенофазами и между феноинтервалами с различными уровнями значимости, выделение корреляционных плеяд и определение наиболее информативных фенофаз и феноинтервалов для проведения характеристики сортов облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides*).

Исследования проводили на территории Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального агентства научных организаций России Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина РАН (ФГБХН ГБС имени Н.В. Цицина) в отделе Культурных растений на коллекции Облепихи крушиновидной в 2014 и 2016 г.

Экспериментальные исследования проводили по общепринятым методикам [1, 2, 4].

Объектами исследований были 19 сортов облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides*) (таблица 1) [3, 5].

Исследования проводили по фазам развития растений: 1 – набухание почек, 2 – распускание почек, 3 – появление листьев, 4 – распускание листьев, 5 – полное облиствление, 6 – пожелтение листьев, 7 – листопад, 8 – начало бутонизации, 9 – массовая бутонизация, 10 – начало цветения, 11 – массовое цветение, 12 – конец цветения, 13 – завязывание плодов, 14 – единичное созревание плодов, 15 – массовое созревание

плодов, 16 – опад плодов. Определены феноинтервалы: продолжительность вегетации – 1, продолжительность цветения – 2, продолжительность плодоношения – 3 [4].

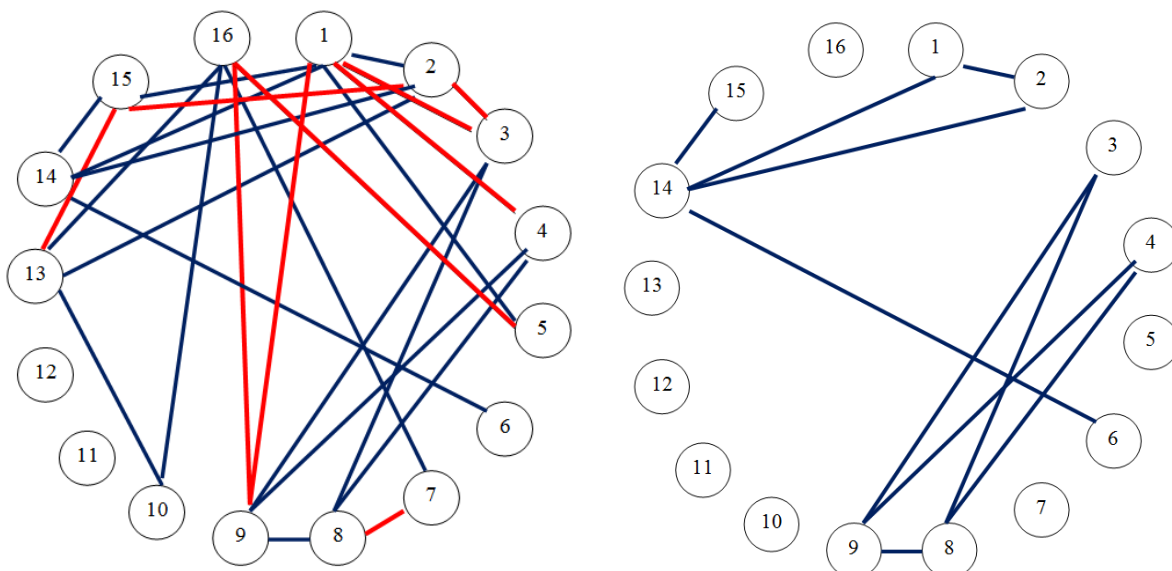
Таблица 1

**Объекты исследований 2014, 2016гг.**

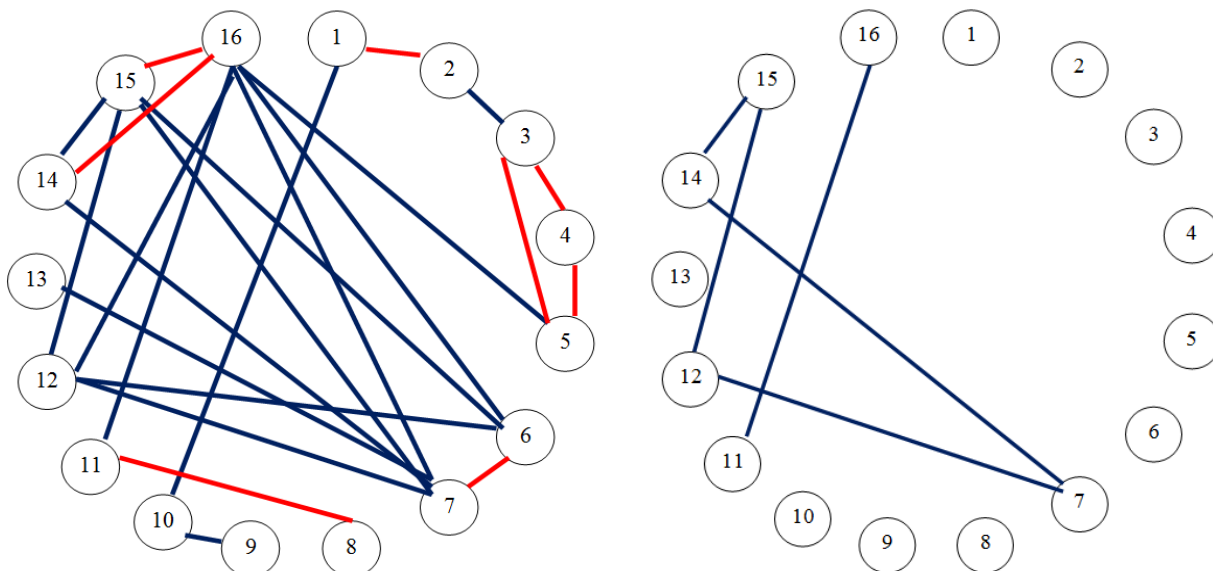
№ п/п	Название сорта	Происхождение		Кол-во, шт.
		Научное учреждение	Регион	
1	Чуйская	НИИ садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко	Алтай	2
2	Гусь хрустальная	Гусь – хрустальный Опорный пункт	Влад.обл.	1
3	Дар Катуня	НИИ садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко	Алтай	2
4	МГУ 6	Ботанический сад МГУ им.М. В. Ломоносова	Москва	1
5	Витаминная	НИИ садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко	Алтай	2
6	Масличная	НИИ садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко	Алтай	2
7	Подарок саду	Ботанический сад МГУ им.М. В. Ломоносова	Москва	2
8	Отрадная	Ботанический сад МГУ им.М. В. Ломоносова	Москва	3
9	Ботаническая	Ботанический сад МГУ им.М. В. Ломоносова	Москва	2
10	Перчик	Ботанический сад МГУ им.М. В. Ломоносова	Москва	2
11	Воробьевская	Ботанический сад МГУ им.М. В. Ломоносова	Москва	1
12	Трофимовская	Ботанический сад МГУ им.М. В. Ломоносова	Москва	2
13	Голубинка	Отдел внедрения ГБС РАН	Москва	1
14	Янтарная	НИИ садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко	Алтай	2
15	Превосходная	НИИ садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко	Алтай	1
16	Стартовая	Отдел внедрения ГБС РАН	Москва	1
17	Золотая коса	Отдел внедрения ГБС РАН	Москва	1
18	Морячка	Отдел внедрения ГБС РАН	Москва	2
19	Сюрприз Балтики	Всероссийский НИИ Садоводства им. И. В. Мичурина	Калинингр. обл.	1
20	Мужские растения	Отдел внедрения ГБС РАН	Москва	2

Для проведения корреляционного анализа был использован метод перевода фенологических дат в числовой эквивалент, который соответствовал количеству дней от 01 апреля до даты наступления фенофазы 2014г. и 2016г. [2].

Проведенный анализ по данным 2014г. показал сильные корреляционные связи, при 01 уровне значимости, между фенофазами: появление листьев и распускание листьев – 0,95, появление листьев и массовая бутонизация – 0,92. Анализ данных 2016г. выявил сильную корреляционную зависимость при высоком уровне значимости между фенофазами: единичное и массовое созревание плодов – 0,76; единичное созревание плодов и листопадом – 0,84. Наиболее сильные корреляционные связи при 01 уровне значимости существовали в 2014г между феноинтервалами: продолжительность вегетации и продолжительность плодоношения, а в 2016г между продолжительностью цветения и плодоношения.



Коррелогорамма достоверных связей 2014 г. Кореллогорамма сильных связей >0,7 2014 г.



Коррелогорамма достоверных связей 2016 г. Корелогорамма сильных связей >0,7 2014 г.

**Рис. 1 Коррелогораммы фенофаз: достоверные связи на 0,5 и 0,1 уровне значимости**

Достоверные (01 уровень значимости) корреляционные связи, выявленные между фенофазами в 2014г. (набухание почек и распускание почек, появление листьев и распускание листьев, набухание почек и полное облиствление, появление листьев и начало бутонизации, распускание листьев и начало бутонизации, появление листьев и массовая бутонизация, распускание листьев и массовая бутонизация, начало бутонизации и массовая бутонизация, набухание почек и единичное созревание, распускание почек и единичное созревание, пожелтение листьев и единичное созревание, начало цветения и распускание листьев, массовое созревание и набухание почек, единичное созревание и массовое созревание, листопад и опад плодов, завязывание плодов и опад плодов) и в 2016г. (появление листьев и распускание почек, набухание почек и начало цветения, массовая бутонизация и начало цветения, пожелтение листьев и конец цветения, листопад и конец цветения, листопад и

завязывание плодов, листопад и единичное созревание, пожелтение листьев и массовое созревание, листопад и массовое созревание, массовое созревание и конец цветения, массовое созревание и единичное созревание, опад плодов и полное облиствление, опад плодов и пожелтение листьев, опад плодов и листопад, опад плодов и конец цветения) (рисунок 1) позволили определить плеяды признаков - корреляционные плеяды, объединяющие близкие по значению признаки (фенофазы).

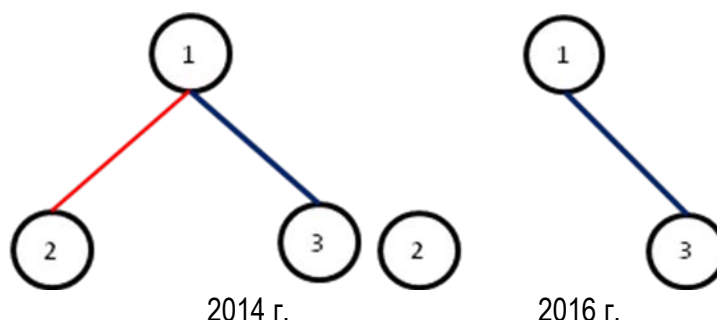
Выявлены достоверные (01 уровень значимости) корреляционные связи между феноинтервалами в 2014г. – это продолжительность вегетации и продолжительность плодоношения (0,58), а в 2016г. – продолжительность плодоношения и продолжительность цветения (0,64) (таблица 2).

Таблица 2

**Коэффициенты корреляции феноинтервалов 2014, 2016гг.**

2014г		Продолжительность			2016г		Продолжительность		
		вегетаци и	цветения	плодоно шения			вегета ции	цвете ния	плодонош ения
		1	2	3			1	2	3
Продолжитель ность	вегетации	1	0,49	0,58	Продолжитель ность	вегетации	1	0,43	0,4
	цветения	2		0,33		цветения	2		0,64
	плодонош ения	3				плодонош ения	3		

Выделены корреляционные плеяды фенофаз в 2014г. их всего 9. Из них две составные (1 плеяда - набухание почек, распускание почек, пожелтение листьев, начало созревания, массовое созревание; 2 плеяда - появление листьев, распускание листьев, начало бутонизации, массовая бутонизация) и семь простых (3 плеяда: полное облиствление; 4 плеяда: начало цветения; 5 плеяда: листопад; 6 плеяда: массовое цветение; 7 плеяда: конец цветения; 8 плеяда: завязывание плодов; 9 плеяда: опад плодов).



**Рис. 2 Коррелограммы феноинтервалов. Связи 0,5 и 0,1 уровне значимости 2014г., 2016г.**

В 2016 году корреляционных плеяд выделено 12. Из них две составные (1 плеяда - листопад, конец цветения, единичное созревание, массовое созревание; 2 плеяда – массовое цветение, опад плодов) и десять простых (3 плеяда: набухание почек; 4 плеяда: распускание почек; 5 плеяда: появление листьев; 6 плеяда: распускание

листьев; 7 плектра: полное облиствление; 8 плектра: пожелтение листьев; 9 плектра: начало бутонизации; 10 плектра: массовая бутонизация; 11 плектра: начало цветения; 12 плектра: завязывание плодов).

Коррелограммы феноинтервалов выявили достоверные связи существующие на разных уровнях значимости в 2014 г. между продолжительностью вегетации и продолжительностью цветения, продолжительностью вегетации и продолжительностью плодоношения; а в 2016 г. между продолжительностью цветения и продолжительностью плодоношения (рис. 2).

Таким образом, проведенные исследования выявили, что наиболее информативными фенофазами в 2014 году были фенофазы «Набухание почек» и «Массовая бутонизация», а в 2016г. - «Листопад»,

Наиболее информативные феноинтервалы в 2014 году были феноинтервалы «Продолжительность вегетации» и «Продолжительность плодоношения», а в 2016г. - «Продолжительность цветения» и «Продолжительность плодоношения».

По результатам двух лет исследований достоверно доказано, что феноинтервал «Продолжительность плодоношения» является наиболее информативным признаком при хозяйственной и декоративной оценке сортов облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides*).

#### Библиографический список

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - 6-е издание, стереотип. – М.: ИД Альянс, 2011. - 352 с., ил.
2. Исачкин А. В., Крючкова В. А. Компьютерные технологии в биометрии: Рабочая тетрадь. М.: Изд-во РГАУ – МСХА.
3. Культурные растения Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина Российской академии наук: 60 лет интродукции/ отв. Редактор А. С. Демидов. Учреждение РАН Гл. ботан. сад им. Н.В. Цицина РАН. – М.: товарищество научных изданий КМК 2011. - 551 с.
4. Потапова А.В. Изучение представителей семейства лоховых для использования в ландшафтном дизайне/А.В.Потапова, И.Н. Зубик, М.А. Ермаков//Вестник ландшафтной архитектуры. Выпуск 7/ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева. – М.: ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова.
5. Трунов Ю.В., Плодоводство/ Е.Г. Самощенко, Т.Н. Дорошенко и др. /.; Под ред. Ю.В. Трунова и Е.Г. Самощенко. - М.: КолосС, 2012. - 415 с.



## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ ТЮЛЬПАНА ГИБРИДНОГО В УСЛОВИЯХ ТВЕРСКОГО РЕГИОНА

**Кузнецова Светлана Николаевна**, доцент кафедры ботаники и луговых экосистем, ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

**Аннотация:** Изучены различные минеральные удобрения при применении на тюльпане гибридном сорта Пинк Импрешн на дерново-подзолистых почвах в тверской области.

**Ключевые слова:** цветоводство, тюльпан гибридный, Пинк Импрешн, луковица, детка, ГЕРА для Лука, Чеснока и Луковичных цветов, TerraSol+.

Цветоводство - отрасль растениеводства, занимающаяся селекцией и выращиванием красивоцветущих и других растений в декоративных целях: для срезки букетов, создания оранжерей и зелёных насаждений открытого грунта, а также для украшения жилых и производственных помещений [4].

Цветоводство также является одним из направлений декоративного садоводства, занимающееся выращиванием цветочных культур. Их выращивают для украшения парков, скверов, садов, различных помещений, для получения цветов на срезку. Одни растения выращивают в открытом грунте, другие - в теплицах, оранжереях, комнатах. Заниматься цветоводством люди начали в глубокой древности [1].

**Тюльпаны** (tulip, tulipa) – безусловно, самые популярные весенние луковичные цветы. Нет, пожалуй, ни одного садовода, который не имел бы у себя на участке хотя бы 2-3 сорта. А «продвинутые» цветоводы-любители собирают коллекцию из десятков сортов тюльпанов (от ранцветущих до поздноцветущих), подбирая их таким образом, чтобы создать непрерывное цветение с апреля до начала июня [2].

**Цель исследования:** установить влияние минерального удобрения на развитие растений тюльпанов в условиях Тверского региона. Исследования проводили в 2017-2018 гг. В задачу исследований входило изучение формирования биометрических показателей тюльпанов по следующим показателям: всхожесть; высота растений и количество листьев; масса и размер образованных луковиц и деток. Схема опыта: 1 вариант – сорт Пинк Импрешн - контроль; 2 вариант – сорт Пинк Импрешн - применение ГЕРА для Лука, Чеснока и Луковичных цветов; 3 вариант – сорт Пинк Импрешн - применение TerraSol+.

Пинк Импрешн (Pink Impression) совершенно заслужен назван гигантским. Этот сорт относится к Дарвиновым гибридам. Это сорт с поистине крупными одиночными цветками, которые могут очень выделяться на фоне других сортов. Пинк Импрешн – цветок среднего роста, с прямыми цветоносами, не облиственными и крепкими. Цветки до 12 в высоту и максимально 6-7 см в диаметре. Раскрываются бутоны в первых числах мая. Лепестки нежно-розового оттенка, которые немного гуще и ярче к центру, и светлее к краям, но переход оттенка настолько плавный, что практически незаметен. сроки цветения – начало май [5].

На втором варианте вносили комплексное минеральное удобрение ГЕРА для Лука, Чеснока и Луковичных цветов 1 раз за вегетацию. Содержание питательных веществ (%): азот N - 11,0%; фосфор P - 11,0%; калий K - 22,0%.

На третьем варианте было внесено комплексное удобрение с микроэлементами TerraSol+, который идеально подходит луковичных и цветочно-декоративных культур. Удобрение содержит такие питательных элементы как %: азот N - 5 %, фосфор P - 1, калий K - 35, магний Mg - 0,5, железо Fe - 0,15, марганец Mn - 0,05, бор B - 0,01, медь Cu - 0,01, цинк Zn - 0,01.

Исследования в опыте проводились по методике Моисейченко В. Ф., Заверюха А. Х., Трифонова М. Ф. [3].

Тюльпаны высаживали в корзины для луковичных растений (диаметр – 30 см), повторность трехкратная, число растений в каждом повторении 12 штук, общее количество исследуемых растений в опыте – 36 штук. Опыт закладывался в осенний период, предварительно посадочный материал дезинфицировали в темно-красном растворе марганцовки (марганцовокислый калий).

Выбранный участок перекапывали, разрыхляли, делили на делянки, выкапывали ямы на глубину штыка лопаты (20 см) и размещали 9 корзин. В каждую корзину насыпали слой песка (1 см) и уплотняли. Распределяли луковицы в количестве 12 штук и засыпали землей, затем полили водой. Луковицы, посаженные 10 октября, не требуют укрытия на зиму. Зимовка луковиц идет с ноября по март. Рано весной они пробиваются в рост; еще под снегом появляются ростки (листья, свернутые в трубочку). Появившиеся ростки не боятся весенних морозов. С 1 мая по 1 июня осуществляли учеты: фиксировали появление всходов, начало и продолжительность вегетации, вид и состояние растений; регулярно, т.е. через 5, 10 дней измеряли высоту растений и количество листьев по каждому варианту. Во время уборки измеряли вес, диаметр и количество полученных луковиц и деток по каждому варианту. На протяжении всего времени почву содержали в рыхлом и чистом от сорняков состоянии. Глубина рыхления была не более 5-7 см.

В период вегетации цветы подкармливали удобрениями по схеме опыта в фазу появления ростков (1 мая) от 1,0 – 2,7 см (10 мая).

Уборку луковиц проводили 20 июня. Выкопанные гнезда очищали от земли, корней, стеблей и остатков материнской луковицы (черные чешуи). Выбирали самую крупную луковицу (замещающую материнскую) и детки. Очищенные луковицы промывали в слабом растворе марганцовки. Затем укладывали в ящики и просушивали в тени несколько часов, затем хранили при температуре 23°C - 25°C в сухом помещении до конца августа. С конца августа до посадки луковицы хранили при температуре 16°C-18°C. При уборке луковиц, повреждений болезнями и вредителями замечены не были.

В процессе работы определялось влияние различных удобрений на рост и развитие тюльпан сорта Пинк Импрешн.

Первые всходы по вариантам опыта наблюдались в последней декаде апреля. К 15 мая самые высокорослые растения были получены во 2 варианте – 47,1 см. Наименьшая высота отмечалась на 1 варианте - 45,2 см. Среднее количество листьев по вариантам составляло в среднем 2,8 шт. Наличие цветоноса среднее по вариантам

наблюдалось у 94,2% опытных растений. К 25 мая наибольшая высота бокала цветка тюльпана сорта Пинк Импрешн 5,0 см было сформировано у растений на втором варианте. Самый крупный цветок - у 3 варианта - 3,3 см.

К уборке 20 июня сохранилось на 1 варианте 91,7 % исследуемых растений, на 2 и 3 вариантах – 100 % сохранность посаженных луковиц, то есть сказалось положительное влияния применяемых минеральных удобрений по схеме опыта. Диаметр луковиц в среднем по вариантам был в пределах 3,3-3,7 см (наименьший у луковиц тюльпанов на контроле). Это луковицы 1 разбора, пригодные для дальнейшего вегетативного размножения и самые крупные можно использовать для возможной выгонки. Масса луковиц варьировала по вариантам: на 1 варианте составила 20,4 г., на 2 варианте – 22,7 г., наилучший результат на 3 варианте – 23 г. Также на вариантах при внесении удобрений образовывалось большее количество деток, чем на контроле – 1,5-2,0 в среднем на одну луковицу.

Как видим, в ходе проведенных исследований было установлено, что наиболее эффективно для хозяйственных качеств улучшения декоративных свойств тюльпанов использование таких удобрений как TerraSol+ и минерального удобрения ГЕРА для Лука, Чеснока и Луковичных в сравнении с вариантом без удобрений.

#### **Библиографический список**

1. Бабин, Д.М. Цветоводство от А до Я / Д.М. Бабин. - М.: Харвест, 2007. – 23 с.
2. Иващенко, А. А. Тюльпаны и другие луковичные растения Казахстана- Алматы /А.А. Иващенко. - ИД «Две Столицы», 2005. — 192 с.
3. Моисейченко, В. Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве. / В.Ф. Моисейченко, А.Х. Заверюха, М.Ф. Трифонова. - М.: Колос. - 1994. – с. 217 – 236.
4. Соколова, Т.А. Декоративное растениеводство. Цветоводство: Учебник. – 2-е изд. / Т.А. Соколова, И.Ю. Бочкова. – М.: Академия, 2006. – 432 с.
5. Тюльпаны — Дарвиновы гибриды [Электронный ресурс]. URL: <https://horoshozhivem.ru/tyul-pany-darvinovy-gibridy/> (Дата обращения 16.10.2018).

УДК 635.92:796.1 (470+571)

#### **РАЗВИТИЕ ГРИНКИПИНГА В РОССИИ**

**Тазин Иван Иванович**, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, руководитель УНПЦ «Спортивного газоноведения и ландшафтного газоноведения» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Тазина Светлана Витальевна**, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева – единственный вуз России, который готовит агрономов-гринкиперов (специалистов по устройству и содержанию спортивных газонов с естественным травяным покровом для строительства и обслуживания футбольных полей, гольф-полей, полей для игры в

регби и т.д.). Указанная специализация была открыта на факультете садоводства и ландшафтной архитектуры в 2011 году.

**Ключевые слова:** *гринкипер, устройство газона, содержание газона.*

Исследования в области газоноведения в нашем университете имеют давнюю традицию. Основу отечественного газоноведения заложил известный садовод, преподаватель садоводства в Петровской земледельческой и лесной академии (теперь РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева) Рихард Иванович Шредер. Его обстоятельная работа «Образование дерна в садах и парках» написанная в 1883 году, служила основным пособием для специалистов того времени. В этой работе известный русский садовод подробно рассказал о качестве семян газонных трав, нормах высева, об ассортименте газонных трав и травосмесях, об агротехнике создания и содержания газонов, дал критический анализ отечественной и зарубежной практики создания газонов.

В послереволюционный период в России необходимость проведения научных исследований по устройству газонов высказывалась многими специалистами и учеными (Вильямс, 1922, 1952; Гроссгейм, 1934; Тимирязев, 1939; Сааков, 1941). После Великой Отечественной войны начали широко развиваться исследования научных основ газоноведения (Вильямс, 1952; Тамберг, 1950; Цицин, 1953, 1954, 1955, 1962, 1970). Название «культурные» первым применил по отношению к газонам В.Р.Вильямс (1952). Его по праву считают основоположником российского луговедения.

В последующие годы в Тимирязевской академии изучением этого вопроса занимался Владимир Алексеевич Тюльдюков им в соавторстве с Кобозевым И. В. и Парахиным Н. В. был написан учебник «Газоноведение и озеленение населенных территорий»

В данный момент Российская действительность развития спортивного газоноведения потребовали сосредоточить достижения научной мысли и практического применения накопленных знаний в этом направлении.

Очень важный аспект нашей работы – это практическая подготовка студентов. Помимо учебных аудиторных занятий, большое внимание уделяется практическим навыкам.

У нас есть специально оборудованный класс в 19-ом учебном корпусе и учебно-научно-производственный Центр Спортивного газоноведения и ландшафтного газоноведения.

В рамках подготовки учебно-научной базы на участке полевой опытной станции Университета площадью 3,65 га за счет привлеченных финансовых средств в 2008 году были произведены работы по устройству территории, имитирующей тренировочное гольф-поле. В рамках подготовки данного объекта были произведены работы по устройству дренажной системы, системы искусственного орошения и построены все высокотехнологичные элементы спортивного сооружения.

В настоящее время территория, имитирующая тренировочное гольф-поле, является материально-технической базой для учебных занятий с агрономами-гринкиперами и проведения научно-исследовательских работ при написании дипломных

работ бакалавров, магистерских диссертаций и диссертаций на соискание ученых степеней кандидатов и докторов наук.

Ежегодно на территории, имитирующей тренировочное гольф-поле, получают практические знания бакалавры, магистры, аспиранты и докторанты, объектом исследований которых являются натуральные дерновые покрытия. В том числе ежегодно практические занятия посещают более 270 студентов. Проводят научно-исследовательскую работу в рамках написания дипломных и диссертационных работ до 30 бакалавров, магистров, аспирантов и докторантов Университета.

На территории, имитирующей тренировочное гольф-поле, изучаются новейшие технологии по устройству и обслуживанию спортивных покрытий с естественным травостоем. Приобретаются необходимые знания для подготовки высококвалифицированных специалистов в области спортивного газоноведения и газоноводства.

На указанной территории проводится изучение новейших сортов газонных трав отечественной и зарубежной селекции. Данное направление работ позволяет разработать рекомендации о целесообразности использования конкретного сорта в той или иной климатической зоне России при возведении спортивных сооружений. Изучаются различные способы стабилизации корнеобитаемого слоя, разрабатываются оптимальные режимы обслуживания естественных травянистых фитоценозов различного назначения. Проводится систематическая работа по изучению эффективности применения новейших средств борьбы с болезнями и вредителями на естественных травостоях. Еще одним направлением исследований на вышеуказанном объекте является изучение эффективности применения различных видов удобрений, стимуляторов роста растений в условиях интенсивно эксплуатируемого переуплотненного травостоя. Проводятся также эксперименты по изучению влияния количества и качества света на техногенные фитоценозы интенсивного использования.

Все студенты (бакалавры и магистры), которые после полученных в Университете знаний по газоноводству очень востребованы. Наши выпускники работают агрономами, помощниками агрономов, гринкиперами на таких объектах, как Гольф-клуб Пестово, Яхт-гольф клуб Пирогово, Гольф-клуб Сколково, ООО «Стадион «Спартак» и другие.

### **Библиографический список**

1. Лазарев Н.Н., Головня А.И. Васильева В.А. Газоноводство: Издательство РГАУ-МСХА, Москва 2012.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ДЕРНОВЫХ ПОКРЫТИЯХ СПОРТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Тазина Светлана Витальевна**, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Тазин Иван Иванович**, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, руководитель УНПЦ «Спортивного газоноведения и ландшафтного газоноведения» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Прилепский Алексей Игоревич**, помощник агронома Стадиона Открытие Арена «Спартак»

**Аннотация:** В настоящее время развитие спортивных игр на натуральном покрытии приобрело по-настоящему фундаментальный характер. Строится огромное количество спортивных площадок, тренировочных полей, стадионов, гольф-полей. Высокие спортивные нагрузки, затенение, резкие перепады температур, обильные осадки создают негативные условия для спортивных злаковых трав, ведут к выпадению и изреживанию травостоя, что создаёт большой риск для засорённости и прорастания сорных. Именно поэтому, актуально изучить применение и влияние современных пестицидов (гербицидов) на качество дернового покрытия и деградации сорной растительности.

**Ключевые слова:** пестициды, гербициды газонные травы, спортивный газон.

Первичными объектами исследования были профессиональные семена фирмы DLF *Trifolium* серии *Masterline*, европейской селекции, а именно:

1. Сортосмесь *Expressmaster* - 100% - Райграс пастбищный (25% *Lolium perenne* *NERUDA* 1, 25% *Lolium perenne* *STRAVINSKY*, 25% *Lolium perenne* *TETRAGREEN*, 25% *Lolium perenne* *DOUBLY*).

2. Сортосмесь *Promaster Plus* - 100% - мятлик луговой, сортовой состав: 25% *Poa pratensis* *PANDURO*, 25% *Poa pratensis* *MIRACLE*, 25% *Poa pratensis* *JULIUS*, 25% *Poa pratensis* *YVETTE*

3. Травосмесь *Promaster*, сортовой состав: 20% *Lolium perenne* *COLUMBINE*, 20% *Lolium perenne* *TETRAGREEN*, 30% *Poa pratensis* *JULIUS*, 30% *Poa pratensis* *YVETTE*

Также объектами исследования стали гербициды избирательного действия Линтур; Прополол; Хакер, ВРГ; Лонтрел 300Д, ВР; Бис-300; Деймос, ВРК; Миура, КВ; Деймос, ВРК + Миура, КВ.

Опыт был заложен 10.10.2016 г. на территории УНПЦ «Спортивного газоноведения и ландшафтного газоноведения». Семена исследуемых трав- и сортосмесей были высеяны сплошным способом (без рандомизации) с трёхкратной повторностью. Площадь одной делянки 1 м<sup>2</sup>. Гербицидные обработки опытных делянок проводили 12 июня, 30 июля 2017 года и 10 июня 2018 года.

Оценку качества газонов проводили по Методике комплексной оценки декоративных качеств газонных травостоев по А.А. Лаптеву (1983) и по Системе *НТЕР*. Применяли глазомерный и количественный методы учёта засорённости посевов злаковых трав (определение порогов вредоносности сорняков).

Погодные условия 2016-2018 годов исследований были на уровне средних многолетних данных.

Результаты исследований. Количественный учет засорённости травостоя проводили утром в облачный день 12 июня 2017 года до обработок после стрижки, ведь многие сорные растения на газоне не выдерживают низкой стрижки. Опытные делянки были засорены следующими видами сорняков:

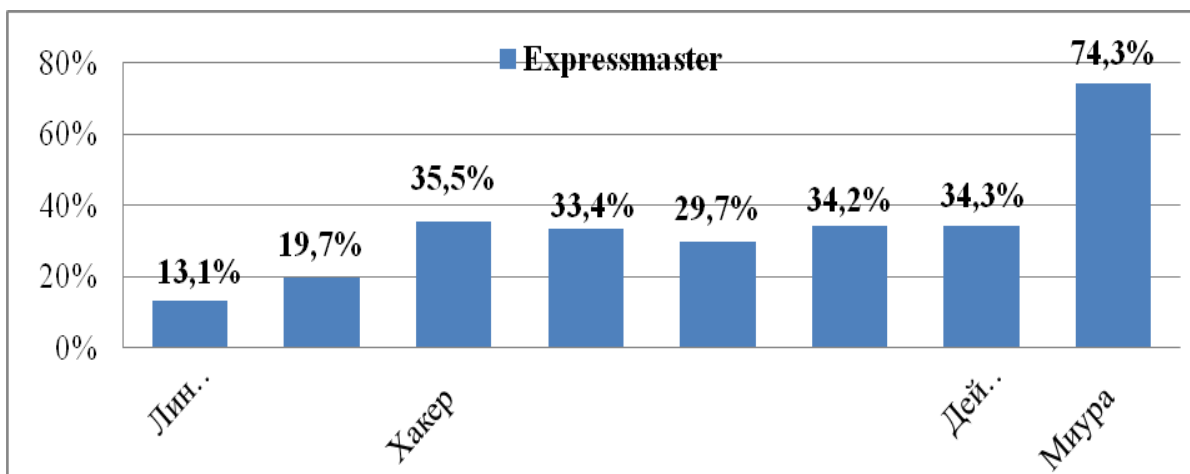
Двудольные сорняки Бодяк полевой / осот розовый *Cirsium arvense*, Болиголов пятнистый *Conium maculatum*, Вероника плющелистная *Veronica hederifolia*, Вика мохнатая *Vicia villosa*, Горошек мышиный *Vicia cracca*, Горчица полевая *Sinapis arvensis*, Звездчатка средняя / мокрица *Stellaria media*, Горец вьюнковый *Polygonum convolvulus* (*Fallopia convolvulus*), Лебеда копьелистная *Atriplex hastate*, Лютик ползучий *Ranunculus repens*, Марь белая *Chenopodium album*, Мать-и-мачеха *Tussilago farfara* Одуванчик обыкновенный *Taraxacum officinale*, Осот желтый/полевой *Sonchus arvensis*, Пастушья сумка *Capsella bursa-pastoris*, Пикульник обыкновенный *Galeopsis tetrahit*, Подорожник большой *Plantago major*, Подмаренник цепкий *Galium aparine*, Редька дикая *Raphanus raphanistrum*, Ромашка непахучая *Matricaria inodora*, Яснотка пурпурная *Lamium purpureum*. Однодольные сорняки Костер мягкий *Bromus mollis*, Лисохвост полевой *Alopecurus myosuroides*, Мятлик однолетний *Poa annua*, Пырей ползучий *Agropyron repens*.

Таблица

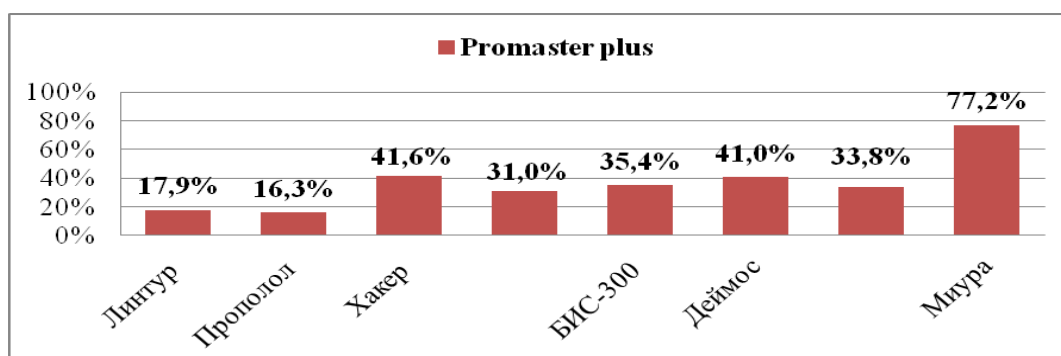
### Эффективность применения гербицидов избирательного действия

Наименование препарата	Травосмеси					
	<i>Expressmaster</i>		<i>Promaster plus</i>		<i>Promaster</i>	
	Количество сорных растений, шт. (среднее значение)					
	До обработки	После обработки	До обработки	После обработки	До обработки	После обработки
ЛИНТУР	30,0	3,7	34,3	6,0	37,0	5,3
ПРОПОЛОЛ	23,0	4,7	29,0	4,7	30,3	6,3
ХАКЕР	25,3	9,0	34,0	13,0	25,7	8,7
ЛОНТРЕЛ-300Д	31,0	10,0	35,0	10,3	33,7	10,3
БИ-300	27,0	7,3	35,3	12,3	28,0	8,0
ДЕЙМОС	30,3	11,0	47,7	19,3	34,7	10,7
ДЕЙМОС+						
МИУРА	34,3	12,0	46,0	15,7	47,3	15,0
МИУРА	36,3	27,0	53,7	41,3	35,0	27,3
НСР <sub>05</sub>						

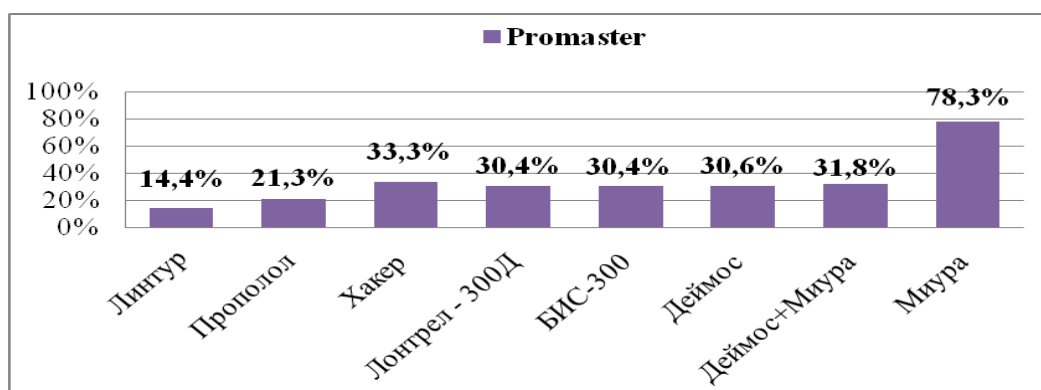
На 14-ый день после обработки мы провели учет остатков сорной растительности на делянках.



**Рис. 1. Остаток сорной растительности после обработки гербицидом на делянках с сортосмесью Expressmaster, %**



**Рис. 2. Остаток сорной растительности после обработки гербицидом на делянках с сортосмесью Promaster plus, %.**



**Рис.3. Остаток сорной растительности после обработки гербицидом на делянках с травосмесью Promaster, %.**

Наиболее эффективными при химической прополке показали себя препараты Линтур и Прополол. Хакер, Лонтрел – 300 Д, БИС – 300, Деймос, Деймос + Миура дали средние результаты, наихудший результат после химической прополки на газоне мы можем наблюдать после применения препарата Миура.

Наиболее эффективным показал себя гербицид Линтур: на сортосмеси Expressmaster гибель сорняков составила 87%, На сортосмеси Promaster plus - 83%, На травосмеси Promaster - 82%. Также высокие результаты борьбы с сорной растительностью показал препарат Прополол (78 %, 83% и 80%). Из трёх препаратов с



действующим веществом клопиралидом, наиболее эффективными оказались гербициды Лонтрел-300Д и БИС-300. Гербицид избирательного действия Хакер прополол 64% сорных растений на сортосмеси Expressmaster, 62% на сортосмеси Promaster plus и 65% на травосмеси Promaster. Пестицид Деймос+Миура уничтожила в среднем 65% сорняков, при этом Миура довольно сильно пожгла листовые пластинки райграса. Деймос в чистом виде (без добавления Миуры) уничтожил в среднем 63% сорняков. Категорически не рекомендуем применять гербицид избирательного действия Миура, с действующим веществом хизалофоп-П-этилом. Он вообще не эффективен на газоне (гибель сорняков составила 25%), плюс ко всему, сжигает исследуемые злаковые травы.

### Библиографический список

1. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. – М.: Колос С, 2005.
2. Елиневская Л.С. Современные препаративные формы. «Защита и карантин растений». 2005, № 8.
3. Лазарев Н.Н., Головня А.И. Васильева В.А. Газоноводство: Издательство РГАУ-МСХА, Москва 2012.
4. Попова А.С., Тазина С.В. Методы борьбы с сорной растительностью на газонах. Издательство: Москва, Проблемы науки № 7(20), 2017. – С. 20-29.
5. Тазин И.И., Тазина С.В. Влияние гербицидов на декоративные качества газонного покрытия. Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвященной 100-летию академика Д.К. Беляева. Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России. Том 1. Изд-во ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА – 2017. –С. 197-200.

УДК 635.9:582.951.4:712.25

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФЯНЫХ ТАБЛЕТОК JIFFY ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАССАДЫ ОДНОЛЕТНИХ ЦВЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР НА ПРИМЕРЕ ПЕТУНИИ

*Козлова Елена Анатольевна, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** Рассмотрена возможность использования торфяных таблеток Jiffy с целью получения качественной рассады однолетних цветочных культур на примере петунии.

**Ключевые слова:** таблетки Jiffy, рассада петунии, петуния, гибриды петунии, корневая система петунии, однолетние цветочные культуры.

Растения имеют тесную связь между корневой и надземной частями. Соответственно, развитая корневая система является залогом качественной рассады [1].

В последнее время, для выращивания рассады цветочных культур, все большим спросом начинают пользоваться торфяные таблетки, имеющие ряд преимуществ: не травмируется корневая система рассады; процент всхожести семян до 99%; при поливе торфяные таблетки не впитывают лишнюю влагу; структура торфа пористая, что позволяет корням дышать.

С точки зрения экономической составляющей, использование торфяных таблеток с целью выращивания качественной рассады на цветочных предприятиях, имеет ряд положительных моментов: сокращаются транспортные и трудовые расходы; сокращаются сроки подготовки рассадных отделений [2].

Объекты исследований - гибриды F<sub>1</sub> петунии, серия «Императорская семья»: Александра, Анастасия, Мария, Ольга, Татьяна. Семена дражжированные. В пакете по 10 семян.

Посев семян петунии проводили 26 февраля на базе ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, в зимней остекленной теплице. Одну часть семян высевали в торфяные таблетки, другую - в торфяной грунт.

Торфяные таблетки Jiffy имеют следующий состав: смесь перегнивших водорослей, мха и земли. Таблетки раскладывали в пластиковые емкости, заливали теплой водой. В течение пяти минут торф разбухал и увеличивался в высоте в 5-7 раз. Диаметр таблетки не изменялся, 41 мм.

Торфяной грунт универсальный «Агробалт-С» приготавливается из верхового торфа низкой степени разложения, добытого фрезерным и резным способом. Влажность не более 65%. Кислотность pH 5,5-6,5. Использовали кассеты с размером ячеек 4x5,5x5,5 см.

Агротехника посева семян в опыте стандартная [1]. Поскольку семена изначально сеяли каждое по отдельности, то пикировка не проводилась.

Определение массы корневой системы растений: 1) в мерный цилиндр (5 мл) наливали дистиллированную воду; 2) фиксировали начальный уровень воды в цилиндре (A); 3) корни растений погружали в воду. Уровень воды в цилиндре повышался (B); 4) корни вынимали из цилиндра, давали стечь воде с них в цилиндр; 5) объем корней определяли по количеству вытесненной воды из цилиндра при погружении в него корней (B-A).

Оценивали всхожесть семян в обоих вариантах опытов. Отмечали, что при посеве семян в торфяные таблетки всхожесть семян выше, более 66% (таблица 1). У гибрида Татьяна F<sub>1</sub> фиксировали 100%-ную всхожесть. К сожалению, торфяной грунт, используемый в теплицах не всегда способен обеспечить растения необходимыми элементами питания, водой и воздухом. За счет своей рыхловатой структуры, семенам и корням трудно в нем закрепиться, поэтому в большинстве случаев отмечали среднюю и низкую всхожесть семян.



**Объем корневой системы (см<sup>3</sup>) в зависимости от варианта опыта,  
защищенный грунт, 2018 год**

Гибрид F <sub>1</sub>	Объем корневой системы, см <sup>3</sup>	
	Торфяные таблетки	Торфяной грунт
Александра	1,6	1,0
Анастасия	1,7	0,9
Мария	1,6	1,1
Ольга	1,5	0,8
Татьяна	1,5	1,0

НСР<sub>A</sub> (гибрид) = 0,3; НСР<sub>B</sub> (вариант опыта) = 0,2; р<sub>Ain</sub> (гибрид) = 11%; р<sub>Bin</sub> (вариант опыта) = 57%

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показали, что доля влияния фактора В «Вариант опыта» значительная и составила 57%. То есть, объем корневой системы рассады напрямую зависел от способа ее выращивания и лучшие показатели отмечали в варианте с использованием торфяных таблеток.

Выращивание рассады в торфяных таблетках позволяет получить в более короткие сроки качественную цветочную продукцию, с хорошей приживаемостью после высадки ее в условия открытого грунта.

### Библиографический список

1. Козлова Е.А. Совершенствование технологий выращивания, размножения и оценка декоративных качеств линий петунии гибридной (*Petunia x hybrida* Vilm.) / Е.А. Козлова // автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук / Рос. гос. аграр. ун-т. Москва, 2016. - 22с.
2. Никифоренков М.И. Преимущества использования торфяных таблеток сухого прессования для выращивания рассады / М.И. Никифоренков // Гавриш. - №6. - 2011. - 35-36с.

УДК 634.18: 635.9: 631.52

### СЕЛЕКЦИЯ РЯБИНЫ КАК ДЕКОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ В СТРАНАХ МИРА

**Ренгартен Григорий Анатольевич**, старший преподаватель кафедры биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии ФГБОУ ВО Вятская ГСХА

**Аннотация:** Селекция рябины на декоративность проводится больше путём отбора среди популяции сеянцев от свободного опыления. Ещё достаточно мало получено сортов от принудительного опыления (отдалённые скрещивания). Наибольшее количество декоративных сортов рябины получено на основе использования в селекции видов рябины обыкновенной и арии.

**Ключевые слова:** рябина, сорт, вид, плоды, селекция.

Рябина - ценное декоративное древесное растение, особенно для зеленого строительства, хорошо сочетается с хвойниками и лиственными деревьями, её можно использовать в одиночных и групповых посадках, создавать живые изгороди.

Изучение её видового разнообразия как декоративной древесной культуры актуально, особенно в условиях урбанизированных территорий [4].

Декоративные сорта рябины имеют разную форму кроны: пирамидальную, колонновидную, плакучую. Есть сорта с необычной окраской листьев - пестролистные или окрашенные в другие тона и обильно плодоносящие, с плодами разной окраски (белая, розовая, желтая).

К видам рябины с окрашенными плодами относят:

- рябина Вильморена - *Sorbus vilmoriniana* C.K. Schneid.;
- рябина Заметная - *Sorbus insignis* (Hook.f.) Hedl.;
- рябина Кёне - *Sorbuskoeheana* C.K. Schneid.;
- рябина Мелколистная - *Sorbus microphylla* Wenzig emend. Hedl.;
- рябина Потериелистная - *Sorbus poteriifolia* Hand.-Mazz. emend. Hand.-Mazz.;
- рябина Пратта - *Sorbus prattii* Koehne;
- рябина Разноцветная - *Sorbus discolor* (Maxim.) Maxim.;
- рябина Хубэйская - *Sorbus hupehensis* C.K. Schneid.

*Сорта, полученные с участием рябины обыкновенной:*

- Пендуля (*Pendula*) (синоним Плакучая). Сорт рябины обыкновенной с изогнуторастущими побегами, образующий при прививке на высоком штамбе плакучую форму кроны со свисающими ветвями (таблица);

- Пендула вариегата (*Pendula variegata*). Сорт рябины обыкновенной с плакучей формой кроны и пестрыми листьями;

- Нана (*Nana*). Сорт рябины обыкновенной с кустовидным габитусом;

- Вариегата (*Variegata*). Сорт рябины обыкновенной с жёлто-пёстрыми листьями;

- Шируотер Сидлинг (*Sheerwater Seedling*). Британский сорт рябины обыкновенной с направленными вверх ветвями, формирующими узкую крону;

- Эйприкот Лейди (*Apricot Lady*). Британский сорт рябины обыкновенной с оранжево-желтыми плодами и красивой осенней окраской листвы;

- Ред Марблес (*Red Marbles*). Британский сорт, происходящий от скрещивания предположительно рябины обыкновенной с рябиной похушанской - *Sorbus pochuanensis* (Hance) Hedl. Красивое дерево с красными плодами, покрытыми светлыми чечевичками;

- Джерминс (*Jermyns*). Британский сорт, полученный от скрещивания рябины обыкновенной с рябиной Сарджента *Sorbus sargentiana* Koehne. Имеет перистые, краснеющие осенью листья и янтарно-желтые, позднее оранжево-красные плоды, собранные в больших щитках;

- Аспленифолия (*Asplenifolia*) (синонимы Лациниата, *Laciniata*). Немецкий сорт рябины обыкновенной с густо опушенными снизу, глубокопильчатыми листьями ювенильного типа;

- Диркен (*Dirkenii*). Голландский сорт рябины обыкновенной с золотисто-желтыми, позднее зеленеющими листьями;

- Интегеррима (Integerrima). Датский сорт рябины обыкновенной с почти цельнокрайними листочками;

- Ксантокарпа (Xanthocarpa), (синонимы Fifeana, Fructu Luteo). Британский сорт рябины обыкновенной с оранжево-желтыми плодами [4].

*Сорта, полученные с участием рябины Тюрингской:*

- Декурренс (Decurrens) (синоним Lanuginosa). Немецкий сорт рябины тюрингской с почти полностью перистыми листьями, состоящими из 5-7 пар тонкопильчатых листочков. Верхушечный листочек в основании глубоко надрезанный, с округлой верхушкой;

- Леонард Шпрингер (Leonard Springer). Декоративный голландский сорт, отличающийся непарноперистыми листьями с крупными ромбовидными в основании глубоконадрезанными верхушечными листочками и с четырьмя - пятью парами крупнопильчатых листочков; плоды крупные, яйцевидные, длиной 1,5 см, оранжево-красные;

- Нейльенсис (Neuilliensis). Декоративный французский сорт, листья чаще всего с четырьмя - пятью парами листочков; верхушечный листочек крупный, треугольно-яйцевидный, перисто-лопастной и надрезанный с дваждыпильчатым краем;

- Фастигиата (Fastigiata). Декоративный британский сорт, отличающийся колонновидно-пирамидальной кроной, с направленными вверх ветвями; листья жёсткие, тёмно-зелёные, с тупоконечно заострённой верхушкой, в основании имеют до четырёх свободных листочков.

Известно, что в Голландии (питомник П. Ломбарта) при скрещиваниях рябины обыкновенной, разноцветной и Пратта была получена серия декоративных сортов (гибриды Ломбарта): Apricot Queen, Carpet of Gold, Chamois Glow, Coral Beauty, Golden Wonder, Kirsten Pink, Maiden Blush, Orange Parade, Red Tip, Schouten, Vermilion, White Wax и др. Эти сорта относят к рябине Арнольда - Sorbus x Arnoldii Rehd., которая имеет гибридное происхождение между рябиной обыкновенной и рябиной разноцветной - Sorbus discolor (Maxim.) Maxim. Окраска плодов гибридов Ломбарта преимущественно розовая. Вот краткое описание некоторых из них:

*Сорта, полученные с участием рябины Арнольда:*

- Голден Уандер (Golden Wonder) Голландия. Имеет плоды золотисто-жёлто-оранжевые;

- Уайт Уакс (White Wax). Голландский сорт рябины Арнольда с белыми плодами, растущий кустовидно;

- Карпет Оф Голд (Carpet Of Gold) Голландия. Имеет плоды золотисто-жёлтые;

- Кирстен Пинк (Kirsten Pink) Голландия. Имеет розовые плоды и кустовидную форму;

- Схоутен (Schouten) Декоративный сорт голландского происхождения, отличается оранжево-жёлтыми плодами;

- Шеми Глоу (Chamois Glow) Декоративный сорт голландского происхождения, отличается очень крупными листьями и коричнево-жёлтыми плодами;

- Ред Тип (Red Tip) Декоративный сорт голландского происхождения, отличается бело-розовыми плодами.

*Сорта, полученные с участием рябины Арии:*

- Ауреа (Aurea, Chrysophylla) Германия. Имеет белоснежные побеги и золотисто-желтые листья;

- Гигантеа (Gigantea) Голландия. Крона ширококонусовидная, очень большие листьями и крупные яйцевидные плоды около 1,5 см в диаметре;

- Джон Митчелл (John Mitchell, Mitchellii) Британия. Является межвидовым гибридом между рябиной Арией и рябины Одетой. Листья крупные, внизу цельнокрайние, вверху тонкопильчатые, на обратной стороне беловойлочные. Плоды шаровидные, коричневые около 1,5 см в диаметре;

- Кверцоидес (Quercoides) Британия. Имеет вид небольшого куста с продолговатыми листья с острыми равномерными лопастями и загнутыми вверх краями;

- Лонгифолия (Longifolia) (синонимы Angustifolia, Edulis) Германия. Листья продолговатые. Плоды оранжевые, сочные, хорошего вкуса, использование плодовое и декоративное;

- Лютесценс (lutescens) Франция. Молодые листья этого сорта с обеих сторон серебристо-белые, позднее сверху становятся серебристо-зеленые, а снизу белые. Плоды оранжевой окраски в мелких гроздях;

- Маджестика (Majestica, Decaisneana) Франция. Сорт имеет большие листья, сверху тускло-зеленые, снизу сначала белые, затем зеленоватойлочные. Плоды темно оранжево-красные, 1,5 см длиной; - Магнифика (Magnifica) Германия. Сорт имеет большие, толстые, кожистые листья, сверху блестящие темно-зеленые. Плоды яйцевидные, ярко-красные;

- Магнифика (Magnifica) Германия. Сорт имеет большие, толстые, кожистые листья, сверху блестящие темно-зеленые. Плоды яйцевидные, ярко-красные;

- Пендуля (Pendula). Сорт имеет плакучую крону, листья меньших размеров, чем у рябины Арии;

- Уилфрид Фокс (Wilfrid Fox) Британия. Сорт получен от скрещивания рябины Арии с рябиной Одетой. Листья крупные, плоды большие шаровидные янтарно-желтые с серыми пятнами 1-2 см в диаметре;

- Эдулис (Edulis). Сорт с более крупными и более сочными плодами, чем у рябины Арии, использование плодовое и декоративное.

*Сорта, полученные с участием рябины Широколистной:*

- Атровиренс (Atrovirens) Германия. Имеет перистолопастные пильчатые, сверху темно-зеленые, снизу серо-желтые войлочнопушенные листья;

- Нетеркот би (Nethercote b) Британия. Обильно плодоносящий сорт, плоды среднего размера;

- Теофраста (Theophrasta) Британия. Сорт, имеющий эллипсовидные, оранжевые, съедобные плоды.

## Сорта декоративной рябины и страны производители

Кол-во сортов	Название сорта рябины, происхождение	Страна производитель
<b>1. Сорта, полученные на основе рябины обыкновенной (Sorbus aucuparia)</b>		
	Пендуля (Pendula, Плакучая)	*
	Пендуля вариегата (Pendula Variegata)	*
	Нана (Nana)	*
	Вариегата (Variegata)	*
1	Шируотер Сидлинг (Sheerwater Seedling)	Британия
2	Эйприкот Лейди (Apricot Lady)	
3	Ксантокарпа (Xanthocarpa, Fifeana, Fructu Luteo)	
4	Ред Марблес (Red Marbles), (р. обыкн. с р. Похушанской)	
5	Джерминс (Jermyns) (р.обыкн. с рябиной Сарджента)	
1	Аспленифолия (Asplenifolia, Лациниата, Laciniata)	Германия
1	Диркен (Dirkenii)	Голландия
1	Интегеррима (Integerrima)	Дания
<b>2. Сорта, полученные на основе рябины тюрингской</b>		
1	Декурренс (Decurrens, Lanuginosa)	Германия
1	Леонард Шпрингер (Leonard Springer)	Голландия
1	Нёйльенсис (Neuilliensis)	Франция
1	Фастигиата (Fastigiata)	Британия
<b>3. Сорта, полученные на основе рябины Арнольда</b>		
1	Голден Уандер (Golden Wonder)	Голландия
2	Уайт Уакс (White Wax)	
3	Карпет Оф Голд (Carpet Of Gold)	
4	Кирстен Пинк (Kirsten Pink)	
5	Схаутен (Schouten)	
6	Шеми Глоу (Chamois Glow)	
7	Ред Тип (Red Tip)	
<b>4. Сорта, полученные на основе рябины арии</b>		
1	Ауреа (Aurea, Chrysophylla)	Германия
2	Лонгифолия (longifolia, Angustifolia, Edulis)	
3	Магнифика (Magnifica)	
1	Лютесценс (lutescens)	Франция
2	Маджестика (Majestica, Decaisneana)	
1	Гигантеа (Gigantea)	Голландия
	Пендуля (Pendula)	*
	Эдулис (Edulis)	*
1	Джон Митчелл (John Mitchell, Mitchellii), (р. Арии с р. Одетой)	Британия
2	Кверцоидес (Quercoides)	
3	Уилфрид Фокс (Wilfrid Fox), (р. Арии с р. Одетой)	
<b>5.Сорта, полученные на основе рябины широколистной</b>		
1	Атровиренс (Atrovirens)	Германия
1	Нетеркот би (Nethercote b)	Британия
2	Теофраста (Theophrasta)	

\* - страна производитель неизвестна

Селекционная работа с рябиной шла примитивным путём, и на декоративность рябину отбирали путем отбора, когда человек выделял экземпляры, с иными привлекательными признаками.



В России наиболее целенаправленная работа по интродукции и селекции рябины в настоящее время ведётся в ЦСБС СО РАН (Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН) [1, 2].

Многообразие декоративных видов и сортов рябины позволяет использовать её в декоративных целях, учитывая её хорошую зимостойкость, не требовательность к почвам и освещённости [4]. Рябину следует рассматривать как объект природно-антропогенного ландшафта с эстетическими и экологическими свойствами.

### Библиографический список

1. Асбаганов, С. В. Биологические основы интродукции рябины *Sorbus* в Западной Сибири/ диссертация на соискание канд. биол. наук: 03.02.01 / Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, 2014. С. 170.
2. Асбаганов, С.В. Генофонд и селекция рябины (*Sorbus l.*) В Западной Сибири в книге: Генофонд и селекция растений Тезисы докладов II международной конференции, посвященной 80-летию СИБНИИРС. 2016. С. 11.
3. Хромов, Н.В. Комплексная оценка сортов рябины (*Sorbus aucuparia*) в условиях Тамбовской области/ Селекция и сорторазведение садовых культур. Материалы Международной научно-практической конференции посвящённой 170-летию ВНИИСПК. 2015. С 222-224.
4. Шевченко, Н.Ю., Барайщук Г.В. Сортовое разнообразие растений вида *Sorbus*// В сборнике: состояние и перспективы развития садоводства в Сибири материалы II Национальной научно-практической конференции посвященной 85-летию плодового сада Омского ГАУ имени профессора А.Д. Кизюрина. 2016. С. 201-204.

УДК 634.8

### ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

**Фадеев Владислав Владимирович**, аспирант ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Раджабов Агамагомед Курбанович**, профессор кафедры плодородства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В нашей стране, как во всем мире получают распространение принципы органического земледелия. В нашей стране принят закон об органическом земледелии. Принципы органического земледелия все шире распространяются в виноградарстве и виноделии. Ключевыми элементами в производстве органической продукции виноградарства являются устойчивые сорта, не требующие обработок пестицидами. Исследования по изучению новых устойчивых сортов винограда проводились на виноградниках Акционерного общества «Солнечная долина», Крым. Установлены закономерности роста развития и формирования урожая и качества, уровень адаптивности устойчивых сортов нового поколения.

**Ключевые слова:** биологическое виноградарство, биовино, устойчивые сорта.

В нашей стране, как во всем мире получают распространение принципы органического земледелия (2,6,7). В нашей стране принят закон об органическом земледелии (5). Принципы органического земледелия все шире распространяются в виноградарстве и виноделии (1,3,4,8). Ряд производителей исповедует принцип - возвращение к терруару. Ключевыми элементами в производстве органической продукции виноградарства являются устойчивые сорта, не требующие обработок пестицидами. Исторически сложившийся в Евро-Азии сортимент, относящийся к европейско-азиатскому виду, характеризуется отсутствием устойчивости к большинству наиболее вредоносных паразитов. В связи с чем приходится применять регулярные обработки пестицидами, что в свою очередь приводит к неблагоприятному воздействию на экологическую среду, риску получения продукции с остаточными количествами химических препаратов, повышению материальных затрат на сохранение урожая и растений, снижению экономических показателей. В виноградарстве существует понятие терруар, которое предусматривает следующие основные позиции. Уход за почвой - отсутствие любых синтетических химических препаратов. Защита виноградного растения - отсутствие любых синтетических химических препаратов (системных и контактных). Предусматривается также отсутствие искусственного орошения виноградников. Оригинальность и особенность вина зависит также и от оригинальности и особенности года (исключается выравнивание урожайности и применение искусственного полива для регуляции водного режима растения). В натуральном виноградарстве вино не может быть всегда «наилучшим» (т.е. одинакового качества), однако оно всегда истинное, а потому всегда «разное».

Цель нашего исследования, проводимого проводится на виноградниках терруара «Солнечная долина», Крым, на основе комплексного изучения устойчивых сортов винограда нового поколения выявить наиболее перспективные для производства качественных биовин.

В соответствии с поставленной целью выполнялись следующие задачи исследований: изучение агробиологических, фенологических, иммунологических, увологических показателей, биохимического состава суслу, вин, проведение дегустационной оценки качества вина.

В исследование включены следующие сорта и гибридные формы: белые - SAUVIGNON KRETOS (76.026), SAUVIGNON MARIS (30-080), 76-096- белый, SORELI (34.113), FLEURTAI (34.111), SAUVIGNON (контроль); красные - 76096- красный, 31-120, MERLOT KHORUS (31-125), CABERNET VOLOS (32-078), CABERNET EIDOS (58-083), MERLOT (контроль).

Опытный участок был заложен в 2013г. по схеме посадки кустов 2,5 x 1 м. На 1 га размещено 4000 кустов. Кусты сформированы по типу односторонний Гюйо с двумя сучками замещения, на штамбе средней высоты. Кусты ведутся на вертикальной шпалере, высотой 1,8 м. Для учетов и наблюдений были отобраны по 12 модельных кустов по каждому сорту. Все учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам. Агробиологические учеты проводился по методике Лазаревского. Учеты

величины и качества урожая проводятся по общепринятым методикам. Образцы вин исследуемых сортов получали методом микровиноделия. Изучение качества суслу и виноматериалов будет проводится по общепринятым методам сортоизучения. Органолептическая оценка путем дегустации. Математический дисперсионный анализ агробиологических данных проводится по методике Доспехова.

Результаты исследования показали, что в последние годы имеет место существенное изменение климата терруара, установлено увеличение суммы активных температур как 2017, так и в 2018 году по сравнению со средними многолетними данными. По результатам агробиологической оценки установлено, что по потенциалу продуктивности на уровне контроля показали все белые и красные технические сорта нового поколения. По содержанию сахаров в ягодах все изучаемые белые и красные сорта нового поколения превосходили контрольные сорта. При экономической оценке результатов установлено, что изучаемые новые сорта показали более высокую эффективность по сравнению с контрольными сортами, благодаря отсутствию необходимости обработок ядохимикатами. При этом отмечено полное отсутствие поражений листовой поверхности и урожая болезнями.

#### **Библиографический список**

1. Акимова С.В., Раджабов А.К., Бухтин Д.А., Трофимова М.С. Влияние биологически активных веществ кремнийорганической природы на укореняемость и дальнейшее развитие одревесневших и зеленых черенков винограда межвидового происхождения М.: Известия ТСХА. – 2015. - №4.- с.36-48.
2. Горчаков Я.В., Дурманов Д.Н. Мировое органическое земледелие 21 века. М., Изд. «ПАИМС», 2002г, 385 стр.
3. Смирнов К.В., Малтабар Л.М., Раджабов А.К., Матузок Н.В., Трошин Л.П. М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2017, 500с.
4. Михловски М., Раджабов А.К., Хафизова А Р. Новые перспективные технические гибридные формы селекции Винселект Михловски для биологического виноградарства Известия Тимирязевской с.-х.академии. – 2016. - №5. – с.19-28.
5. Федеральный закон "Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 03.08.2018 N 280-ФЗ».
6. Экологизированная защита растений в овощеводстве, садоводстве и виноградарстве (под редакцией проф. Шпаара Д.), Санк-Петербург2005г. книга 1, 336 стр.
7. Экологизированная защита растений в овощеводстве, садоводстве и виноградарстве (под редакцией проф. Шпаара Д.), Санк-Петербург2005г. книга 2, 510 стр.
8. П.Е. Романишин, Т.И. Гугучкина, Е.Н. Якименко» Первое биовино России. Ж. «Пищевая индустрия», 4/9/ 22011, стр. 12-13.

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ПЛОДОНОШЕНИЯ НОВЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ НА СРЕДНЕРОСЛОМ ПОДВОЕ 54-118

**Попов Александр Евгеньевич**, доцент кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В настоящее время сортимент яблони в северной части центральной зоны по сравнению с другими регионами европейской территории РФ ограничен. Для появления возможности его расширения в Мичуринском саду РГАУ-МСХА в 2011-2012 гг. высажено около 100 новых сортов отечественной и зарубежной селекции.

Другой задачей опыта является изучение особенностей их роста и плодоношения на среднерослом клоновом подвое 54-118, т.к. в мировом плодоводстве в последнее время этот тип садов рассматривается как альтернативный насаждениям на карликовых подвоях из-за большой затратности последних. Наблюдения велись за 50 сортами, представленные 3-мя растениями каждого.

### Вегетативный рост

Изучаемые сорта яблони значительно отличаются по степени апикального доминирования, результатом которого является их высота. У 8-летних растений она была в пределах от 2 до 5 м. По этому показателю условно сорта можно разделить на 3 группы:

- слаборослые (от 2-х до 3-х метров)
- среднерослые (от 3,1 до 4,0 метров)
- сильнорослые (от 4,1 и выше)

Каждая из этих групп представлена 1/3 от их общего количества. На противоположных концах этого ряда находятся очень слаборослые – Жигулёнок спур, ДА-6517, Collet и очень сильнорослые - Орловское зимнее, Калужанка, Брянское алое. Большие различия наблюдаются по интегральному показателю интенсивности вегетативного роста-суммарному годичному приросту. За пять лет наблюдений (2012-2016 гг. средняя суммарная длина всех типов побегов на дереве находилась в пределах 1 м у сорта Collet до 20 м – у Брянского алого).

Помимо названных, очень слабым ветвлением отличались: - Жигулёнок спур, ДА-6517, Кипарисовое, а очень сильным - Вита, Флорина, Пепин орловский.

У ряда сортов наблюдается положительная корреляционная связь между суммарным приростом побегов и высотой растений, т.е. низкорослые сорта слабо ветвились и наоборот. Например, у сорта Collet- соответственно 1,0 и 1,4м, а Брянского алого - 20 и 3,3 м. В тоже время у других сортов эта связь была не прямолинейной. Например, сорт Калужанка занимал 2-е место по высоте, а по суммарному приросту побегов – на 13-м месте.

Анализ данных свидетельствует о том, что у одних сортов Брянское алое, Вита, Пепин орловский и др.) увеличение суммарного прироста происходило за счет количества побегов, у других (Московское зеленое, Брянское золотистое, Пасхальное и др.) – их средней длины, у третьих (Флорина и др.) – обоих показателей.

Большинство сортов имеет высокую и очень высокую пробудимость почек и побегообразовательную способность, что относит их к смешанному типу плодоношения, а ближе к кольчаточному у Гордеевского, Заславского, Ивушки и Куйбышевского.

#### Плодоношение

Значительные сортовые различия наблюдались по скороплодности. На третий год после посадки зацвело 21 сортов, из них 8-дали единичные плоды. Среди них не было ни одного слаборослого сорта – Collet, Жигулёнок спур, ДА-6517, Кипарисовое. Отсутствие цветения и плодоношения наблюдалось у них вплоть до 2016 г.

В 2015 г. процесс плодоношения затронул большинство сортов среди них обильно цвели Скала, Флорина, Фрегат, Флагман, Цветаевское, Топаз, Пинова, Пепин орловский, Память Будаговского, Калужанка, Куйбышевское, Брянское, Дочь мекинтоша, Айдаред, Морозовское, а дали товарный урожай (от 2 до 3,5 кг/дереву) – Топаз, Фермер, Калужанка, Флагман, Фрегат, Брянское алое, Куйбышевское.

В 2016 г. цвели уже практически все сорта, в т.ч. впервые Collet, Жигулёнок спур, ДА-6517, Заславское, Гордеевское, Десертное Будаговского, Память Семакину, Чародейка, Ивушка, но плоды на перечисленных не завязались. Бесплодие и малоплодие продолжилось и в 2017 г., причем у всех без исключения сортов.

Условие необходимое для закладки цветковых почек, цветения и завязывания в целом соответствовали. В частности, перезимовали растения без видимых повреждений, заморозков в период цветения не было, условия для цветения были хорошими.

Кардинально улучшилась ситуация 2017 г. многие сорта, как и в 2015 г., цвели и плодоносили, но только на более высоком уровне.

У части сортов при любом уровне цветения плохо завязывались плоды. Ниже 2-х процентов полезной завязи было у сортов: Скала, Пепин орловский, Память Будаговского, Дочь мекинтоша.

У ряда сортов проявляется периодичность плодоношения. Уже после первого значимого урожая в 2015 году в следующем 2016 их было мало, и ли вовсе отсутствовали. Наиболее сильно это проявлялось у сортов: Айдаред, Память Хитрову, Память Липунову, Брянское алое, Память Будаговскому, Куйбышевское, Калужанка, Флагман, Топаз.

В сумме за весь период наблюдений (2015-2018гг.) по урожайности в порядке лидируют сорта: Флагман, Фридом, Брянское алое, Кипарисовое, Московское зеленое, Фрегат, Калужанка, Фермер, Флорина, Пинова, соответственно от 10 до 26 кг/дереву, что при схеме посадки 4х3 м и размещении 833 шт/га равно 67-230 ц/га, что для этого возраста является очень хорошим результатом. Среди перечисленных были сорта как со смешанным, так сильным ростом (Флорина).

## ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И СПОСОБОВ ПРЕДПОСАДОЧНОЙ ПОДГОТОВКИ ОДРЕВЕСНЕВШИХ ЧЕРЕНКОВ ВИНОГРАДА НА КОРНЕОБРАЗОВАНИЕ

*Перелович Виктор Николаевич, старший научный сотрудник лаборатории плодородства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева*

**Аннотация:** Рассматривается возможность повышения выхода стандартных саженцев при совместном применении стимуляторов корнеобразования и некоторых агротехнических приёмов. Показана эффективность действия различных стимуляторов на корнеобразование.

**Ключевые слова:** виноград, регуляторы роста, черенки, укоренение, предпосадочная подготовка.

Цель исследования: разработка способов повышения укореняемости черенков винограда и жизнеспособности саженцев в первый год вегетации.

Задачи исследования:

- 1) выявить оптимальные концентрации стимуляторов корнеобразования;
- 2) определить целесообразность использования различных способов предпосадочной подготовки черенков;
- 3) провести сравнительную оценку действия регуляторов роста на корнеобразование;
- 4) определить уровень подготовки саженцев к концу вегетации под действием различных факторов.

Результаты исследований. В качестве объекта исследований был взят сорт винограда наиболее широко используемый в условиях открытого грунта Московского региона. Сорт винограда Московский устойчивый – сложный межвидовой гибрид (Жемчуг Саба × Амурский) × Альфа, очень раннего срока созревания, универсального назначения, с высокой морозоустойчивостью. Этот сорт пользуются большим спросом у виноградарей-любителей, поэтому вопросы размножения, а тем более получения качественного посадочного материала в нашей зоне являются актуальными. Сорт Московский устойчивый относится к числу трудно укореняемых. Для проведения исследований в опыте были использованы все возможные варианты и способы по улучшению окореняемости черенков. Использовали кильчеватель для улучшения каллюсообразования базальной части черенка, при которой условно нижняя часть подвергалась воздействию повышенной температуры (+24...25°C) с одновременным охлаждением верхней части черенков путем снегования при температуре от +2 до +4°C. Поддержание повышенной температуры электронное. Экспозиция выдержки черенков в данных условиях от 12 до 18 дней. В течение этого периода проводился осмотр базальной части черенков для того, чтобы не допустить образование корешков более 2 мм, а также ежедневно, 2 раза в день проводили проветривание и смачивание опилок, с помощью которых поддерживалась оптимальная влажность одревесневших черенков.

Опыт был заложен в начале весны, поэтому погодные условия не позволяют поддерживать оптимальную температуру в местах черенкования. Для создания комфортных условий размножения одревесневшими черенками были использованы стеллажи. Для того, чтобы не было резкого колебания температуры в местах укоренения и исключить загнивание корней из-за снижения температуры, а также снизить зависимость от солнечных дней поступления тепла от центрального отопления, нами было вмонтировано подпочвенное отопление, которое программно поддерживалось в течение всего периода окоренения в пределах +24...25°C.

Для поддержания оптимальной влажности воздуха, а также для снижения температура воздуха в солнечные дни и возможности использования стеллажей при зеленом черенковании, было смонтировано оборудование, с помощью которого поддерживается необходимая влажность воздуха. Туманообразующая установка работала в режиме «пауза» от 1 минуты до 99 минут и в режиме «работа» от 1 секунды до 99 секунд.

Существуют способы повышения укоренения черенков с помощью стимуляторов корнеобразования. В исследование были включены два препарата. Первый наиболее известный и в нашем опыте он выступает как стандарт это – ИМК. Второй малоизученный в виноградарстве, а в частности как стимулятор корнеобразования это – крезацин. Этот препарат мы рассматривали в нескольких концентрациях, для того чтобы определить наиболее эффективную концентрацию. В схему опыта были включены большинство способов стимулирующих корнеобразование, а именно: кильчевание; ослепление глазков; бороздование; черенки, полученные в открытом грунте; закрытом грунте; различное состояние диафрагмы; ИМК 100 мг/л; крезацин 50, 100, 200. Схема опыта позволила определить действие различных факторов, независимо друг от друга, а также увидеть эффект взаимодействия двух и более факторов.

Сорт Московский устойчивый по-разному отзывался на воздействие различных факторов. По показателям укоренения наблюдается большая вариация. Независимо от того, откуда были взяты черенки (открытый или закрытый грунт). Незначительное количество вариантов (из 21) превысили процент укоренения по отношению к контролю. Это варианты открытый грунт - закрытая диафрагма ИМК 100 мг/л, а также совместное применение крезацина 100 мг/л с кильчеванием (78,6%). В вариантах с применением кильчевания возникает проблема бережной посадки в грунт на укоренение, так как каллюс очень чувствителен к механическим воздействиям. Поэтому повреждение каллюса может отрицательно повлиять на укоренение одревесневших черенков. Очень низкий процент выхода саженцев был варианте с применением ИМК 100 мг/л закрытого грунта и закрытой диафрагмой.

**Влияние регуляторов роста и предпосадочной подготовки на приживаемость черенков сорта Московский устойчивый (Москва, 2017 г.)**

Вариант	Укореняемость, %	Вариант	Укореняемость, %
Контроль	28,6	Контроль	28,6
ОГ + ЗД		ЗГ + ЗД	
Кил+ИМК 100 мг/л	68,6	Кил+ИМК 100 мг/л	34,3
ИМК 100 мг/л	28,6	ИМК 100 мг/л	28,6
Крезацин 200 мг/л	35,7	Крезацин 200 мг/л	50,0
Кил+Крез 100 мг/л	42,8	Кил+Крез 100 мг/л	78,6
Кил+Осл+Крез 50 мг/л	50,0	Кил+Осл+Крез 50 мг/л	42,8
ОГ + ОД		ЗГ + ОД	
Кил+ИМК 100 мг/л	35,7	Кил+ИМК 100 мг/л	48,5
ИМК 100 мг/л	65,6	ИМК 100 мг/л	21,4
Крезацин 200 мг/л	50,0	Крезацин 200 мг/л	71,4
Кил+Крез 100 мг/л	57,1	Кил+Крез 100 мг/л	70,2
Кил+Осл+Крез 50 мг/л	64,3	Кил+Осл+Крез 50 мг/л	50,0

Использованы следующие обозначения:

ОГ – открытый грунт; ЗГ – закрытый грунт; ОД – открытая диафрагма;

ЗД – закрытая диафрагма; Кил – кильчевание; Осл – ослепление глазков; Крез – крезацин; «+» - совокупное применение с чем-либо.

Поэтому в стандартном варианте количество корней были на уровне с контрольными, но степень развития корневой системы под действием ИМК гораздо выше.

Процент вызревания побегов снижался с повышением концентрации крезацина. Как отмечалось ранее, сорт винограда московский устойчивый относится к трудно укореняемым. Большинство вариантов в опыте, где применялся стимулятор корнеобразования ИМК совместно с другими агротехническими приёмами, наблюдалось повышение количества корней первого порядка. Суммарная длина корней в основном зависела не от средней длины корня, а от количества корней. Применение кильчевания, как дополнительного стимулятора корнеобразования, является положительным фактором для повышения качества виноградных саженцев.

Выводы.

Предварительные исследования показали, что на процессы укоренения с не меньшей эффективностью, чем использование ИМК, можно рассматривать возможность обработки для улучшения корнеобразования препарат крезацин в различных концентрациях и с различными технологическими приемами.



**Влияния регуляторов роста, предпосадочной подготовки черенков на  
корнеобразование, сорт Московский устойчивый (Москва, 2017 г.)**

Вариант	Количество корней I порядка, шт.	Средняя длина корней, см	Ризогенная зона (суммарная длина корней)
Контроль	16,1	13,7	243,4
ОГ+ЗД			
Кил+ИМК 100 мг/л	11,9	11,3	158,3
ИМК 100 мг/л	20,2	16,1	328,0
Крезацин 200 мг/л	17,7	14,8	276,4
Кил+Крез 100 мг/л	16,0	13,9	242,0
Кил+Осл+Крез 50 мг/л	12,4	12,1	167,0
ОГ+ОД			
Кил+ИМК 100 мг/л	15,9	14,3	238,3
ИМК 100 мг/л	17,9	15,6	280,3
Крезацин 200 мг/л	18,4	15,1	291,1
Кил+Крез 100 мг/л	16,0	13,7	243,2
Кил+Осл+Крез 50 мг/л	13,2	12,4	184,7
ЗГ+ЗД			
Кил+ИМК 100 мг/л	24,7	17,2	423,3
ИМК 100 мг/л	17,9	15,6	280,3
Крезацин 200 мг/л	16,1	13,5	244,7
Кил+Крез 100 мг/л	17,6	14,5	275,0
Кил+Осл+Крез 50 мг/л	16,0	13,9	242,0
ЗГ+ОД			
Кил+ИМК 100 мг/л	16,2	13,3	246,7
ИМК 100 мг/л	21,7	16,5	359,8
Крезацин 200 мг/л	16,9	14,2	260,1
Кил+Крез 100 мг/л	14,4	13,4	208,2
Кил+Осл+Крез 50 мг/л	13,7	12,4	194,2

Требуются дальнейшие исследования для подтверждения или опровержения полученных данных, а также рассмотреть возможность замены препарата ИМК на крезацин с учетом экономической эффективности испытуемых регуляторов роста растений.

### Библиографический список

1. Бургутин А. Б., Бутенко Р. Г., Катаева Н. В., Голодрига П. Я. Быстрое клональное размножение виноградного растения // С.-х. биология. 1983. № 7. "С. 48—50.
2. Губин Е.Н., Губин А.Е. Ампелографическое описание сортов винограда селекции ТСХА, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации. М.: Изд-во МСХА, 2005. – 16с.
3. Научный журнал КубГАУ, №60(06), 2010 года Применение биологически активного вещества «Радикс» при предпосадочной обработке черенков и настояльных прививок на выход и качество корнесобственных черенков, привитых и вегетирующих саженцев винограда Радчевский П.П., Гущина Е.Е., Мороз Н.Б., Трошин Л.П.

4. Пинкевич Н.А., Дерендовская А.И. Сравнительная оценка действия регуляторов роста разной химической природы на корнеобразование у черенков винограда // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях. – М.: Изд-во МСХА 2001, с.265-266.

УДК 634.23:631.542.2

## **ВЛИЯНИЕ ЛЕТНЕЙ ОБРЕЗКИ ВИШНИ И ЧЕРЕШНИ НА ОТРАСТАНИЕ НОВЫХ ПОБЕГОВ И ИХ РЕГЕНЕРАЦИОННУЮ СПОСОБНОСТЬ**

**Самощенко Егор Григорьевич**, профессор кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Буланов Александр Евгеньевич**, кафедра плодоводства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Жучков Александр Николаевич**, аспирант кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Летняя обрезка на маточных растениях вишни и черешни влияет на морфобиологические особенности вновь отрастающих побегов, увеличивает у них количество вегетативных почек. Использование отросших приростов позволяет сдвинуть сроки зеленого черенкования, а также успешно применять их для зимней прививки укорененных черенков клоновых подвоев.

**Ключевые слова:** летняя обрезка, зеленое черенкование, зимняя прививка, типы почек, укорененные черенки подвоев.

Плоды вишни и черешни заслуженно пользуются большой популярностью. Однако эти культуры являются трудно размножаемыми [3]. В связи с этим необходимы исследования направленные на совершенствование технологий получения посадочного материала. В этом направлении использования летней обрезки маточных растений позволяет изменить сроки и условия укореняемости зеленых черенков, а также повысить результаты зимней прививки за счет изменения особенностей формирования почек [4].

Исследования проводились в 2017 году на плодовой опытной станции МСХА им. К.А. Тимирязева. В целом погодные условия периода вегетации этого года были не самыми благоприятными для роста и развития растений вишни и черешни. Поскольку из-за прохладной весны и выпадения снега в мае, средние месячные показатели этого месяца были на 2-3°С ниже средних многолетних. Аналогичная тенденция сохранялась и в июне. Это сказалось на замедленном росте побегов, а тем самым повлияло на сроки летней обрезки и зеленого черенкования.

Летняя обрезка проводилась в конце мая путем пинцировки (секатором) отрастающих весной побегов, достигших высоты 20-25 см с оставлением 3-4 почек. Для этого использовали по 3 дерева сортов вишни - Ассоль, Апухтинская, Булатниковская, Облачинская, Памяти Вавилова и черешни – Овстуженка, Память Астахова, Бряночка,

Орловская розовая. Зеленое черенкование и зимнюю прививку проводили по общепринятым методикам [1,2,5]. На период зеленого черенкования побеги после летней обрезки достигали 15-16 см, и в целом были пригодны для укоренения (таблица 1).

Таблица 1

**Биометрические показатели побегов вишни и черешни**

Сорт	Длина побега, см		Количество листьев, шт.		Площадь листа, см <sup>2</sup>	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Облачинская	*52,4/71,7**	16,3/26,1	18,0/21,0	10,0/8,0	25,7/33,7	12,1/13,5
Ассоль	49,4/63,7	15,6/25,5	15,0/16,0	9,0/11,0	27,8/41,2	13,6/18,3
Апухтинская	48,7/71,3	9,1/22,9	17,0/19,0	6,0/6,0	22,1/33,7	2,9/7,8
Памяти Вавилова	50,4/60,9	17,3/25,8	15,0/16,0	11,0/12,0	40,5/43,8	16,7/18,3
Булатниковская	47,9/63,4	16,7/26,5	16,0/22,0	10,0/8,0	30,8/32,1	14,3/19,6
Бряночка	57,2/82,7	19,3/29,2	16,0/21,0	10,0/13,0	58,6/78,5	26/56,2
Память Астахова	71,4/72,6	18,9/27,5	18,0/25,0	9,0/9,0	54,7/81,5	27,4/56,2
Орловская розовая	66,8/74,2	9,1/24,8	17,0/22,0	6,0/8,0	63,7/84,0	18,9/55,6
Овстуженка	35,7/80,3	17,1/22,1	14,0/28,0	11,0/15,0	41,5/82,3	24,7/73,5

Примечание.\* – на 26 июля/\*\* – на 26 сентября

Наиболее слабый рост побегов отмечен у черешни сорта Апухтинская, а у вишни Орловская ранняя. Контрольные побеги у этих культур превосходили более чем в 3 раза. В конце вегетации средняя длина однолетнего прироста достигала у вишни 66,2 см у контрольных, а у побегов после прищипки 25,5 см, а у черешни 77,4 и 25,9 соответственно. Таким образом, летняя обрезка изменяет биометрические показатели отросших побегов. На побегах второй волны роста уменьшается количество и площадь листьев, длина и диаметр междоузлия. Биологической особенностью косточковых культур, в том числе вишни и черешни является увеличение количества боковых цветковых почек с уменьшением длины прироста. Это создает проблемы при использовании их для вегетативного размножения. Процессы закладки и дифференциации цветковых почек возможно изменить с помощью летней обрезки. Определение особенностей формирования почек и их количества определяли в первой половине апреля путем отращивания однолетних приростов в сосуде с водой при комнатной температуре (таблица 2).

У всех сортов вишни и черешни на контрольных побегах преобладают цветковые почки, а на побегах после летней обрезки – вегетативные. В среднем процент цветковых почек на побегах второй волны роста достигал у вишни 15,3%, а у черешни 11,3%. Это объясняется более поздними сроками закладки цветковых почек на побегах второй волны роста после пинцировки. Такая ситуация должна благоприятно отразиться на использовании их для вегетативного размножения и особенно при прививке черенком.

**Соотношение различных типов почек у вишни и черешни, %**

Сорт		цветковые почки	вегетативные почки	групповые почки
Ассоль	опыт/ контроль	12,88/63,10	87,12/36,90	0/1,5
Апухтинская	опыт/ контроль	27,50/68,24	72,50/31,76	0,7/1,4
Булатниковская	опыт/ контроль	13,68/54,70	86,32/45,30	0,1/1,8
Памяти Вавилова	опыт/ контроль	14,40/58,99	85,60/41,01	0,9/2,4
Облачинская	опыт/ контроль	8,42/60,83	91,58/39,17	0/1,1
Бряночка	опыт/ контроль	12,6/39,2	87,4/60,8	1,2/1,9
Память Астахова	опыт/ контроль	11/49,6	89/50,4	0/2,2
Овстуженка	опыт/ контроль	11,8/48,1	88,2/51,2	0,93/1,08
Орловская розовая	опыт/ контроль	0/64,8	100/35,2	0/0

Средняя укореняемость зеленых черенков у изучаемых сортов вишни при использовании контрольных и опытных сортов достигала 57%. При этом различия по укореняемости между вариантами опыта были незначительными. Однако летняя обрезка позволяет сдвинуть сроки зеленого черенкования.

Зимнюю прививку проводили в середине марта, а посадку прививок - в начале апреля в теплицу. Прививку проводили методом улучшенной копулировки на укорененных черенках клонового подвоя ВСЛ-2. Приживаемость у сортов вишни Ассоль и Булатниковская составляет 91%, что на 45% превышает показатели сортов Памяти Вавилова и Апухтинская. У сорта Облачинская приживаемость оказалась в пределах 80%. Среди сортов черешни наилучшая приживаемость оказалась у сортов Орловская розовая и Бряночка (90 и 85 % соответственно), а самая низкая у сорта Память Астахова (45%).

Хорошая приживаемость зимних прививок обуславливается специфической особенностью закладки почек на побегах второй волны роста.

**Библиографический список**

1. Тарасенко М.Т. Зеленое черенкование садовых и лесных культур М.: Издательство: МСХА, 1991
2. Скалий Л.П. Размножение растений зелеными черенками / Л.П. Скалий, Е.Г. Самощенко. – М.: Издательство МСХА, 2002 г.
3. Потапов С.А. Разработка элементов ускоренного получения посадочного материала вишни и черешни на клоновых подвоях // Дисс. канд. с.-х. наук.- М.- 2009.
4. Хесами А. Влияние удобрений и летней обрезки на устойчивость к заморозкам генеративных почек сливы/Е.Г. Самощенко, А. Хесами, Л.А. Паничкин// Изв. РГАУ-МСХА, 2006. Вып. 2.С.135-138.
5. Самощенко Е.Г. Зимняя прививка сливы с использованием укорененных черенков подвоев и пути ее улучшения/ Самощенко Е.Г., Сейф М.И./Материалы научно-практической конференции. – Уфа, 2005.С.35-38.

## ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА КАЧЕСТВО УРОЖАЯ СОРТОВ ВИНОГРАДА МЕЖВИДОВОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ МОСКВЫ

**Панова Мария Борисовна**, доцент кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева

**Аннотация:** К числу популярных у садоводов-любителей Средней полосы России относятся такие сорта винограда, как Московский устойчивый, Альфа и Хасанский Боуса. Одной из проблем северной культуры виноградарства является низкое сахаронакопление. Применение регуляторов роста позволяет повысить массовую концентрацию сахаров в соке ягод.

**Ключевые слова:** виноград, регуляторы роста, циркон, эпин-экстра, гибриды, сахаронакопление, качество.

В последние десятилетия все большее распространение у садоводов-любителей Нечерноземья получает культура винограда. К числу популярных и неприхотливых сортов, пригодных для начинающих виноградарей, относятся сорта межвидового происхождения Московский устойчивый, Альфа и Хасанский Боуса. Они отличаются повышенной устойчивостью к низким зимним температурам, относительно повышенной – к грибным болезням. Серьезной проблемой при выращивании винограда в Средней полосе России является недостаточное сахаронакопление в соке ягод. Применение регуляторов роста позволяет активизировать накопление сахаров в соке ягод за счет более эффективного прохождения фотосинтеза. Этот эффект отмечен у препаратов циркон и эпин-экстра, что отражено в литературе [1]. Исследования на сорте Московский устойчивый в условиях участка открытого грунта лаборатории плодоводства РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева (г. Москва) проводятся нами с 2011 года [2]. В 2018 году в схему опыта были включены сорта Альфа и Хасанский Боуса, также имеющие гибридное происхождение (сорт Альфа является одной из родительских форм сорта Московский устойчивый).

Сорт Московский устойчивый был получен от скрещивания гибрида (Жемчуг Саба × *V.amurensis*) с сортом Альфа (авторы: К.П.Скуинь, Е.Н.Губин). Относится к универсальным сортам очень раннего срока созревания. Рост кустов сильный, вызревание побегов хорошее, коэффициент плодоношения 2,0...2,4. Морозоустойчивость высокая (до –28°C) [3].

Сорт Альфа получен в США от гибридизации американских видов *V.labrusca* L. и *V.riparia* Michaux. Универсальный сорт среднего срока созревания. Сила роста растений высокая, вызревание побегов хорошее. Морозоустойчивость высокая. Сорт может быть рекомендован для вертикального озеленения для оформления беседок, пергол, стенок, балконов и др. Недостатком сорта является повышенная титруемая кислотность сока ягод [4].

Сорт Хасанский Боуса получен Д.К.Боусом от схемы скрещивания Дальневосточный Тихонова × обоеполая форма *Vitis amurensis*). Сила роста высокая,

вызревание побегов хорошее, морозоустойчивость высокая. Может быть рекомендован для использования в качестве декоративного сорта [5].

Исследования проводили на участке открытого грунта сектора виноградарства лаборатории плодоводства РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева (Москва). Культура винограда корнесобственная, укрывная, неорошаемая; форма кустов – веерная многорукавная, система ведения – вертикальная трехпроводочная шпалера. Схема посадки 2,5×1,5 м.

На основании исследований, проведенных нами ранее на семенных сортах винограда межвидового происхождения [6], в схему опыта были включены препараты циркон в концентрации 0,2 мл/л и эпин-экстра в концентрации 0,2 мл/л. Обработка растений проводилась путем опрыскивания в утренние часы в конце фазы цветения. Повторность опыта пятикратная, куст – повторность.

Нами была поставлена цель – повысить качество урожая винограда сортов межвидового происхождения путем применения регуляторов роста. В задачи исследований входило: изучить влияние регуляторов роста на агробиологические показатели кустов изучаемых сортов, количество и качество урожая; изучить биохимический состав сока ягод (массовая концентрация сахаров).

В результате проведенных исследований, нами было установлено положительное влияние регуляторов роста на массу грозди, было отмечено в варианте с использованием препарата циркон (68,24 г), вариант с использованием силипланта уступал (57,10 г) контролю. Результаты представлены в таблице 1. Повышение массы грозди может быть объяснено увеличением массы отдельных ягод при несущественных различиях в их количестве.

Сорта различаются по своим ампелографическим показателям, так сорт Альфа во всех вариантах опыта отличался большим количеством ягод в грозди и их массой, грозди сортов Московский устойчивый и Хасанский Боуса были сходны по величине. Увеличение количества ягод в грозди отмечено нами только у сорта Альфа. Так как обработка препаратами проводилась в фазу цветения, увеличение числа ягод может быть объяснено снижением осыпания завязей после применения регуляторов роста. На сортах Московский устойчивый и Хасанский Боуса существенного изменения количества ягод в грозди отмечено нами не было. Препараты оказали влияние на массу ягоды (таблица). Существенного изменения массы гребня и его доли в массе грозди отмечено нами не было, что согласуется с ранее проведенными исследованиями влияния циркона и эпина-экстра на сорта межвидового происхождения [6] в отличие от препаратов гиббереллинового действия, вызывающих разрастание гребня.

Сорта отличаются небольшой массой грозди. Увеличение массы грозди относительно контроля отмечено нами при обработке сорта Альфа, у сортов Московский устойчивый и Хасанский Боуса масса грозди уступала контролю, что объясняется меньшим количеством ягод в грозди.

Все препараты оказывали влияние на качество урожая – массовая концентрация сахаров на всех сортах во всех вариантах превосходила контроль. Уровень массовой концентрации сахаров в соке ягод сорта Московский устойчивый в 2018 году превосходил показатели 2017 года (соответственно 17,9 г/100 см<sup>3</sup> в контроле, 17,8 г/100 см<sup>3</sup> вариант с использованием циркона и 18,7 г/100 см<sup>3</sup> в варианте с препаратом эпин-

экстра), что объясняется благоприятными погодными условиями 2018 года и лучшим состоянием растений в текущем году, тогда как в 2017 году в результате допущенной ошибки, растения испытали стресс от некорректной обработки гербицидами.

Таблица

**Влияние регуляторов роста на увологические показатели изучаемых сортов винограда (Москва, 2018 г.)**

Вариант	Масса грозди, г			Массовая концентрация сахаров, г/100 см <sup>3</sup>		
	Московский устойчивый	Альфа	Хасанский Боуса	Московский устойчивый	Альфа	Хасанский Боуса
Контроль (вода)	38,3	43,1	34,4	18,5	22,1	22,7
Циркон, 0,2 мл/л	28,9	75,9	20,8	22,8	24,0	23,5
Эпин-экстра, 0,2 мл/л	32,6	88,4	31,1	20,3	23,2	24,6
НСР <sub>05</sub>	1,66	1,45	1,44	1,03	1,06	1,09

На основании проведенных исследований сделаны предварительные выводы о влиянии регуляторов роста циркон и эпин-экстра при применении их на винограде сортов Московский устойчивый, Альфа и Хасанский Боуса. По влиянию на увологические показатели грозди и массовую концентрацию сахаров в соке ягод на сортах Московский устойчивый и Альфа можно выделить использование препарата циркон в концентрации 0,2 мл/л при использовании его в конце фазы цветения, а на сорта Хасанский Боуса – эпин-экстра с такими же регламентами применения.

**Библиографический список**

1. Малеванная, Н.Н. Циркон – новый регулятор роста растений полифункционального действия. // Материалы конф. «Средства защиты растений, регуляторы роста, агрохимикаты и их применение при возделывании сельскохозяйственных культур», - Анапа.- 2005 - С. 49-53.

2. Панова, М.Б., Гончаров, А.В. Влияние регуляторов роста на качество урожая винограда сорта Московский устойчивый. // Сборник материалов научн.практи.конференции студентов, аспирантов, молодых ученых агрономического факультета РГАЗУ «Актуальные вопросы агрономической науки в современных условиях». Балашиха.- РГАЗУ.- 2014.- с. 61-63.

3. Губин, Е.Н. Ампелографическое описание сортов винограда селекции ТСХА, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации. / Губин Е.Н., Губин А.Е. М.: изд-во МСХА.- 2005.- с.7.

4. Информация о сортах и видах винограда, технологиях размножения винограда, уходе за растением. Альфа. Режим доступа: <http://vinograd.info/sorta/vinnye/alfa.html> , свободный. – Заглавие с экрана.

5. Информация о сортах и видах винограда, технологиях размножения винограда, уходе за растением. Хасанский Боуса. Режим доступа: <http://vinograd.info/sorta/vinnye/hasanskii-boysa.html>, свободный. – Заглавие с экрана. Панова, М.Б. Влияние регуляторов роста на рост, развитие, плодоношение и качество урожая винограда в условиях Ростовской области / Автореф. дисс. канд. с.-х. наук / М. : Рос. аграр. ун-т. – МСХА, 2007. – 21 с.

УДК 634.10:634.2

## **ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОДНОЛЕТНИХ ПОБЕГОВ ЯБЛОНИ И СЛИВЫ НА ЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ**

**Гужова Екатерина Евгеньевна**, агроном, ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева  
**Самощенко Егор Григорьевич**, профессор кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия, ФГБОУ РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

**Паничкин Леонид Александрович**, профессор кафедры физиологии растений, ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В работе показано распределение значений электропроводности тканей однолетних побегов яблони домашней (Папировка) и сливы домашней (Тульская черная) в зависимости от введения электродов вблизи почек. Даны рекомендации для использования метода электропроводности при диагностике качества срастания прививок.

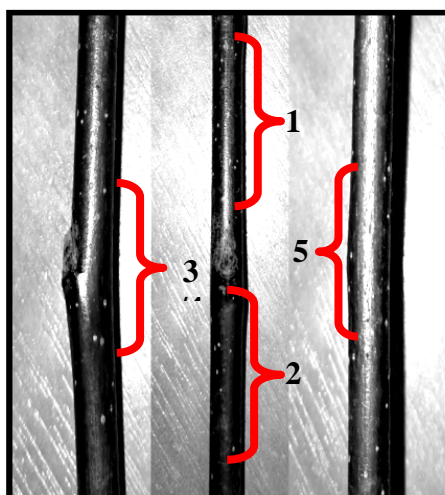
**Ключевые слова:** однолетние побеги, яблоня, слива, электропроводность тканей, почка

На базе кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия, и кафедры физиологии растений РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева были проведены опыты по отработке методики измерения электропроводности тканей однолетних побегов ряда плодовых культур. Данный метод электропроводности разработан с целью оценки приживаемости компонентов прививок на начальных этапах срастания (до 30-ти дней) и для выбраковки не прижившихся растений [1].

**Цель** данной работы: в зависимости от структурных элементов однолетних побегов яблони и сливы определить степень влияния месторасположения электродов на показания значений электропроводности тканей.

Объектами исследования были однолетние побеги яблони (Папировка) и сливы (Тульская черная). Опыты проведены на 10-ти побегах яблони с диаметрами от 4,1 – 7,1 мм и на 10-ти побегах сливы с диаметрами от 3,5 до 5,8 мм. Для измерения электропроводности использовали кондуктометр «Эксперт – 002» с игольчатыми электродами [1,2]. Электроды вводили в ткани побега, как показано на рис. 1. Измерения проводили весной, до распускания почек.





**Рис. 1. Расположение электродов на однолетнем побеге для измерения электропроводности тканей**

(1 – над почкой, 2 – под почкой, 3 – слева от почки, 4 – справа от почки, 5 – с обратной стороны почки)

Данные по распределению значений электропроводности у побегов яблони (табл.1) и сливы (табл. 2) представлены в таблицах.

*Таблица 1*

**Распределение значений электропроводности по окружности однолетних побегов яблони вблизи почек**

№	Электропроводность тканей побега яблони вблизи почки, мкСм					
	d, мм	над	под	слева	справа	с обратной стороны
1	4,1	113	135	126	121	123
2	5,2	115	155	139	135	131
3	5,5	166	203	206	194	202
4	5,6	141	159	154	160	153
5	6	174	207	191	186	184
6	6	216	260	252	245	238
7	6,1	230	259	243	239	219
8	7,3	248	279	267	275	269
9	7,3	210	270	223	240	244
10	7,4	253	292	298	271	280
Среднее	6,1	187±26	222±29	212±29	207±28	204±28
НСР		10,9				

Как видно из таблиц 1 и 2, большие значения электропроводности наблюдали под почкой у яблони  $222 \pm 29$  мкСм и сливы  $195 \pm 29$  мкСм. Вероятно, это было связано с аттрагирующим эффектом в зоне почек [3]. Наименьшие значения электропроводности были замерены над почкой  $187 \pm 26$  мкСм и  $172 \pm 32$  мкСм, соответственно. Наиболее близкими значения электропроводности были при измерении слева и справа от почки, как у яблони, так и у сливы. Данная тенденция в распределении значений электропроводности не зависела от диаметра побегов и от культуры.

Исходя из полученных данных, был произведён расчет процентного отклонения значений электропроводности в зависимости от места измерения (табл. 3).

Таблица 2

**Распределение значений электропроводности по окружности однолетних побегов сливы вблизи почек**

№	Электропроводность тканей побега сливы вблизи почки, мкСм					
	d, мм	над	под	слева	справа	с обратной стороны
1	3,5	86	96	90	92	90
2	3,6	109	130	114	117	113
3	4,1	117	138	120	125	125
4	4,2	135	172	150	147	147
5	4,8	145	190	164	163	165
6	5	181	200	198	189	185
7	5,1	188	201	190	197	194
8	5,5	237	249	239	239	234
9	5,5	248	259	259	259	247
10	5,8	272	280	271	264	269
Среднее	4,7	172±32	195±29	180±32	179±30	177±30
НСР		12,9				

Данные, приведенные в таблице 3, показали, что максимальные процентные отклонения в значениях электропроводности наблюдали между измерениями над и под почкой – до 33,1% у яблони и 31% у сливы. Наименьшие отклонения в значениях были при измерении электропроводности слева и справа от почек – 4,7 % у яблони и 2,2 % - у сливы. Процентное отклонение значений с обратной стороны почки занимает промежуточное значение между, над/под и слева/справа от почки.

Таблица 3

**Процент отклонения значений электропроводности в зависимости от мест введения электродов относительно почки, %**

№	Процент отклонения значений электропроводности, %							
	Яблоня (Папировка)				Слива (Тульская черная)			
	над/под	над/с обратной стороны	под/с обратной стороны	слева/справа	над/под	над/с обратной стороны	под/с обратной стороны	слева/справа
1	19,7	8,8	10,1	4,9	11,6	4,7	6,7	2,2
2	33,9	13,6	17,8	3,0	19,3	3,7	15,0	2,6
3	22,3	21,7	0,5	6,4	17,9	6,8	10,4	4,0
4	13,2	9,0	3,9	3,7	27,4	8,9	17,0	2,0
5	19,5	5,9	12,8	2,5	31,0	13,8	15,2	0,6
6	20,4	10,2	9,2	2,9	10,5	2,2	8,1	4,8
7	12,3	4,7	17,9	1,7	6,9	3,2	3,6	3,6
8	12,5	8,5	3,6	3,0	5,1	1,3	6,0	0,0
9	28,3	16,2	10,5	7,1	4,4	0,4	4,9	0,0
10	15,4	10,6	4,3	9,8	2,9	1,1	4,1	2,7
Среднее	19,8	10,9	9,1	4,7	13,7	4,6	9,1	2,2

В связи с тем, что метод электропроводности используется при диагностике качества срастания компонентов прививки, то необходимо было выявить и исключить в дальнейших измерениях фактор месторасположения электродов. Таким образом, чтобы

избежать влияния структурных элементов побега (почек) на показания электропроводности тканей, необходимо исключить введение электродов над и под почкой. Для получения достоверных данных следует вводить электроды либо слева, либо справа от почки.

### Библиографический список

1. Пат. № 2588545 Российская Федерация МПК А01G 1/06 Способ диагностики качества срастания компонентов прививки / Паничкин Л.А., Самощенко Е.Г., Гужова Е.Е., М., 2016.
2. Гужова Е.Е., Самощенко Е.Г., Паничкин Л.А., Динамика электропроводности тканей зимних прививок некоторых семечковых культур, сб.ст. Современное состояние питомниководства и инновационные основы его развития, Воронеж, 2015, С. 130-135
3. Кузнецов В.В. Физиология растений. – М.: Высш.шк., 2006, 742 с.

УДК 634.8(092)

### К 90 – ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА СМИРНОВА К.В.

**Раджабов Агамагомед Курбанович**, декан факультета садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Статья посвящена анализу 90 – летнему юбилею известного в нашей стране и за рубежом ученого виноградаря Кирилла Владимировича Смирнова. Дана характеристика деятельности научной школы созданной под руководством профессора Смирнова, результативности ее в научном обеспечении отрасли виноградарства.

**Ключевые слова:** Смирнов К.В., регуляторы роста, селекция винограда, бессемянные сорта винограда.

Смирнов Кирилл Владимирович, родился 5 марта 1928 г. в г.Ташкенте (Узбекистан). В 1944 году поступил и в 1948 году окончил с отличием Узбекский с/х институт им. Куйбышева в г. Самарканде получив специальность «Ученый агроном виноградарь-винодел».

По окончании института был направлен на работу в августе 1948 г. в Узбекский НИИ виноградарства, преобразованный в 1956 году в Самаркандский филиал НИИ садоводства, виноградарства и виноделия им. акад. Р.Р. Шредера где К.В.Смирнов проработал с 1948 по 1958 г. – в начале младшим научным сотрудником Кашка-Дарьнинского опорного пункта института, а с 1958 по декабрь 1974 г. заместителем директора по научной работе филиала. С января 1974 г. до конца жизни работал в Московской сельскохозяйственной академии им. К.А.Тимирязева, из них 24 года заведующим кафедрой виноградарства и виноделия МСХА, а в последующем – профессором этой же кафедры.

В период 1952-1956 гг. К.В.Смирнов окончил заочную аспирантуру в Центральной генетической лаборатории им. И.В.Мичурина и защитил кандидатскую диссертацию. В

1971 году защитил докторскую диссертацию. В 1974 году был избран заведующим кафедры виноградарства МСХА им. К.А.Тимирязева.

Имя этого исследователя, талантливого педагога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, Заслуженного деятеля науки России, лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники широко известно.

За период работы в НИИСВиВ им. Р.Р. Шредера и МСХА им. К.А.Тимирязева под руководством и соруководством проф. К.В.Смирнова подготовлено 3 доктора с.-х. и биологических наук и 32 кандидата наук по проблемам изучения причин и форм бессемянности винограда, разработке приемов повышения урожайности и качества продукции бессемянных сортов винограда путем обработки их насаждений регуляторами роста и применения других приемов агротехники.

Научная школа К.В.Смирнова внесла значительный вклад в теорию бессемянности винограда, разработку методики селекции на бессемянность, разработку биологических основ и практических аспектов применения регуляторов роста на винограде, получен ряд сортов винограда.

Под руководством Смирнова К.В. аспирантом Волосовцевым В.Д. установлены причины бессемянности кишмишных сортов винограда и влияние гиббереллина на эмбриональную сферу цветка. Аспирантка Перепелицина Е.П. изучила влияние гиббереллина на бессемянные сорта винограда. Установлено влияние срока обработки на размер, форму, механические свойства и химический состав ягод. Подобраны оптимальные концентрации гиббереллина и сроки обработки. Десятниченко А.М. установлены рациональные приемы и способы размножения винограда – влияние температурного режима при хранении черенков, насыщения черенков питательными веществами, способы посадки черенков в школку. Аспиранткой Аппазовой А.О. выявление склонности к партенокарпии проводилось на уровне питания репродуктивных органов. Получено большое количество апомиктических семян, изучено их анатомическое строение и жизнеспособность. Выявлена склонность к партенокарпии и передаче гибриднему потомству у ряда ценных сортов, перспективных для использования при селекции на бессемянность. Установлен характер влияния уровней питания репродуктивных органов на рост и развитие рудиментов семян бессемянных сортов винограда.

Аспирантом Раджабовым А.К. в условиях Узбекистана изучено влияние регуляторов роста, уровня питательного и водного режимов на формирование продуктивности и качества винограда сорта Кишмиш черный. Выявлены основные закономерности взаимодействия изучаемых факторов, установлены оптимальные уровни для получения высокого и качественного урожая. Показаны закономерности последействия применения ретардантов на маточниках, на ризогенез, выход и качество корнесобственных саженцев.

Аспирантом К.В.Смирнова, гражданином Сирии Абу Ассаф Исмаил Салманом в 1982 году изучена в условиях Узбекистана большая группа ранозревающих сортов винограда, произрастающих в одинаковых условиях, с целью выделения перспективных из них. На основе нормы реакции сортов на экологические условия дан научно обоснованный прогноз о перспективности интродукции ряда выделенных сортов в Сирию.

Аспирантом Саленковым С.Н. проведено исследование влияния различных способов обработки гиббереллином на бессемянные сорта винограда, доказана возможность сплошного опрыскивания кустов и осуществления механизированной обработки с помощью тракторного опрыскивателя. Изучалась эффективность применения гиббереллина на различных уровнях водно-питательного режима.

Аспирантом Лепиловым С.М. в регионе горной зоны Черноморского побережья Краснодарского края разработана технология применения хлорхолинхлорида на столовых сортах винограда. Научно обоснованы и рекомендованы регламенты обработок ретардантом, доказана необходимость периодического применения препарата.

Аспирант К.В.Смирнова Эль-Вард Хусейн Дейфалла (Йемен, 1985) получил две гибридные триплоидные формы винограда. Дано морфологическое описание некоторых полиплоидных форм и гибридов винограда, полученных при участии вида *V.rotundifolia* Minch. Выявлены причины стерильности отдаленных гибридов винограда и даны методические рекомендации по схеме скрещиваний гибридов  $F_1$  и  $F_2$  с исходными видами.

Аспирант Никитенко С.С. в условиях западно-предгорной зоны Краснодарского края на основе физиологических, биохимических и анатомических показателей дана характеристика зимостойкости новых интродуцированных сортов винограда. Обоснована перспективность неукрывной культуры ряда сортов.

Чекуновым И.А. впервые на виноградниках изучена биологическая эффективность новых гербицидов – лонтрела-300, тордона-472 и бетанала. Показана высокая эффективность нитосорга и его аналогов на укрывных виноградниках при двудольном малолетнем типе засорения. Установлена возможность снижения норм расхода препаратов за счет различных добавок.

Аспирантом Фадеевым В.А. на основе использования штамбовой привитой культуры разработаны оптимальная схема посадки, высота штамба, уровень нагрузки глазками. Определено влияние различной степени освещенности генеративных органов на образование в ягоде антоцианов и других компонентов, формирующих качество продукции. Аспирантом Шишкиным П.В. проведено изучение влияния основных элементов агротехники на эффективность применения гиббереллина механизированным способом.

Ученик К.В.Смирнова Буханцов В.Г. разработал и внедрил новый усовершенствованный способ изучения процессов фотосинтеза и транспорта  $^{14}C$ -ассимилятов у винограда методом радиоактивных индикаторов. Выявлена специфика в донорно-акцепторных отношениях семенного и бессемянного сортов винограда в разные фазы периода вегетации, показаны различия в донорно-акцепторных отношениях этих сортов в связи с применением регуляторов роста. Изучены особенности донорно-акцепторных отношений виноградных растений, подвергшихся низкотемпературному стрессу.

Соискателем Петровой В.А. на основе результатов экспериментальных исследований доказана принципиальная возможность приготовления высококачественных игристых вин из новых устойчивых сортов и элитных форм винограда.

Аспирантом Козма Палом (Венгрия) выявлены и изучены характер наследования и изменчивости гибридным потомством F<sub>1</sub> признаков устойчивости к милдью и оидиуму и их сочетания с высокой урожайностью и хорошим качеством винограда и вина. Разработан и введен в практику селекционной работы инфекционный фон.

Файзиевым Ж.Н. для каждого из включенных в схему опыта сортов винограда (Баян ширей, Тарнау, Кульджинский, Ркацители и Ризамат) подобраны препараты и их сочетания, позволяющие устранить или смягчить их негативные признаки, повысить урожайность и улучшить качество продукции.

Павлюченко Н.Г. изучен характер наследования и изменчивости признака бессемянности межвидовым гибридным потомством, выявлена возможность сочетания бессемянности и устойчивости к болезням и низкой температуре. Установлена связь между массой ягоды и массой семени, влияние массы рудиментов семени на срок созревания ягод. Внесены дополнения в существующую классификацию винограда по признаку бессемянности.

Майстренко Л.А. проведено подробное агробиологическое, хозяйственно-технологическое и иммунологическое изучение новых бессемянных сортов винограда отечественной и зарубежной селекции в условиях Ростовской области. На основе гибридологического анализа выявлен характер наследования и изменчивости признаков бессемянности, устойчивости к болезням и низкой температуре. Майстренко А.Н. проведено подробное агробиологическое, хозяйственно-технологическое и иммунологическое изучение новых белых технических сортов винограда отечественной и зарубежной селекции в условиях Ростовской области. Усовершенствован и применен экспресс-метод определения скорости окисления сусла. Выявлен характер изменчивости и наследования признаков раннеспелости, устойчивости к болезням, низкой температуре и окисляемости сусла потомства межвидовых гибридов.

Аспиранткой К.В.Смирнова Краснохиной С.И. изучена степень выраженности мускатного аромата у межвидовых гибридов и ее зависимость от степени зрелости ягод и содержания сахара в них. Выявлен характер наследования и изменчивости признака мускатного аромата, определен состав и количество ароматообразующих веществ в ягодах сложных межвидовых гибридов. Выявлена возможность сочетания признака мускатного аромата с признаками устойчивости к болезням и морозу.

Аспирантами Деверилиной Ю.В. и Переловичем В.Н. проведено изучения влияния регуляторов роста в условиях Краснодарского края. На сортах винограда межвидового происхождения в состав смесей для обработки был введен препарат цитодеф. Изучен гормональный баланс новых семенных сортов винограда межвидового происхождения, а также гормональный баланс соцветий этих сортов после обработки регуляторами роста. подобраны смеси регуляторов роста, применяемые на бессемянных сортах винограда, которые за счет синергетического эффекта позволяют снизить концентрации используемых препаратов. Установлен оптимальный режим влажности почвы на виноградниках и уровень нагрузки побегами при сплошной обработке регуляторами роста бессемянного сорта Кишмиш черный.

Аспирантом и докторантом К.В.Смирнова Казахмедовым Р.Э. изучено влияние препарата цитокининового действия дропп при раздельном и совместном применении с регуляторами роста гиббереллинового и цитокининового действия на рост и развитие

генеративных органов семенных сортов винограда, основные морфо-анатомические, механические, биохимические и физиологические показатели ягод. Разработана и предложена экспериментальная схема механизма формирования бессемянных ягод у семенных сортов винограда при применении регуляторов роста. Впервые изучено качество виноматериалов, полученных из бессемянной продукции семенного сорта.

Методом селекции, К.В.Смирновым выведено 6 новых сортов винограда, переданных производству, позволивших повысить урожайность насаждений на 20...50% и улучшить товарные качества свежей и сушеной продукции, а также создать теоретические основы научных школ по данной проблематике.

Основные результаты научных достижений проф. К.В.Смирнова опубликованы в 220 работах, в т.ч. 16 – в трехтомной «Энциклопедии виноградарства», учебнике «Виноградарство» для студентов сельскохозяйственных вузов, ряде монографий и журналов.

За полученные научные достижения проф. К.В.Смирнову было присуждено звание «Заслуженный деятель науки РСФСР», почетное звание «Лауреат Государственной премии Молдавской ССР», лауреата Премии Правительства в области науки и техники и др. награды.

В настоящее время традиции научно-педагогической школы как одного из ведущих в стране в области образовательной и научной деятельности по виноградарству успешно продолжается учениками.

### **Библиографический список**

1. История факультета садоводства и ландшафтной архитектуры. Москва, Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010, 321 стр.
2. Раджабов А.К. Кирилл Владимирович Смирнов: библиографический указатель. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. 2004., 59с.
3. Смирнов К.В., Малтабар Л.М., Раджабов А.К., Матузок Н.В., Трошин Л.П. Виноградарство. М.: «Росинформагротех», 2017. — 498 с.

УДК 634.1/7

### **АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЫБРАННЫХ ФОРМ ЧЕРЕШНИ**

**Багиров Орхан Рза оглы**, доцент, Нахчыванского Отделения Национальной Академии Наук Азербайджана

**Аннотация:** В исследовательской работе дана оценка биологический анализ 16 форм черешни в Нахчыванской Автономной Республике. При прослеживании фаз выявлена зависимость цветения от климатических условий, а созревания от генотипических характеристик. Исследуемые формы черешни по периодам созревания были разделены на три группы: скороспелые (31,3%), среднеспелые (56,2%), позднеспелые (12,5%). У 56,3% изученных форм диаметр самого большого поперечного разреза оказался больше, чем у сортов. 56,3% исследуемых форм черешни были отнесены к группе бигарро, 43,8% к группе гинь.

**Ключевые слова:** черешня, форм, созревания, скороспелые, масса плода.

Введение: В Нахчыванской Автономной Республике настоящее время ведутся интенсивные работы по посадке новых фруктовых садов, а также по восстановлению и селекции отличающихся высокой производительностью местных фруктовых сортов, сформированных в результате народной селекции за счет природных условий, выращивания в течение длительного периода времени и за счет интродуцированных сортов. При посадке современных черешневых садов предпочтение должно отдаваться качественным сортам, отличающимся высокими показателями. Поэтому изучение и оценка сортов и форм с высокими показателями является актуальным вопросом.

До наших исследований А.Раджабли [7, с. 120, 128], Т.Тагиев [9, с. 133-134], Д.Алиев [1, с. 121-126] проведя некоторые изыскания в области выращиваемых на территории Нахчывана черешни, сообщают о некоторых помологических характеристиках сортов. На территории выявлено 27,0% местных и 14,3% интродуцированных сортов черешни.

Материал и методы исследования: Путем наблюдений выявлено, что биоэкологические особенности выращиваемых меняются в зависимости от их происхождения и эволюции. В настоящее время ведутся интенсивные работы по восстановлению и селекции отличающихся высокой производительностью местных фруктовых сортов, сформированных в результате народной селекции за счет природных условий, выращивания в течение длительного периода времени и за счет интродуцированных сортов. 33,3% форм относятся к местным, 25,4% к интродуцированным сортам.

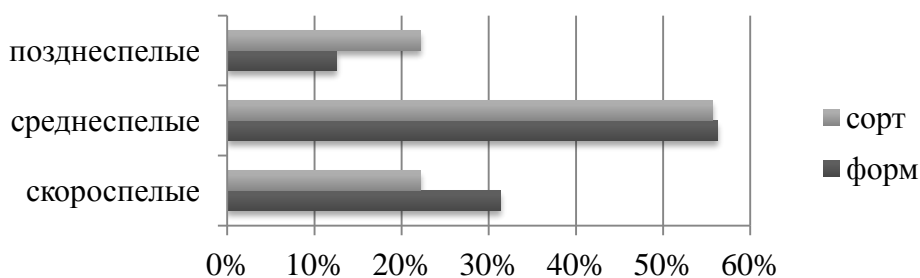
Исследовательские работы проводились во время экспедиций, а также в камерально-лабораторных условиях. Биологические, помологические показатели, а также фенологические особенности сортов и форм обрабатывались в соответствии с общепринятыми в плодоводстве программами и методиками [1, с. 122-126; 2, с. 68-81, 414-415; 3, с. 11-30; 6, с. 70-132; 8, с. 41-42, 63-95]. Сахаристость плодов определяется методом Бертрана, а общая кислотность методом титрования [4, с. 128-132; 5, с. 170-171]. Во время дегустации вкусовые качества плодов были оценены по пятибалльной системе.

Результаты и их обсуждение: При соответствующих метеорологических условиях в Нахчыванской Автономной Республике фаза цветения черешни начинается в конце апреля – начале мая. Началом цветения принято считать период, когда дерево расцвело на 5-10%; концом цветения, когда 75% цветов выпали или увяли; время созревания плода определяется по форме и цвету, во время срыва с дерева, когда подошел срок использования. Во время исследований наблюдениями за периодом цветения сортов и форм, и созревания плода выявлена связь между цветением генотипа и климатическими условиями. Наблюдения показали, что у сортов и форм с ранней фазой цветения, раннее созревание не наблюдается, то есть это не является генетической особенностью.

На территории края созревание и сбор сортов и форм черешни начинается со второй половины мая и продолжается до середины июля. Исследуемые сорта и форм были сгруппированы по сроку созревания (скороспелые, среднеспелые, позднеспелые).



Как видно из Рис., выращиваемые на территории автономной республики скороспелые (31,3%) и среднеспелые (56,2%) формы в процентном соотношении опережают соответствующие сорта (22,2%; 55,6%).



**Рис. Сорта и формы черешни по периоду созревания**

Выращиваемые на территории края интродуцированные среднеспелые сорта и их формы в процентном соотношении превзошли скороспелые и позднеспелые сорта и формы. Формы интродуцированного сорта Кассини Ранняя – Аралыг-2, Уступы-4, сорта Дениссена Желтая – Котам-6, сорта Бигарро Грол – Ордубад-10, Кюкю-4 в отличие от соответствующего сорта, занимают места в других группах. В целом 37,5 % форм, в отличие от соответствующих сортов, занимают места в других группах. В результате наблюдений, проведенных в стационарных пунктах, выяснилось, что на территории края сроки созревания сортов соответствуют свойствам генетических групп, то есть скороспелый сорт везде созревает раньше других. Это доказывает, что срок созревания форм и сортов в отличие от других особенностей является наиболее зависимым от генотипа.

Среди исследуемых сортов и форм в процентном соотношении преобладают сердцевидные формы (40%). По цвету плодов преобладают формы черешни с красным цветом (50%). Из исследуемых сортов и форм диаметром самого большого поперечного разреза характеризовалась форма Дырныс-5 (24,2 мм). По сравнению с интродуцированными на территории края сортами, большим диаметром поперечного разреза характеризовались формы Дырныс-5, Нюс-Нюс-7 (22,5 мм), Ордубад-7 (21,8 мм). В целом, у 56,3% изученных форм диаметр самого большого поперечного разреза оказался больше, чем у сортов.

Средняя масса исследуемых форм черешни варьирует в интервале 3,4 - 8,6 г. Несмотря на то, что самый высокий показатель по средней массе- 8,3 г у сорта Наполеон Розовый, скороспелая форма Ордубад-7 отличается самым высоким показателем (8,6 г). Среднеспелая форма Дырныс-5 (8,3 г) по средней массе тоже опережает другие сорта и формы. Средняя масса плода у скороспелых форм черешни Ордубад-7, Андамидж-5 (5,7 г), Котам-6 (5,2 г) и среднеспелых форм Дырныс-5, Андамидж-12 (7,6 г) превышает соответствующие сорта.

Масса косточки у исследуемых форм варьирует в интервале от 0,29 до 0,60 г. У исследованных форм самый высокий показатель массы косточки 0,49 г. Процентное содержание косточки в плодах варьирует в интервале 4,0%-9,9%. Установлено, что из исследуемых сортов и форм самым низким процентным содержанием косточки в плодах отличилась скороспелая форма Дырныс-5 (4,0%). Включая и форму Дырныс-5,

процентное содержание косточки в плодах у скороспелой формы Ордубад-7 (5,2%) и среднеспелой Андамидж-12 (5,7%) за исключением Кассини Красной (5,2%) ниже, чем у других интродуцированных сортов, что соответственно положительно влияет на процентное содержание мякоти. Процентное содержание мякоти у исследуемых форм варьирует в интервале 90,1-96,0%. Самый высокий процентный показатель мякоти в плодах наблюдается у формы Дырныс-5 (96,0%). У 56,3% форм процентное содержание мякоти оказалось выше, чем у интродуцированных сортов Бигарро Грол (91,9%), Красавица Бианки (91,8%), Рамон Олива (91,8%), Желтая Дениссена (90,5 %). Процентное содержание мякоти у форм Юхары Дашарх-3 (92,2%), Андамидж-12 (94,3%) выше, чем у сорта Красавица Бианки, у форм Андамидж-5 (92,6%), Дырныс-5, Зейнеддин-7 (92,0%) выше сорта Рамон Олива, у формы Ордубад-7 (94,8%) выше сорта Моро. Установлено, что процентное содержание косточки у плодов обратно пропорционально процентному содержанию мякоти.

Среди исследуемых сортов черешни сахаристость плодов меняется от 11,2 до 15,4%, а среди форм от 10,7 до 16,7%. Среди исследуемых сортов и форм черешни самая высокая сахаристость - 16,7% была зафиксирована у позднеспелых форм Кюкю-4 и Уступы-4. Сахаристость среднеспелой формы Нюс-Нюс-5 (14,2%) оказалась выше, чем у интродуцированных сортов, за исключением сортов Наполеон Розовый (15,4%), Дроган Желтый (14,4%) и Рамон Олива (14,2%). Установлено, что сахаристость форм Андамидж-4 (11,9%), Аралыг-2 (12,0%), Уступы-4 выше, чем у соответствующего сорта Кассини Ранняя 911,2%), у формы Юхары Дашарх-3 (14%) выше, чем у сорта Красавица Бианки (13,7%), у форм Еникенд-3 (13,9%), Кюкю-4 выше, чем у сорта Бигарро Грол (13,2%).

У интродуцированных на территории края сортов и их форм общая кислотность меняется от 0,56 до 1,0%. Самая высокая общая кислотность наблюдается у среднеспелой формы Зейнеддин-7 (1,0%), самая низкая у позднеспелой Кюкю-4 (0,56%). У формы Нюс-нюс-18 общая кислотность (0,98%) превышает другие сорта, за исключением сорта Рамон Олива (0,98%). У 40% скороспелых и у 44,4% среднеспелых форм показатель кислотности оказался выше, чем у других сортов в соответствующей группе. У 50% исследуемых форм черешни кислотность оказалась выше, чем у соответствующих сортов.

Во время дегустационной оценки исследуемых форм самым высоким баллом (5 баллов) были оценены следующие формы: Ордубад-7, Котам-6, Андамидж-5, Андамидж-12, Нюс-нюс-18. Дегустационная оценка скороспелых форм черешни Андамидж-5, Котам-6, среднеспелых форм Андамидж-12, Нюс-нюс-18 оказалась выше, чем у соответствующих сортов. В целом, 48% исследуемых сортов и форм черешни были оценены в 4,5 балла. По группам созревания 60% скороспелых форм получили высокие баллы.

Группирование сортов черешни на основе помологических характеристик по группам бигарро и гинь было указано в работах многих исследователей [1, с. 116-117; 2, с. 44; 6, с. 30]. В исследовательской работе была произведена классификация выращиваемых в Нахчыванской Автономной Республики форм интродуцированных сортов черешни по характеристикам и качествам. 3,64% выращиваемых в автономной республике интродуцированных сортов и их форм относятся к группе бигарро. 56,3%

исследуемых форм черешни относятся к группе бигарро, а 43,8% к группе гинь. В группе среднеспелых форм 66,7% относятся к группе бигарро. Скороспелые формы Андамидж-4, Андамидж-5, среднеспелые Аралыг-2, Дырныс-5, позднеспелые Устуги-4, в отличие от соответствующих сортов, относятся к другим группам.

Выводы: Сказанное выше еще раз подтверждает, что генофонд выращиваемых в Нахчыванской Автономной Республики сортов и форм черешни должен охраняться и усовершенствоваться методом селекции. Для посадки садов и селекционных работ из выращиваемых на территории можно рекомендовать отличающиеся высокими показателями Ордубад-7, Андамидж-5, Котам-6, Андамидж-12, Нюс-нюс-7, Нюс-нюс-18, Дырныс-5, Кюкю-4.

### **Библиографический список**

1. Алиев Д.М. Общее плодоводство. Кировобад. АСХИ, 1974, 148 с.
2. Гасанов З.М., Алиев Д.М. Плодоводство (учебник). Баку: МБМ, 2011, 520 с.
3. Методические рекомендации по производственному сортоиспытанию косточковых плодовых культур / Сос. Косых С.А. Ялта: Государственный Никитский ботанический сад, 1984, 38 с.
4. Методы биохимического исследования растений/Под ред. А.М.Ермакова. Л.: Агропромиздат, 1987, 430 с.
5. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1976, 256 с.
6. Помология: Т. 3, Симиренко Л.П. Киев: Урожай, 1972, 442 с.
7. Раджабли А.Д. Плодовые культуры Азербайджана. Баку: Азернешр, 1966, 248 с.
8. Самигуллина, Н.С. Практикум по селекции и сортоведению плодовых и ягодных культур: Учеб. Изд. Мичуринск: Мич ГАУ, 2006, 197 с.
9. Тагиев Т.М., Мамедов А.М. Система развития плодоводства в Нахичеванской АССР // Труды Нахичеванского КЗОС, 1969, Выпуск VI, с. 131-134.

УДК 712.4: 725.512: 535.6

### **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЦВЕТОВОЙ СРЕДЫ ТЕРРИТОРИИ ОБЪЕКТА ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ**

*Довганюк Александр Иванович, заведующий кафедрой ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Довганюк Евгения Сергеевна, старший преподаватель кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Ромахина Анастасия Константиновна, магистрант ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** Работа посвящена описанию методики оценки цветовой среды объекта ландшафтной архитектуры. И реализации этой методики на примере Детской городской клинической больницы №13 им. Н.Ф. Филатова.

**Ключевые слова:** больница, цветовая среда, методика, социологический опрос, эмоциональное впечатление.

В настоящее время в Российской Федерации не разработаны нормативные документы для создания комфортной визуальной среды, в частности отсутствуют правила по работе с цветом в ландшафте при благоустройстве и озеленении объектов здравоохранения.

Тем не менее, всем известно, что цвет – это важная составляющая нашей жизни. Он проявляется в виде свойства физического объекта и несет самостоятельную психофизическую нагрузку. Применение конкретного цвета или цветовых сочетаний может вызывать в человеке определенные чувства, ассоциации и даже регулировать некоторые физиологические процессы в организме, что особенно актуально для использования цвета на объектах здравоохранения [2, 3, 4].

В данной статье представлена оригинальная методика по оценке цветовой среды и рекомендации по ее улучшению, разработанные на основе анализа территории детской городской клинической больницы №13 имени Н.Ф. Филатова (г. Москва).

Методика оценки цветовой среды состоит из следующих этапов:

1. Камеральный анализ объекта исследования;
2. Выделение видовых точек на основе анализа точек тяготения и точек пересечения основных маршрутов;
3. Фотофиксация в виде панорам в весеннее, летнее, осеннее и зимнее время года;
4. Обработка и «упрощение» панорам в графических редакторах Adobe Photoshop и CorelDRAW;
5. Анализ цветовой составляющей и расчет площади, занимаемой каждым оттенком;
6. Проведение социологического опроса по модифицированной методике Фроловой (1985) с демонстрацией каждой видовой точки в четырех сезонах года;
7. Анализ эмоционального восприятия панорам и подсчет среднего балла по каждому показателю, видовой точке и сезону;
8. Подбор цветowych пятен для включения в ландшафт в зависимости от желаемого результата.

В данном материале представлен анализ оценкой эмоциональной среды, на примере одной видовой точки и только в зимний сезон (как наиболее бедное цветовыми пятнами время года, что было выявлено нами ранее [5]) на территории Детской городской клинической больницы №13 им. Н.Ф. Филатова.

С данной видовой точки открывается вид на корпус 4 больницы, в котором расположена аптека, корпус 6 и Храм святых мучениц Татианы и Софии. В том числе в поле зрения попадают листопадная древесно-кустарниковая растительность, опоры городского освещения и киоск Монастырской выпечки. Важность анализа данной видовой точки обусловлена высокой пешеходно-транспортной нагрузкой и атмосферой психологического напряжения, создаваемой ближайшими больничными корпусами.







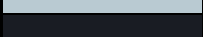
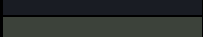
Таким образом, рассматриваемая точка имеет явно выраженную отрицательную характеристику: существующая нервная атмосфера.



**Рис. 1 Упрощенная панорама видовой точки**

*Таблица 1*

**Цветовая составляющая зимней панорамы видовой точки**

	Зима		
	Цвет	RGB	Площадь, %
1		97,97,98	27
2		149,117,113	23
3		220,227,234	18
4		176,175,176	14
5		145,142,146	12
6		185,202,210	3
7		25,28,35	2
8		60,66,58	1

Согласно данным, приведенным в таблице 1 на зимней панораме цветовой точки преобладает темно-серый (27%), а также присутствуют малиновый (23%), 4 оттенка холодного серого от светло-серого к серому (суммарно 50%), а также почти черные оттенки серого (суммарно 3%). Общая палитра темная. Контраст слабо выражен. 3.

По полученному изображению был проведен социологический опрос. Респондентам нужно было оценить эмоциональную окраску панорамы.

Анкетирование проводилось по четырехбалльной системе, где «1» - это минимальный балл, а «4» - максимальный. Таким образом, расшифровка средних баллов заключалась в следующем: при среднем балле в интервале от 1 до 2 цветовая среда производит отрицательное впечатление, от 2 до 3 – нейтральное, а от 3 до 4 – положительное [1]. Полученные результаты социологического опроса (табл. 2) характеризуют видовую точку как негативную, производящую отрицательное впечатление.

Таким образом, предлагаемая методика позволяет выявить не только цветовые характеристики среды, но и эмоциональную окраску этого объекта. Данная методика позволяет оценить и проектное решение территории.

Использование приемов ландшафтной архитектуры в т.ч. насыщение вечнозелеными растениями, использование малых архитектурных форм (МАФ), элементов дизайна и т.д. способно изменить эмоциональную окраску объекта (видовой точки).

Во время подбора цветовой палитры большое внимание уделялось успокаивающим свойствам цвета. В первую очередь рассматривались оттенки синего,

голубого и бирюзового, а также зеленый, оливковый, бежевый, коричневый, фиолетовый и розовые цвета.



**Рис. 2 Упрощенная панорама видовой точки после включения цветowych пятен**

На рисунке 2 представлена панорама видовой точки «после» включения цветowych пятен.

Данные, представленные в таблице, наглядно демонстрируют, что оценка по всем шести пунктам имеет положительную динамику, а по четырем из шести критериев цветочная среда перешла из негативной в нейтральную.

*Таблица 2*

**Сравнительные результаты социологического опроса по зимней панораме видовой точки, (средний балл)**

Общее впечатление (балл)	Стадия проектных работ		Общее впечатление (балл)
	ДО	ПОСЛЕ	
Чувство тревоги (1)	1,68	2,47	Комфорт (4)
Раздражение (1)	2,38	2,76	Умиротворение (4)
Угнетение (1)	2,01	2,41	Душевный подъем (4)
Уныние (1)	1,72	2,47	Восторг (4)
Блеклый (1)	1,75	2,47	Яркий (4)
Плохая цветочная гармония (1)	1,84	2,53	Хорошая цветочная гармония (4)

Таким образом, разработанная нами методика позволяет оценить степень влияния цветочной среды на эмоции человека, и проверить разработанные рекомендации.

**Библиографический список**

1. Бахарев, В.В. Формирование комфортной визуальной среды «умного города»: взгляд социолога, эколога и ландшафтного архитектора [Текст]/ В.В. Бахарев // Управление городом: теория и практика. – 2012. - №1(4). – С. 75-88.
2. Былинская, В.С. Визуальная среда города как проблема психического благополучия человека [Текст]/ В.С. Былинская, Т.И. Кухарчук// Социальное воспитание. – 2016. - №2(8). – С. 18-25.
3. Кудрявцева А.А. Изменение психоэмоционального эффекта участков кратковременного отдыха в течение года (сезонное изменение цветочного воздействия) на примере г. Москвы // А.А. Кудрявцева, А.И. Довганюк / Вестник ландшафтной архитектуры. Выпуск 10 / Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева. – М.: МЭСХ, 2017. – 47-54 с.

4. Папченко, Е.В. Цветовое восприятие города как культурный феномен [Текст]/ Е.В. Папченко // Общество XXI века: итоги, вызовы, перспективы. – 2014. - №3. – С. 106-109.

5. Ромахина, А.К. Эмоциональная окраска цветовой среды территории ДГКБ №13 им. Н.Ф. Филатова по результатам социологического опроса [Текст]/ А.К. Ромахина, А.И. Довганюк// Вестник ландшафтной архитектуры. – 2017. - №11. – С. 47-51.

УДК 712

## ОСОБЕННОСТИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ПРОСТРАНСТВА ТЕРРИТОРИИ МОНАСТЫРЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ПЯТИ ОБЪЕКТОВ)

*Леонова В.А., Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана*

**Ключевые слова:** монастырский сад, внутреннее пространство, озелененные территории, обители, церковная архитектура.

**Аннотация:** В статье описывается озелененное внутреннее пространство пяти провинциальных монастырей. Приводится анализ их природного расположения и площадей, особенности рельефа и тип пространственной структуры. Дается ассортимент древесной растительности внутренних озелененных территорий монастырей.

Сад является частью древнерусской культуры, которая включала не только освоение природных ландшафтов, но и создание архитектурных комплексов, вписанных в окружающее пространство. Развитие русского сада имеет многовековую историю, но особый интерес для нас представляют монастырские сады. «Сады в древнерусских представлениях были одной из самых больших ценностей вселенной» [1].

Монашеские обители на Руси появились после принятия христианства, но особенно стремительно стали возникать после XI века. А «их подвижники прославлялись за свои монашеские подвиги и равноангельное житиё. Потому что с принятием христианства на Руси в них появились молитвенники о земле русской» [2].

«Монастырские сады помещались в ограде монастыря и служили как бы образами рая»[3]. Для древнерусского человека было характерно весьма благоговейное отношение к саду и его растениям[4].

В средние века они составляли особую группу, внутри которой монастырские сады различались назначением, размерами и другими характеристиками. Основной сад, самый нарядный, с глубоко продуманной планировкой разбивался внутри монастырских стен поблизости от соборного храма. Небольшие посадки располагались у келий [5].

Сады различных типов составляли гармоничное единство с архитектурными сооружениями, прежде всего жилищами и окружающей средой в целом. Размещение садовых насаждений регулировалось известными на Руси правилами «Кормчей книги», сложившейся в Византии к XII столетию, и предшествовавшими ей документами [4].

Эстетическое восприятие ландшафта в садово-парковом искусстве может рассматриваться как промежуточное звено между эстетизированной природной средой и

садово-парковым искусством как художественным феноменом. В XVIII - XIX вв. в Европе и, в частности России, происходит обращение к природе, которая подчиняется воле человека. Богато и изысканно оформлялись царские дворцово-парковые комплексы и усадебные парки; но в монастырях все было проще, функциональнее [6].

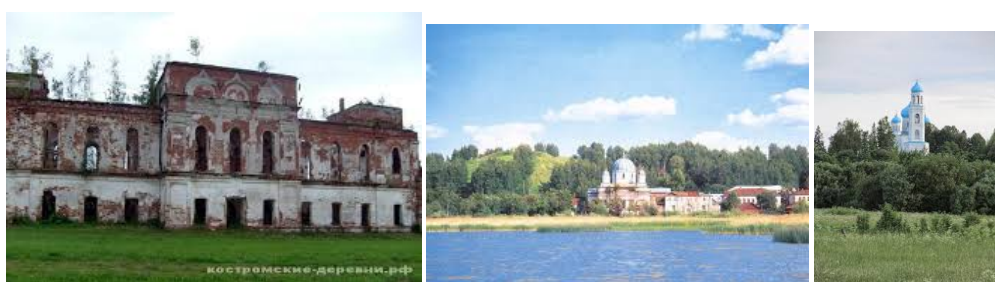
В конце XIX — начале XX вв. появляется наука о рельефе земной поверхности — геоморфология, которая, на рубеже тысячелетий, подошла к пониманию рельефа как основы исторической жизни человека, как основы экосистемы человека. Появился повышенный интерес к проблемам окружающей среды и условиям жизни людей [7]. Одним из способов жизни и освоения ландшафтов стали монашеские обители.

Расположение монастырей всегда привязано к определенным формам рельефа, наличию водной системы или к другим особенностям ландшафта, которые активно осваивались монахами. Поэтому расположение русских монастырей всегда каким-то образом сопряжено с окружающими ландшафтами. Сами монастыри представляли собой архитектурный комплекс, окруженный каменной стеной. Соподчиненной частью внутреннего пространства монастырей были озелененные территории, которые играли различную роль в зависимости от духовной значимости монастыря и его финансового положения. Озелененные территории всегда являлись фоном восприятия церковной архитектуры.

Русские монастыри стали центрами духовной жизни, которые поражали людей природной красотой естественных ландшафтов и гармонией архитектурных пропорций, созданных человеком.

С 2006 по 2016 годы наша кафедра работала со старинными провинциальными монастырями. За это время нами детально изучено 5 обителей, одна часть которых сохранилась, а другая находится в плачевном состоянии или потихоньку восстанавливается.

Объектами нашего исследования стали: 3 монастыря в Костромской области (рис.1), 1 - в Саратовской и 1 - в Воронежской областях. Таким образом, из пяти объектов три расположены в лесной, а два – в лесостепной зоне нашей страны (рис.2).



**Рис.1. монастырь Умиление, Староторжский в Галиче и Авраамиев в Чухломе**

Объект №1 - Авраамиев Заозерный женский монастырь Умиление находится на северном берегу Галичского озера в 20 км от г. Галич. Монастырь возник во второй половине XIV века и просуществовал до 1762 года. Церковная архитектура создана в традициях XVII века с элементами эклектики. Здания и сооружения сохранились все, за исключением каменной огады. Церковь Успения Божьей матери разрушена, церковь Петра и Павла восстановлена, монастырь действующий.



Монастырь Умиление располагается на вершине холма, его территория имеет перепад высот 5 м и уклон 3-4 градуса. С южной стороны вершина холма имеет склон около 12 град и с него открывается вид на Галичское озеро, внутренняя территория составляет 2,1 га. В качестве ограды в настоящее время выступает стена елового леса.

На территории произрастает 92 дерева и 64 кустарника. Ассортимент деревьев представлен 9-ю видами: береза, ива ломкая, рябина, ель, сосна, груша, вишня, слива. Все деревья встречаются в виде небольших простых групп или солитеров. Группы - простые одноярусные, реже 2-ярусные (дерево и куст) и только около здания бывшей школы встречаются группы 3-х ярусные: дерево, высокий и средний кустарник.

Кустарники представлены 7-ю видами: спирея, смородина, сирень, чубушник, шиповник, лещина, бузина, которые произрастают в виде живых изгородей (около бывшей школы), небольших простых групп и одиночных растений.

Объект №2 - Николаевский Староторжский монастырь г. Галич, располагается на месте старого торжища и обращен своим фасадом к акватории озера. Первоначально монастырь был вписан в прибрежные ландшафты Галичского озера и горы Балчуг. Троицкий собор – самый большой в Костромском крае, построен в середине XIX века в стиле позднего классицизма. Архитектурный ансамбль практически полностью сохранился. Площадь объекта – 1, 5 га. Монастырь не действует, но идет реставрация Троицкого собора.

На территории монастыря произрастает 9 деревьев (8 экземпляров клена ясенелистного и 1 береза) и 15 кустарников: сирень, бузина, спирея. Вся древесная растительность представлена солитерами и малыми группами.

Объект №3 - Чухломский Авраамиев-Городецкий монастырь построен в XIV веке – один из наиболее значительных комплексов храмового зодчества Костромской области. Он расположен на вершине холма и южной границей упирается в Чухломское озеро. Монастырь действующий.

Отличается сохранностью объемно-планировочной структуры и разнообразием входящих в него построек. Особую ценность представляют 2 каменных храма, несущие в себе характерные особенности костромской архитектурной школы 1-й половины XVII века и нетрадиционная надвратная колокольня, построенная в 1860-1870 годах.

Внутри монастырской ограды – территория занимает площадь 1,9 га. На ней произрастает 67 деревьев 78 кустарников. Ассортимент деревьев представлен: липой, яблоней, елью, кленом, вязом, березой. Кустарники: дерен, кизильник, смородина черная, сирень, можжевельник казацкий и роза гибридная, произрастающие в единичных экземплярах.

Самая большая группа лип находится на территории захоронений, далее идет плодовый сад, небольшая однорядная посадка из ели колючей и небольшие группы деревьев и солитеров. Кустарники встречаются в небольших живых изгородях и группах во входной и центральной частях.

Объект №4 - Иргизский Воскресенский мужской монастырь построен в 1762 году после приказа Екатерины II, разрешающей селиться старообрядцам на левобережье Волги. Он стал центром старообрядчества России. В дальнейшем основная роль монастыря состояла в том, что в 1829 году под влиянием власти он принял Единоверие (рис.2). Монастырь действующий.



**Рис.2. Иргизский и Костомаровский монастыри**

Архитектура вначале была деревянная, потом ее заменили на каменную. Она была простая, но поражала стройностью, после революции была разрушена, в настоящее время частично восстановлена.

Монастырь располагается на двух прибрежных террасах с перепадом высот от 3 до 5 м. Верхняя терраса окружена кирпичным забором и зарослями клена ясенелистного. Внутреннее пространство – открытое, представлено ровной площадкой, и подчинено зданию сохранившихся келий и новым архитектурным сооружениям.

Внутри ограды пространство занимает площадь 3,5 га. На территории произрастает 820 деревьев и 156 кустарников. Ассортимент деревьев представлен 8 видами: клен ясенелистный, вяз мелколистный, робиния лжеакация, тополь бальзамический, ель колючая, туя западная, ива белая и козья.

Ассортимент кустарников включает 7 видов: сирень, спирею, дерен, шиповник, можжевельник, иву кустарниковую.

Объект № 5 - Спасский женский монастырь в с. Костомарово. Первое упоминание о Костомаровских пещерах относится к концу XVIII - началу XIX веков. На территории монастыря было вырыто в меловом холме 6 пещер. Аналогичные монастыри возникают в Дивногорье и в Белогорье, но Костомаровский – просуществовал до 1937 года. Монастырь действующий.

Территория монастыря располагается в балке, в которой перепад высот составляет 48м. Площадь объекта - 26,6 га, из них травостой на склонах занимает 20, 8 га (72%). Внутренняя территория, включающая застройку, дорожки и площадки, гидросооружение и озеленение составляет 3,1 га. Озелененные территории включают плодовый сад, декоративные и защитные насаждения и занимают всего 1,6 га или 6% территории монастыря. Озеленение проходит по двум сторонам дороги, идущей по дну балки длиной в 1,5 км. На территории посажено 511 деревьев и 197 кустарников.

Ассортимент деревьев представлен 19 видами: основные - сосна, яблоня, ель, береза, вяз, робиния лжеакация, туя и слива. На долю хвойных деревьев приходится – половина растений. Кустарники представлены 9 видами, из которых 95% составляют ирга канадская и бирючина обыкновенная.

#### Выводы:

1. Организация внутреннего пространства зависит от месторасположения монастыря в окружающем ландшафте и площади объекта. По расположению монастырей в ландшафте у нас встречается 4 варианты: в городе (1 монастырь – в Галиче); в окружении леса и воды (2 монастыря – Умиление и Авраамиев); на дне балки (1 монастырь – в Костомарово) и на берегу реки (1 монастырь – Иргизский).

Внутренние территории объектов по площади можно разделить на 2 группы: площадью от 1,6 до 2,1 га (Умиление Галич, Чухлома) и площадью от 3,1 до 3,8 га (Костомарово и Иргиз).

2. По организации центральной части монастыря встречаются 2 основных типа пространственной структуры - это *открытый тип* пространственной структуры - 3 монастыря (Умиление, Иргиз, Костомарово) и *полуоткрытый* тип – 2 монастыря (Чухлома и Галич). Оба типа пространственной структуры складывается из существующих зданий и сооружений и древесной растительности.

3. Озелененные территории исследуемых объектов *открытого типа* делятся на две подгруппы: а) Умиление и Иргизский монастыри, озеленение которых составляют одиночные или небольшие группы деревьев и кустарников; б) монастырь в Костомарово, внутреннее пространство которого определяют холмы балки редкие солитеры, рядовые и групповые посадки деревьев и кустарников при значительной общей площади (26 га).

4. Озелененные территории двух объектов *полуоткрытого типа* пространственной структуры также делятся на две подгруппы 2:

а) Авраамиев монастырь - внутренне пространство имеет рядовые посадки, малые группы и солитеры из деревьев и кустарников; б) озеленение Староторжского монастыря составляют малые группы и солитеры из деревьев и кустарников при очень маленькой площади озеленения внутреннего пространства. Основной фон озеленения составляют деревья и кустарники, произрастающие по прилегающим к монастырю городским улицам.

### Библиографический список

1. Жак Делиль. Сады. Л.: Наука, 1987, - 232 с.
2. Архимандрит Макарий (Веретенников). Райский сад и его насаждения. Альманах «Альфа и омега», № 61, 2011
3. Лихачёв Д. С. Сад и культура России. Альманах «День за днем» Русское искусство от древности до авангарда. М., 1992. – 301с.
4. Черный В. Садовое искусство Древней Руси. Искусство. Газета Издательского дома «Первое сентября». № 13 (301), 1 – 15 июля 2004. С. 4. – 5
5. Черный В.Д. Русские средневековые сады: опыт классификации. М.: Языки славянской культуры.- 2010, 208 с.
6. Медведева А.А. Русские монастырские сады: вопросы ландшафтной организации. Автореф. Дисерт. канд. арх-ры, СПб., 2002., 24с.
7. Маркарян Д.А. Ландшафты как эстетическая основа объектов Православной церкви. Автореф. Диссер. канд.геогр.н., Краснодар., 2010., 21с.

## ПАРК УСАДЬБЫ ОСТАНКИНО

**Березкина Ирина Валентиновна**, доцент кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева

**Аннотация:** В статье приведены исторические факты возникновения и развития усадьбы Останкино. В хронологической последовательности указаны её владельцы и их вклад в формирование усадебного комплекса. Представлены планы – схемы Увеселительного и Прибавочного садов в момент их возникновения и на современном этапе. Описано нынешнее состояние Прибавочного сада на основе его посещения.

**Ключевые слова:** усадьба, регулярная планировка, пейзажная планировка, «пантеон искусств», дворец-театр Останкино, Увеселительный сад, Прибавочный сад.

Останкино в переводе со старорусского останье – это окраина, околица. Первое упоминание об этом месте можно найти в межевой книге по Московскому уезду за 1558 год – «деревня Осташково» названа «поместьем» служилого человека Алексея Сатин, который приходился родственником видному государственному деятелю времён Ивана Грозного Алексею Фёдоровичу Адашеву.

Однако благоустройство усадьбы начинается в 1584 г, когда её хозяином стал боярин Василий Щелканов. В это время был возведен господский дом, заложена деревянная церковь во имя Живоначальной Троицы, построены дома священнослужителей и «деловых людей», вырыт пруд, посажена роца. К сожалению все эти здания были уничтожены в Смутное время.

В 1601г Останкино было пожаловано приехавшему в Москву и принявшему православие князю Ивану Черкасскому, потомку кабардинского владетеля Инала. Вотчиной этого рода Останкино оставалось на протяжении 120 лет.

Иван Черкасский восстановил усадьбу и Троицкую церковь. Его племянник, унаследовавший земли, Яков Черкасский, обустроил здесь охотничьи угодья, а его сын, Михаил Яковлевич, в 1678 г. велел заменить деревянную церковь на новую кирпичную, которая сохранилась до наших дней и является значимым памятником московского церковного зодчества конца XVII века. Строительство храма осуществлялось по проекту крепостного архитектора Павла Сидоровича Потехина на протяжении 6 лет с 1678 по 1683 гг. [2].

Последним владельцем усадьбы Останкино из рода Черкасских стал Алексей Михайлович – русский государственный деятель, губернатор Сибири при Петре I, а позднее - канцлер Российской империи. В этот период усадьба, имевшая до сих пор хозяйственное значение, постепенно превращается в летнюю парадную резиденцию с регулярным садом и оранжереями. По сведениям Чепуриной (1976) в состав регулярного сада входили липовые аллеи, посадки дуба, клёна, кедровая роца и цветники. В плодовых садах выращивали груши, яблони, вишню, чёрную и красную

смородину, малину, крыжовник; в парниках – арбузы и дыни, а в оранжереях – заморские фрукты. Здесь уже тогда проводили охотничьи и другие увеселения, давались балы, концерты и «машкерады», посещение которых почиталось среди московской знати большой честью.

В 1743г Варвара, дочь Алексея Михайловича Черкасского, выходит замуж за графа Петра Борисовича Шереметьева, и Останкинская усадьба в качестве приданого переходит в род Шереметьевых. Однако Пётр Шереметьев жил в своей любимой усадьбе Кусково и Останкинской усадьбе не уделял должного внимания. Поэтому, несмотря на то, что усадебный ансамбль Останкино складывался на протяжении почти 400 лет, окончательно он сформировался при графе Николае Петровиче Шереметьеве на рубеже XVIII – XIX вв.

Николай Петрович Шереметьев сосредоточил в своих руках огромное состояние, он был прекрасно образован, много путешествовал, имел связи с передовыми людьми западного и русского искусства. Его не прельщала ни военная, ни чиновничья карьера, но зато он увлекался музыкой, театром, изобразительными искусствами. Ориентируясь на новые идеалы гражданственности и просвещения эпохи Просветительства, Николай Петрович задумал создать в Останкино новый дворец – «пантеон искусств», в котором бы объединились театр, музей, библиотека, научные кабинеты, картинная галерея и жилые помещения. Грандиозный замысел, к которому он привлёк лучшие художественные силы страны, вполне соответствовал духу того времени [2].

Строительство нового дворца – театра по проекту архитекторов Франческо Кампорези, Винченцо Бренна и Ивана Старова началось в 1792г и закончилось в 1799г. Его реализацией и окончательной отделкой занимались крепостные зодчие графа – Павел Аргунов, Алексей Миронов и Григорий Дикушин. А сам Николай Петрович принимал непосредственное и очень активное участие в ходе всех работ.

Появление нового дворца повлекло расширение и перепланировку усадебного парка, который окончательно сложился на рубеже XVIII—XIX веков и состоял из Увеселительного (регулярного) и Прибавочного (пейзажного) садов.

Территория Увеселительного сада, созданного в 1793 – 1795гг, была разбита по проекту А.Ф.Миронова. По замыслу автора Увеселительный сад должен был стать композиционным продолжением дворца для кулуарных прогулок в антрактах. Сад включал обширный полуовальный партер с цветниками, который окаймляла крытая аллея – берсо, треугольные боскеты, обсаженные липой, для выращивания «кухонной зелени» и двух участков с пейзажной планировкой, примыкающих к восточному и западному флигелям дворца. Причём к западному флигелю примыкала кедровая роща, заложенная ещё Василием Щелкановым в XVI в.

Планировка территории Увеселительного сада производит впечатление строгой регулярности, не смотря на пейзажные участки, распланированные очень живописно. Как и во многих усадьбах того времени регулярная планировка территории стала отходить в прошлое, давая место свободной пейзажной планировке [1].

Главными паркообразующими породами этого периода были липа, клён, берёза и ель. Экзотических растений в конце XVIII века было мало. Однако в Останкино имела кедровая роща, и не просто роща, а здесь был питомник по выращиванию кедров.

В своём проекте А.Ф.Миронов, отдавая дань новомодным увлечениям пейзажным стилем, всё же не решается полностью отказаться от привычной регулярности старого парка и сохраняет его аллеи, цветники и шпалеры. Скорее всего, именно это явилось причиной неудовлетворённости графа Н.П.Шереметьева планом А.Ф.Миронова и передачей проекта для переделки П.И. Аргунову, который также являлся крепостным зодчем графа.

Проект П.И. Аргунова оказался более современным за счёт введения большего количества пейзажных картин и был принят к исполнению в 1795г.

Аргунов П.И. внёс романтическую нотку в облик парка, разместив в нём 2 беседки. В целях разнообразия равнинного ландшафта была применена геопластика – устроили насыпную горку Парнас, на вершине которой установили руину – беседку Миловзор. В результате это место оказалось одной из лучших видовых точек парка.

Вторая беседка – храм – находилась на продолжении оси одной из аллей парка.

Ещё одной достопримечательностью Увеселительного парка явились беломраморные бюсты-гермы и вазы, установленные на фоне аллеи – берсо.

В оранжереях Останкинского сада Н.П. Шереметьев собрал уникальную коллекцию растений, опись которой содержала 6000 наименований.

Сегодня Увеселительный сад занимает около 11 га, на которых растут примерно 150 старинных деревьев – дубы, липы, вязы, которым уже почти 200 лет.

К Увеселительному саду по мере приобретения присоединялись земли в северном направлении до речки Каменки. Эта часть парка называлась Прибавочным садом, она занимала сотни гектаров и была разбита в строгом соответствии с пейзажными английскими садами. По территории этого сада была проложена сложная сеть дорожек для дальних прогулок мимо искусственного пруда, через лес к каскаду прудов, устроенных вдоль русла речки Каменки. Структура рельефа здесь давала возможность использовать динамические и статические художественные качества воды [3].

Общее «смотрение» за парком останкинской усадьбы осуществляет А. Агапов.

Во второй половине XIX в. экономические нужды заставляют Шереметьевых рассматривать своё имение не только как уникальный музей, но и как источник дохода – в оранжереях стали выращивать цветы и овощи на продажу, огороды – сдавать в аренду, территории усадьбы – застраиваться дачами. Прибавочный сад постепенно становится местом прогулок горожан.

После революции, 1918г. Останкинская усадьба становится Государственным музеем творчества крепостных и вскоре после этого открывает двери массам посетителей.

В 1932 году на территории бывшего парка графов Шереметевых был организован Парк культуры и отдыха имени Феликса Дзержинского. Однако в 1991 году ПКЮ было возвращено историческое название — парк Останкино.

Территория Останкинской усадьбы занимала площадь около 110 га. Сегодня на этой территории размещены **парк Останкино, Всесоюзная сельскохозяйственная выставка** (позже ВДНХ) и **Главный ботанический сад АН СССР**.

С 2010г. в Останкинской усадьбе велись реставрационные работы. На реставрацию дворца и парка из бюджета города было выделено 2.5 миллиарда рублей.

Моё посещение парка оставило очень приятное впечатление (рисунок 1). К сожалению, территория Увеселительного сада закрыта, и я гуляла по Прибавочному саду.

Вход в парк, который расположен со стороны Останкинского пруда, прекрасно оформлен и весной, и летом. Весной здесь шикарно цветёт море тюльпанов, а летом бегония в совместной посадке с цинерарией, кохией и т.д.

На территории парка от входа начинается экспланада, обсаженная с одной стороны липами, с другой стороны елями и с партерным цветником посередине.



**Рис.1. Музей – усадьба Останкино**

Экспланада ведёт к памятнику воинам – добровольцам 13-ой и 6-ой дивизий народного ополчения оборонявших Москву.

Далее открытая залитая солнцем экспланада переходит в полуоткрытое затенённое пространство, через которое виднеется пруд. А если обернуться назад, то через стволы деревьев видны манящие своей красочностью партерные цветники.

Достаточно быстро я вышла к водоёму, где есть лодочная станция и можно покататься на лодке. А летом на воде устраивают сцену для вечерних представлений, и всё вокруг утопает в море огней и света.

Далее по ходу движения на возвышении расположен ажурный нежный бельведер, где можно отдохнуть. И недалеко от него манеж, где учат и взрослых, и детей верховой езде.

Следует сказать, что в плане благоустройства, развлечений и озеленения парк Останкино превзошёл все ожидания.

Во-первых, никаких претензий к мощению. Во-вторых, великолепные туалеты, даже с музыкой. В-третьих, по территории установлены пункты вызова полиции и аудиогиды. В-четвёртых, с голоду умереть не получится – есть передвижные и стационарные кафе и рестораны. В-пятых много оборудованных детских площадок и мест для отдыха. В-шестых, газоны пострижены, цветники прополоты, дорожки чистые.

Примерно в зоне бельведера территория Останкинского парка заканчивается, и начинаетсяВДНХ.

Вывод. Парк усадьбы Останкино и сама усадьба являются уникальным памятником русской культуры, в котором ярко проявился синтез архитектуры, ландшафтного искусства, живописи, скульптуры, театра и науки.

### Библиографический список

1. Березкина И.В. Усадьба Влахернское-Кузьминки / И.В.Березкина // Вестник ландшафтной архитектуры.- № 10. – 2017. – С.3 -7.
2. Грицак Е. Кусково и Останкино. – Вече, 2004. – 256 с.
3. Ханбабаева О.Е. Значение воды в ландшафтном строительстве и улучшении микроклимата территории / О.Е. Ханбабаева // Вестник ландшафтной архитектуры.- № 3.– 2014. – С.109 – 111.

УДК 711.581:712.00

### АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ ПРИЕМОВ БЛАГОУСТРОЙСТВА В ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ ГОРОДА

*Пирогова Кристина Ивановна, старший преподаватель кафедры ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация:** Проанализированы приемы реконструкции благоустройства территории жилой застройки разных лет в г. Фрязино Московской области на примере студенческих проектных работ. Выявлены общие пути решения проблем территорий, тенденции и направления в проектировании.

**Ключевые слова:** реконструкция, благоустройство, микрорайон, жилая застройка, дворовая территория, проектирование.

Рядом с любым многоквартирным домом располагается дворовая территория, **которая подразумевает под собой** придомовое пространство, прилегающее к жилому зданию, ограниченное по периметру строениями, сооружениями или ограждениями. Дворовая территория находится в общем пользовании всех лиц, проживающих в доме, а также отражает статус и комфортность жилища человека, поскольку является его логическим продолжением.

Формально на территории двора должны располагаться все необходимые элементы благоустройства, в которых заинтересованы лица, проживающие в здании, к которому прилегает данная дворовая территория. К таким элементам относятся проезды для индивидуального и специализированного автотранспорта, места парковки легкового автотранспорта, площадка для хранения и погрузки мусора, детская игровая площадка, опоры утилитарного и архитектурного освещения, малые архитектурные формы, элементы озеленения и цветочного оформления, элементы организации рельефа, площадки для выгула собак и многое другое. При этом благоустройство каждого фрагмента дворовой территории должно не только отвечать определенной функции, но и обеспечивать ее выразительность [1].

Для размещения вышеперечисленных элементов требуются определенные площади. Однако разместить все эти теоретически необходимые элементы на ограниченной территории многих городских дворов не представляется возможным. Трансформация дворовых территорий, как возрастная, так и функциональная, изменила характер их использования. Этот процесс связан с



неизбежным эволюционным развитием человеческого общества. На данный момент можно выявить ряд причин, которые обуславливают удрученное состояние дворовых территорий:

1. Увеличение объемов жилищного фонда;
2. Уплотнение застройки;
3. Однообразие архитектурного облика зданий за счет типовой застройки;
4. Устаревшие нормативно-правовые документы;
5. Рост автомобильного парка горожан.

Острота проблемы реконструкции дворовых территорий связана еще и с тем, что население города увеличивается, а приток иногороднего населения не снижается. Но, вместе с этим, увеличивается категория людей нетрудоспособного возраста, которые особенно остро нуждаются в благоустроенных и доступных рекреационных пространствах.

Актуальность проблемы реконструкции дворовых территорий объясняется еще и тем, что на данный момент большая часть дворовых территорий не отвечает тому необходимому набору элементов, которые несут в себе функциональное значение и обеспечивают выразительность. Наблюдается отсутствие архитектурно-пространственной выразительности, продуманной системы благоустройства, острый дефицит парковочных мест и автомобильных стоянок, а также социально-психологического и экологического комфорта. На основании этого возникает необходимость поиска и разработки приемов реконструкции и совершенствования дворовых пространств, пересмотра и модернизации существующей системы благоустройства дворовых территорий.

Фрязино — город (с 1951) в Московской области России. Население — 59793 чел. (2016). Город расположен в 20 км к северо-востоку от Москвы на Фряновском шоссе. Фрязино - наукоград Центр российской (советской) СВЧ электроники [2].

Во Фрязино жилищный фонд характеризуется разнообразием застройки, появившейся в различные периоды градостроительной деятельности. Данные типы характеризуются однородной застройкой, сформировавшейся в рамках одной эпохи освоения, схожей плановой композицией дворов, социальной и функциональной временной насыщенностью.

1. Кварталы «сталинских» домов эпохи конца 1940-х- 1950-х годов. Поскольку в таких домах поселялась элита советской эпохи середины XX в., то благоустройство дворовых территорий лишь частично зависело от жильцов. В основном это была заслуга государственных жилищно-эксплуатационных контор. Озеленение дворовых территорий проводилось по лучшему образцу, в связи с чем был расширен видовой состав древесных насаждений, а именно: появляются различные представители рода ясеней, высаживаются вязы, липа, рябина, представители ивовых. Вместе с тем во дворах продолжают высаживать плодовые деревья, такие как груша, яблоня, боярышник. Первоначальный облик таких дворовых пространств был сильно трансформирован, с годами внутреннее пространство кварталов «забивалось» новой застройкой, как жилой, так и «социальной», а в последние годы настоящим бичом таких дворов стали гаражи и стоянки для автомобилей [3].

2. Кварталы «хрущевок» имели типовые проекты массового оформления дворов: проезды вдоль подъездов замыкались на полукруг с обеих сторон двора, ограничивая овал внутреннего пространства, на котором располагалась асфальтовая

площадка для сушки белья. На полосе между проездами и стенами фасадной части дома создавался газон, защищенный деревянным низеньким штакетником и засаженный кустарниками, преимущественно сиренью и шиповником, а также деревьями – на этом обязательный набор проектируемых элементов заканчивался. Оставшееся пространство овала чаще всего озеленялось силами жителей – в ту эпоху самыми массовыми породами для посадки были ясень, тополь, береза, рябина, черемух, ива. Здесь же могла располагаться и небольшая детская площадка, отведенная для самых маленьких, нуждающихся в песочнице и небольших качелях.

3. Застройка 70-х 80-х годов характеризуется 9-12 этажными панельными домами. Проблемы таких микрорайонов - это стихийная парковка внутри двора, отсутствие четкого функционального зонирования, отсутствие площадок различного назначения, разрозненное озеленение, стихийное озеленение придомовых палисадников.

4. Застройка 90-х годов это панельные дома и дома с кирпичной облицовкой. Дворовые пространства при этом организуются внутри застройки, которая располагается по периметру. Имеются хоккейная коробка, в отдельных дворах детский сад. Значительная часть зеленых насаждений представлена остатками плодовых садов, также высажены группы и живые изгороди.

5. Новейшая застройка 2000-х годов представлена различными типами в основном монолитных домов, как малоэтажными, так и многоэтажными. Благоустройство простейшее это парковки, проезды и детские площадки, насаждения весьма ограничены.

В течение нескольких лет, начиная с 2014 года студенты разрабатывали проекты реконструкции благоустройства и озеленения существующей жилой застройки города Фрязино, стараясь спроектировать комфортную среду для жителей в XXI веке в соответствии с современными нормами и требованиями.

На основе проведенного анализа более десяти студенческих работ, можно выявить общие тенденции в проектах, решающие как функциональные, так и эстетические проблемы территорий:

1. Разработка четкого функционального зонирования территории, проектирование различных зон и насыщение их разнообразными элементами.

2. Увеличение числа парковочных мест для автомобилей жителей.

3. Увеличение и усовершенствование детских площадок для разных возрастных групп детей и подростков.

4. Реконструкция и благоустройство спортивного ядра (проектирование площадок для воркаута, скейт-площадок, многофункциональных спортивных зон и т.п.).

5. Проектирование площадок отдыха и времяпровождения для различных возрастных групп взрослого населения.

6. Насыщение дворовых пространств интересными и креативными элементами, зачастую разработанными по индивидуальным проектам.

7. Масштабный подход к проектам благоустройства дворовых территорий, присутствию тенденций «парковости» (наличие общей концепции и идеи территории, ее поддержание и отражение в частях и элементах, общая целостность и гармоничность восприятия композиции).

8. Периодическое присутствие в проектах элементов эклектики.

### Библиографический список

1. Воскресенская, А.И. Комплексное благоустройство дворовых территорий городской жилой застройки (на примере города Москвы): Дис. канд. арх. наук: 18.00.04/ А.И. Воскресенская. — Москва, 2008. — 131 с.
2. История Фрязино. [Электронный ресурс] / Электр. дан. - Режим доступа: <http://www.fryazino.org/town/5history>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Панова Л.И. Анализы благоустройства и озеленения территорий жилой застройки 50-60-х годов/ Л.И.Панова // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки- развитию регионов Сибири.- 2009.-Т.2.- С. 195-198
4. Пирогова, К.И. Современные проблемы благоустройства и озеленения жилой застройки / Вестник ландшафтной архитектуры. Материалы Международной научно-практической интернет-конференции, посвященной 75-летию со дня смерти В.Р. Вильямса / Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева. – М.: МЭСХ, 2014. - 91-95 с.
5. Бычкова, В.А. Современная концепция новых районов мегаполиса // В.А. Бычкова, К.И. Пирогова / Вестник ландшафтной архитектуры. Материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции, посвященной 10-летию кафедры ландшафтной архитектуры РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева. – М.: «Сам Полиграфист», 2014. - 19-26 с.

УДК 712.00:712.4:625.77(470-25)

### ЛАНДШАФТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВЫХ ЦЕНТРОВ (НА ПРИМЕРЕ МОСКВЫ)

**Скабелкина Ольга Александровна**, ассистент кафедры ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В статье представлен анализ информативности визуальных полей фасадов торговых и деловых центров в городе Москве. Предложены варианты нивелирования негативного эффекта, производимого гомогенными и агрессивными видимыми полями, создаваемыми современными формообразующими объектами.

**Ключевые слова:** урбанизм, визуальная среда, информативность среды, гомогенность среды, агрессивность среды, мегаполис, видеоэкология.

Человечество значительно изменяет среду обитания в процессе своего развития. Меняется структура окружающего пространства, его цветовая гамма и принципы организации. С каждым годом эти изменения становятся все более значительными и серьезными. Растут города, появляются новые крупные элементы среды. В мегаполисах активно ведется строительство жилых районов, общественных и деловых центров, объектов оптовой и розничной торговли. Архитекторы возводят здания и сооружения с

использованием новых современных строительных материалов, которые все меньше и меньше напоминают природные.

Все чаще окружающее человека городское пространство представляет собой среду с господствующим преобладанием серых стандартных домов, дымовых труб, небоскребов и автотранспорта вкупе с загрязненным воздухом и резким шумом, что не соответствует необходимым всему живому исторически сложившимся сенсорным воздействиям. Уменьшается количество крупных естественных территорий, занятых лугами и лесами. Их вытесняет плотная застройка, разбавленная современными рекреационными территориями - небольшими скверами между транспортными магистралями и зелеными зонами в жилой застройке, - что лишь незначительно повышает уровень комфортности городской среды. С помощью внедрения в массы стекла и бетона небольших зеленых участков невозможно решить важнейшие задачи увеличения количества зеленых насаждений и их организации в урбанизированной среде. В условиях настоящей структуры крупных городов особенно важно учитывать естественные физиологические потребности человека при проектировании формообразующих элементов и территорий для жизни.

Одним из важнейших органов чувств человека является глаз. Именно зрение обеспечивает до 80% получаемой информации. Поэтому необходимо обратить внимание на визуальную среду города - комплекс зданий и сооружений, рекреационных и транспортных объектов в структуре города и многих других объектов. Все то, что окружает человека на протяжении жизни.

Урбанизация городской среды оказывает в настоящее время сильное влияние на работу рецепторной системы человека. В первую очередь это сказывается на зрительной системе городского жителя. За исторически короткое время урбанизации механизм зрительного восприятия не может приспособиться к новой окружающей среде. В условиях формирования большого количества урбанизированных пространств увеличивается число повреждений зрительного аппарата из-за плохой адаптации к новым условиям. Неинформативная городская визуальная среда ведет к перенапряжению зрения. У людей, проживающих в условиях мегаполиса, близорукость встречается в 1,5-2 раза чаще, чем у людей из сельских регионов.

В. А. Филиным в конце XX века была предложена теория автоматии саккад, лежащая в основе механизма зрения и фокусировки на объектах. Саккада представляет собой произвольное быстрое перемещение взгляда в определенном ритме, два и более в секунду. Благодаря тому, что движения осуществляются без внешних побудительных причин и основаны на функционировании нейронной системы, принято говорить об автоматии саккад (Филин, 1987, 1995, 1997, 2006, Городков, Салтанова, 2013).

В настоящее время с каждым днем растет число визуальных раздражителей городской среды, которые приводят к «городскому стрессу», представляющему собой переживание отрицательных, дискомфортных ощущений физиологического и психоэмоционального характера. Ряд исследователей отмечают такие виды загрязнений визуальной среды, как многоэтажное типовое строительство, наличие значительных по площади однотонных поверхностей (зеркальных - на торговых и деловых центрах, безликих, серых и однообразных - в жилых микрорайонах),

агрессивная реклама (Макаров, 2010, Городков, Салтанова, 2013). Исчезновение информативной составляющей окружающей среды, создание противоестественных визуальных полей может вызвать нарушения в процессе движения глаз.

Такие нарушения могут привести к заболеваниям нервной системы, повышенной утомляемости, головным болям, нарушениям зрительного восприятия. К нарушениям в психофизиологическом состоянии горожан могут привести гомогенные и агрессивные визуальные среды в мегаполисе. Гомогенная визуальная среда определяется как среда, в которой число видимых элементов резко снижено, либо они отсутствуют совсем. В то же время агрессивное визуальное поле связано с наличием в окружающей среде одновременно большого числа одинаковых элементов (Филин, 1987, 1995, 1997, 2006, Городков, Салтанова, 2013). Таким образом, визуальная среда представляет собой один из важных экологических факторов, который необходимо учитывать при проектировании объектов архитектуры.

На протяжении нескольких лет нами были исследованы визуальные характеристики ряда объектов на территории г. Москвы (Скабелкина, Довганюк 2015; Скабелкина, 2016). Для анализа были выбраны формообразующие элементы визуальной среды - крупные торговые и деловые центры, расположенные преимущественно в центральном округе города. Натурные исследования визуальных полей были проведены у объектов: ММДЦ «Москва-сити», башня «2000» (м. Выставочная, м. Деловой центр), башня «Северная» (м. Выставочная, м. Деловой центр), «Метрополис» (м. Войковская), «Легенда цветного» (м. Трубная, м. Цветной бульвар), «Белая площадь» (м. Белорусская), «Аквамарин» (м. Новокузнецкая, м. Третьяковская), «Норд Стар» (м. Беговая), «Монарх-центр» (м. Динамо), «Афи Молл Сити» (м. Выставочная, м. Деловой центр), «Европейский» (м. Киевская), «ГУМ» (м. Охотный ряд, м. Площадь Революции), «ЦУМ» (м. Театральная), «Ашан» (Алтуфьевское шоссе), «Метро» (Дмитровское шоссе), «Леруа Мерлен» (Ленинградское шоссе), «Оби» (Ленинградское шоссе), «Икея» (Ленинградское шоссе). Выбранные деловые и торговые центры являются не только многоэтажными офисными и торговыми комплексами, но и точками проходимости и посещаемости большого числа городских жителей. В корпусах деловых и торговых центров и на прилегающих к ним территориях располагаются разного рода торговые помещения, точки питания, туристические агентства, аптеки, банки и терминалы, а также досуговые и фитнес-центры. Все указанные комплексы находятся в непосредственной близости к крупным транспортным магистралям города.

Сущность метода оценки агрессивности визуального поля заключается в том, что на первом этапе работы с выбранных видовых точек совершается фотофиксация исследуемого объекта. Для выбора видовых точек исследуется активность и маршруты следования пешеходов на территории, прилегающей к объекту исследований, и определяются места наибольшего скопления горожан. Это могут быть остановки общественного транспорта, входы и выходы из метро, точки питания, рекреационные зоны.

Наблюдения проводились:

- в утреннее время (8:40 – 9:00) – время начала работы большинства офисов и торговых точек, находящихся в составе деловых и торговых комплексов и объектов инфраструктуры;

- во время обеденного перерыва (12:00 – 13:00);
- в вечернее время (18:00 – 18:20) – время окончания офисной работы.

Далее, после нанесения маршрутов на план территорий комплексов, с выбранных видовых опорных точек была проведена фотофиксация объектов исследования. На плоскость изображенного на фотографии объекта была наложена сетка и определялся коэффициент агрессивности, зависящий от общего количества ячеек сетки и от числа ячеек, в которых присутствует более двух одинаковых видимых элементов.

Как видно из представленной ниже таблицы, из исследования можно сделать вывод, что визуальные поля фасадов исследуемых торговых и деловых центров являются преимущественно агрессивными и наносят разной степени вред психофизическому состоянию городского жителя.

Таблица

**Сводные показатели степени агрессивности видимых полей  
изучаемых торговых и деловых центров**

№ п/п	Объект	Кагр.средн.
1	БЦ «Белая площадь»	0,44
2	БЦ «Легенда Цветного»	0,32
3	БЦ «Метрополис»	0,51
4	БЦ «Башня Северная»	0,45
5	БЦ «Башня 2000»	0,86
6	ММДЦ «Москва-Сити»	0,51
7	БЦ «Аквармарин»	0,88
8	БЦ «Норд Стар»	0,30
9	БЦ «Монарх-центр»	0,40
10	«Афи Молл Сити»	0,29
11	«Европейский»	0,40
12	«ГУМ»	0,18
13	«ЦУМ»	0,15
14	«Ашан»	0,10
15	«Метро»	0,10
16	«Леруа Мерлен»	0,10
17	«Оби»	0,10
18	«Икея»	0,10

Для создания комфортного окружающего пространства изученных объектов необходимо уходить от эффекта монотонности или перенасыщенности одинаковыми элементами, что следует так же делать в пределах норм зрительного восприятия. На повышение информативности визуальных полей зданий и сооружений благотворно влияет создание усложненной объемно-пространственной структуры строения, включающей разнообразные выступы, вставки и углубления элементов сооружения, а также отсутствие наипростейших прямолинейных геометрических форм большого размера относительно здания в целом. Создаст более комфортное видимое поле включение в конструкцию строения игры разновысотных элементов, вписывающихся в градостроительную ситуацию, снижение количества одинаковых форм и элементов и насыщение фасадов зданий различными деталями, отличными друг от друга.

Для уже существующих и эксплуатируемых сооружений наиболее подходящими будут следующие способы преобразования визуальных полей:

- ввод акцентных составляющих в облик сооружения;
- применение различных колористических решений – выделение цветом доминант, разграничение пространства, внесение рисованных деталей;
- увеличение числа изогнутых естественных линий, соответствующих природным контурам и уменьшение строгих прямых очертаний;
- ведение природной составляющей на прилегающую территорию зданий, крыши домов и стены.

Для преобразования визуальной среды изучаемых деловых и торговых центров мы предлагаем применить цветную пленку или художественную роспись на торцевых фасадах строений. Изображение может быть представлено картинами известных художников либо естественными природными пейзажами, что будет содействовать слиянию созданных человеком объектов с естественным пространством природы.

#### **Библиографический список**

1. Городков, А.В. Экология визуальной среды /А.В. Городков, С.И. Салтанова – СПб, Лань, 2013. – 192 с.
2. Довганюк, А.И. Проблемы детского восприятия визуальной среды мегаполиса // А.И. Довганюк, О.А. Скабелкина / Лесной вестник, 2018. - Том 22. - №3. - 97-101 с.
3. Сайфуллина, Ф.Р. Особенности глазной патологии у населения промышленного города / Ф.Р. Сайфуллина Дисс. докт. мед. наук спец 14.00.08. Москва, 2008. – 157 с.
4. Скабелкина, О.А. Визуальная среда города и ее влияние на психофизическое состояние человека // О.А. Скабелкина, А.И. Довганюк / Вестник ландшафтной архитектуры. Материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции (15-16 сентября 2015г.), посвященной 150-летию РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (часть 2) – М.: «Сам Полиграфист», 2015. - 130-132 с.
5. Скабелкина, О.А. Визуальная среда современных градообразующих элементов и ее влияние на физическое и психоэмоциональное состояние горожан //О.А. Скабелкина / Вестник ландшафтной архитектуры. Выпуск 8 – М.: ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова, 2016. – 75-81 с.

УДК 712.4

### **АССОРТИМЕНТ ЦВЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР Г. БРЯНСКА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЕГО ФОРМИРОВАНИЮ С УЧЕТОМ РАСТЕНИЙ – БИОИНДИКАТОРОВ**

**Скок Анна Витальевна**, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства ФГБОУ ВО БГИТУ

**Шлапакова Светлана Николаевна**, проректор по образовательной деятельности и молодежной политике, зав. кафедрой ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства ФГБОУ ВО БГИТУ

**Аннотация:** Морфология цветочных растений позволяет оперативно сканировать экологическую ситуацию в локальном биоценозе и является перспективной в природоохранной деятельности. Наиболее чувствительной к

загрязнению воздушного бассейна является петуния гибридная (*Petunia hybrida*). Меньше всего реагирует на техногенное загрязнение бегония вечноцветущая (*Begonia semperflorens*). Промежуточное положение занимает тагетес отклоненный (*Tagetes patula*).

**Ключевые слова:** цветочные культуры, городское озеленение, биоиндикация, петуния гибридная (*Petunia hybrida*), бегония вечноцветущая (*Begonia semperflorens*), тагетес отклоненный (*Tagetes patula*).

На сегодняшний день актуальным является прогнозирование качества городской среды по состоянию цветочных культур, используемых в городском озеленении.

Проведение оценки качества окружающей среды и ее благоприятности для человека обязательно в целях разработки стратегии оптимального использования региона, установления предельно допустимых нагрузок для региона, оценки эффективности управления охраной среды, формирования и развития системы природоохранных мероприятий.

Для оценки стабильности развития растений были использованы морфологические признаки, для которых применимы статистические методы обработки [3].

Для оценки морфологических признаков цветочных культур выбирались цветники, находящиеся на территории с различным уровнем загрязнения воздуха.

Использовалась система промеров высоты цветочных культур, диаметра соцветий и длины листа у растений с симметричными листьями.

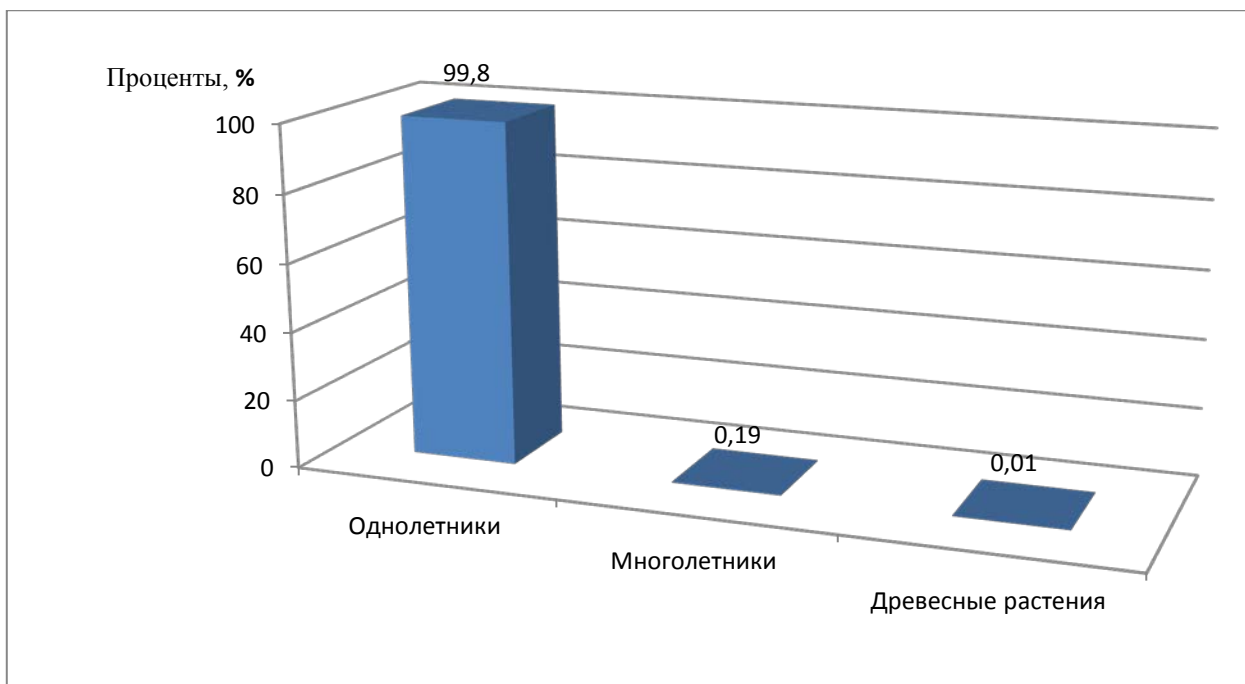
Морфологические признаки определяли у растений, находящихся в одинаковых экологических условиях (уровень освещенности, увлажнения и плодородие грунта) и одинаковых сортов для каждого вида. Для исследования выбирали растения, достигшие генеративного возрастного состояния, по 30 штук на учетной площадке.

Исследование уровня загрязнения атмосферного воздуха проводилось с помощью газоанализатора ГАНК-4 на высоте 1 м от земли на каждой учетной площадке.

В цветочном оформлении г. Брянска присутствуют однолетние, многолетние и древесные растения.

Общее процентное соотношение однолетников, многолетников и древесных растений представлено на рисунке 1.



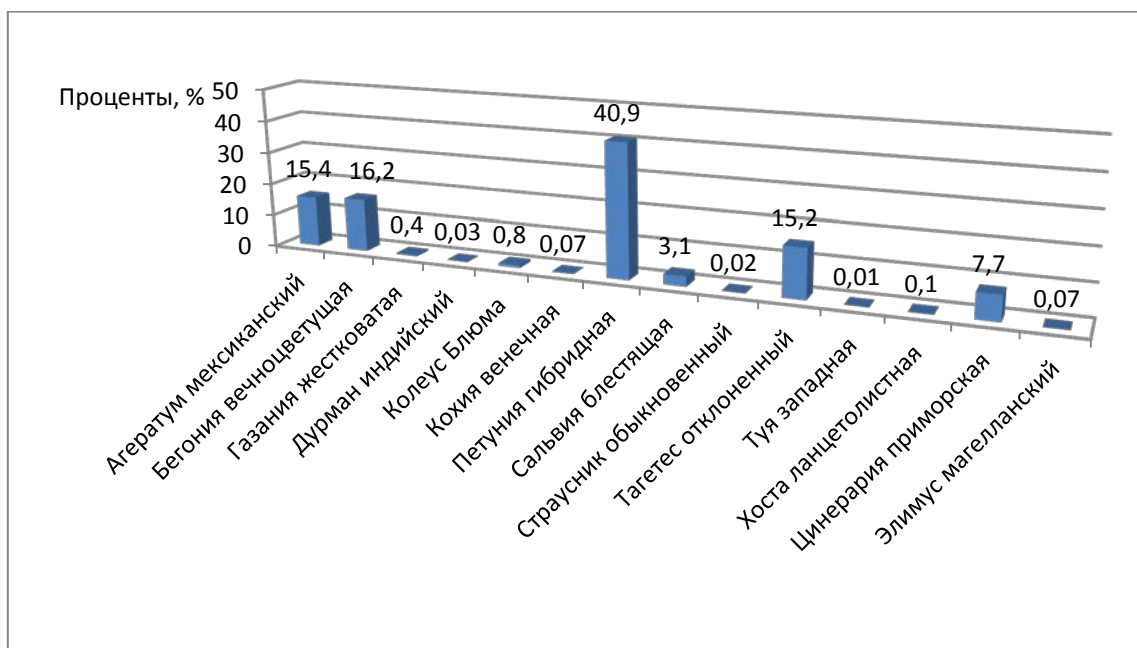


**Рис. 1. Процентное соотношение летников, многолетников и древесных растений**

По данным диаграммы, представленной на рисунке 1, видно, что большую часть цветочного оформления составляют однолетники, а именно 99,8% (28532 шт.), многолетники составили 0,19% (67 шт.), а древесные растения – 0,01% (4 шт.).

Ассортимент цветников представлен 14 видами, из них 10 видов однолетников, 3 вида многолетников и 1 вид древесных растений. Основу цветников составляют тагетес отклоненный, петуния гибридная и бегония вечноцветущая.

Процентное соотношение растений по видам представлено на рисунке 2.



**Рис. 2. Распределение цветочного ассортимента по видам**

По данным диаграммы рисунка 2 можно сделать вывод о том, что среди ассортимента цветников большую часть составляет петуния гибридная – 40,9%, бегония вечноцветущая – 16,2%, агератум мексиканский – 15,4%, тагетес отклоненный – 15,2%, цинерария приморская – 7,7%; сальвия блестящая – 3,1%, менее 1% составляют колеус Блюма – 0,8%, газания жестковатая – 0,4%, хоста ланцетолистная – 0,1%, кохия венечная – 0,07%, элимус магелланский – 0,07%, дурман индийский – 0,03%, страусник обыкновенный – 0,02% и туя западная – 0,01% [ 1, 2].

Цветочные культуры в условиях города Брянска находятся в удовлетворительном состоянии. Выявлено нарушение стабильности развития растений на участках, на которых обнаружено превышение ПДК загрязняющих веществ.

Наиболее чувствительной к загрязнению воздушного бассейна является петуния гибридная (*Petunia hybrida*). Меньше всего реагирует на техногенное загрязнение бегония вечноцветущая (*Begonia semperflorens*). Промежуточное положение занимает тагетес отклоненный (*Tagetes patula*).

Состояние воздушного бассейна на территории г. Брянска является удовлетворительным. На трех учетных площадках, находящихся вблизи проезжей части, наблюдается превышение ПДК оксида азота, который возникает из-за автомобильных выхлопов.

Получено совпадение оценок загрязняющих локальных объектов двумя независимыми методами: физическим и биоиндикационным.

Таким образом, возможен прогноз качества конкретных локальных биоценозов по состоянию цветочных растений. Ассортимент цветочных культур для формирования цветников должен включать растения, устойчивые к загрязнению воздушного бассейна.

В результате проведенного исследования, показано, что для решения задач экологического мониторинга, наряду с физическими методами, эффективным является использование биологических, которые дают возможность оценить интегральное экологическое состояние объектов.

Из биологических методов мониторинга предпочтителен метод биоиндикации, который позволяет осуществить мониторинг довольно быстро, в натуральных условиях, без больших материальных затрат.

Таким образом, морфология цветочных растений позволяет оперативно сканировать экологическую ситуацию в локальном биоценозе и является перспективной в природоохранной деятельности. Полученные результаты и сделанные на их основании выводы, имеют важную практическую и теоретическую значимость для разработки методологических и методических приемов сбора информации и ее интерпретации при проведении экологического мониторинга на территории города.

Полученные результаты исследований позволяют сделать выводы, которые могут быть использованы для дальнейшего практического проведения биомониторинга в условиях города и для проектирования устойчивых цветочных композиций.

Чтобы достигнуть разнообразия ассортимента не обязательно прибегать к полному его изменению, достаточно внести в него несколько сортов используемых растений, например, колеус Блюма сорт '*Wizard Scarlet*' с бордовыми листьями с желтой каймой, ярко-розовая годеция крупноцветковая сорт 'Медовая луна', петуния гибридная

насыщенного красного цвета сорт 'Titan' и сорт 'Bravo Blue' синей окраски, сорт бегонии вечноцветущей 'Ambra' нежно-розового цвета. Разнообразие в цветочный ассортимент могут внести такие растения как флокс метельчатый сорт 'Белоснежка' белого цвета, люпин многолистный сорт 'Roseus', фиалка Виттрока сорт 'Tangenne' – белая с темно-фиолетовым пятном в центре.

В результате проведенного исследования, выявлено, что для решения задач экологического мониторинга эффективным является использование биологических методов, которые дают возможность оценить экологическое состояние объектов, в натуральных условиях, без больших материальных затрат.

#### **Библиографический список**

1. Бочкова И. Ю., Бобылева О.Н. Цветочное оформление: учеб.-методич. пособие. -2-е изд. М.:ГОУ ВПО МГУЛ, 2011. 38с.
2. Бочкова И.Ю. Создаем красивый цветник. Принципы подбора растений. Основы проектирования: учебное пособие. – М.:ЗАО «Фитон+», 2011. -240 с.
3. Пчелинцева Н.М. Новое в оценке качества городской среды /Н.М. Пчелинцева, Т.А.Сероштанова // Вавиловские чтения 2003: Материалы межрегион, науч. конф. молодых ученых и специалистов системы АПК Приволжского федерального округа. Саратов, СГАУ. – 2003. -С.22-24.

УДК: 712.422:635.92

### **АНАЛИЗ АССОРТИМЕНТА И КОЛОРИСТИКИ ПАРАДНЫХ ЦВЕТНИКОВ ГОРОДСКИХ ПАРКОВ МОСКВЫ**

**Ханбабаева Ольга Евгеньевна**, доцент кафедры ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

**Аннотация:** В данной статье проведена характеристика колористического оформления и ассортимента цветников на примере нескольких городских парков города Москвы. В результате исследования были выявлены самые распространённые в парках - геометрические, регулярные формы цветников. Для оформления парадных цветников применяют яркие, устойчивые, высоко декоративные однолетние цветочные культуры – бегонию вечноцветущую, петунию многоцветковую и крупноцветковую, цинерарию морскую, тагетес отклоненный и прямостоячий, агератум мексиканский (Хоустона). В основном это гибриды нового поколения, отличающиеся общей выравненностью, устойчивостью к факторам среды, не теряющие декоративность в течение тёплого сезона. При анализе цветовых комбинаций регулярных парадных цветников в исследуемых парках использована методика Хидеяки Чидзиива, в переводе Бочковой И.Ю.

**Ключевые слова:** колористическое оформление, теория цвета, цветовые сочетания, оформление цветников, ассортимент, однолетние цветочные культуры, регулярные цветники.

Городские цветники – это неотъемлемая часть городского ландшафта. Они построены на контрастных сочетаниях, часто имеют сложный узор и выполняются из наиболее устойчивых, ярких и выровненных однолетних культур. Всё это делает их акцентом в композиции любого городского объекта, особенно городского – центра притяжения жителей крупных городов.

В данной статье приведен анализ колористического оформления парадных регулярных цветников нескольких парков Москвы: парка Горького, ВДНХ, Сокольников и Гончаровского парка. Их объединяет: расположение в городской черте, многофункциональность, наличие ярко выраженной парадной зоны, высокая пешеходная нагрузка территории.

Цветник - это мощный ландшафтный приём, с помощью которого выделяют часть территории, определяют её плюсы, скрывают недостатки и вносят акцент в виде цвета или формы [3]. Под цветником понимают площадь, на которой расположены газоны, дорожки, однолетние и многолетние цветущие и декоративно-лиственные растения, а также малые архитектурные формы [2].

Парк - это озелененная территория, предназначенная для отдыха и включающая элементы природного и антропогенного ландшафта, постройки и оборудование, объединенные в определенную композицию [1]. Пейзаж парка должен напоминать естественную природу при этом допускается усиление какого-либо природного элемента. Ландшафтный дизайнер должен определить, подчеркнуть самое главное, передать зрителю задуманное эмоциональное воздействие пейзажа. При помощи различных комбинаций форм, окрасок, освещения и других элементов можно создать любой пейзаж и настроить зрителя на определенное поведение [5].

Методика исследования основана на правильности подбора цветочных комбинаций в регулярных цветниках. Суть методики состоит в том, чтобы найти наиболее интересное сочетание из двух и более цветов, создать из них гармоничную цветовую гамму, а в последствии и композицию. Существует большое разнообразие цветов, они бывают родственные (например, красный и оранжевый) и контрастные (красный и зеленый), тёплые и холодные, яркие (основные) или пастельные (светлые) [4]. На клумбах и цветниках часто используется сочетание контрастных и нюансных родственных оттенков цветов. Автор методики Хидеяки Чидзиива, 2003 г. Процент каждого цвета подсчитан в одни и те же сроки, определена площадь, отведённая под каждый цвет при помощи программы Autocad в квадратных метрах, потом переведена в проценты, исходя из общей площади цветника. Время учёта – июль, середина лета, самый пик декоративности цветочных композиций. Ниже приводится их краткая характеристика.

Для исследования выбрано четыре московских парка, а именно их парадная часть, содержащая регулярные цветники, преимущественно из однолетних культур.

Площадь Парка Горького – 120 гектаров, из них 15 000 квадратных метров цветников, и для каждого уголка парка создается особое настроение. Преобладают цветники прямоугольных форм, состоящие из одного вида однолетников, например, сальвии сверкающей (*Salvia splendens Ker-Jawl*) с ярко-красными свечковидными соцветиями, которая выигрывает и ярко смотрится в обрамлении зеленого газона. В парке на фоне мощений много бетонных и керамических вазонов с красными и белыми ампельными петуниями (*Petunia hybrida*), в одной цветочной гамме.

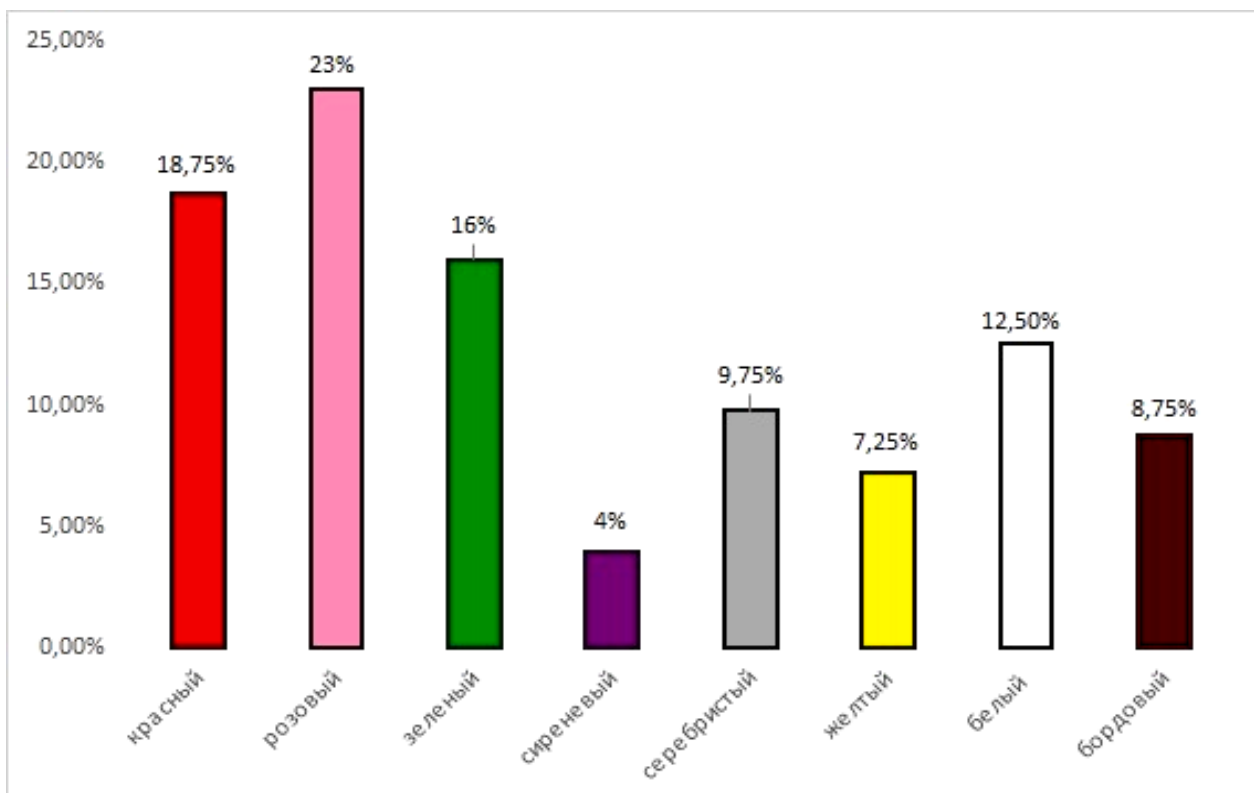
Пейзажные цветники в партерной части парка разбивают регулярную планировку, уравнивая прямоу аллей. Встречаются и модульные регулярные партерные цветники, в которых растения высажены узором, а в центре композиции каркасная зеленая фигура. В цветочном оформлении использованы в основном однолетние культуры. Они представлены петунией крупноцветковой и мелкоцветковой, тагетесом отклоненным (*Tagetes patula L.*), агератумом мексиканским (*Ageratum mexicanum Sims.*), алиссумом морским (*Alissum maritime Lam.*), цинерарией серебристой (*Cineraria maritime L.*), бегонией вечноцветущей (*Begonia semperflorens Link.*), колеусом Блюма (*Koleus blumei Benth.*) и другими.

В цветовой палитре соотношение оттенков цветников представлено на рисунке 1, преобладает розовая окраска цветков и соцветий (35%), а меньшее количество оранжевого цвета (5%) (рис.1). В основном, используется контрастное сочетание близкородственных тёплых цветов. Причём контраст построен на противопоставлении двух тёплых, но при этом насыщенных и ненасыщенных (пастельных) цветов. Состояние цветников хорошее, сорняков нет, растения нормально развиты.



**Рис. 1. Гистограмма цветковых цветников парка Горького, июль 2018**  
**Аналогичным образом были проанализированы цветовые комбинации парадных цветников остальных парков.**

Сводная гистограмма приведена на рисунке 2. Парк ВДНХ (Выставка достижений народного хозяйства) занимает площадь 235,5 га, была создана во время расцвета архитектуры исторического реализма, поэтому огромные парадные партерные цветники и круглые клумбы являются частью той эпохи. Здесь достаточно значительные площади отведены под цветочное оформление, преобладают прямоугольные и квадратные формы. В этом парке наиболее разнообразные и сложные цветники – арабески, по сравнению с остальными. Ассортимент цветников представлен в основном однолетниками: красной и розовой бегонией вечноцветущей, алиссумом морским белой окраски, агератумом мексиканским, кохией венечной (*Kochia scoparia Schrad.*) цинерарией серебристой, тропической теплолюбивой канной индийской, многолетними видами: лилейниками желтым и оранжевым, парквыми и чайно-гибридными розами и лилиями азиатскими и восточными.



**Рис. 2. Сводная гистограмма сравнения цветового решения парадных цветников городских парков Москвы**

Цветники парка ВДНХ представлены в основном розовым, красным и белым цветом на (20-25%), зелёный и желтый – 15 и 10% соответственно, а меньше всего представлен сиреневый цвет (5%). В основном используется контрастное сочетание чистых и ярких противоположных цветов. Состояние цветников отличное, сорняков нет, растения нормально развиты, представлено много разных видов и жизненных форм.

В парке «Сокольники» встречаются переносные модульные вазоны из современных материалов прямоугольной формы, где акцентом является тагетес прямостоячий (*Tagetes erecta L.*). В этом парке все цветники составлены из нескольких видов однолетних культур. Цветники представлены тагетесом отклонённым желтым, ковылем степным, астрой китайской, петунией (разные виды), бегонией вечноцветущей, агератумом мексиканским. В основном используется родственное и контрастное сочетание цветов.

Состояние цветников удовлетворительное, встречаются единичные сорняки, оголённая земля. На клумбах парка «Сокольники» преобладает бордовый (25%) и зелёный цвет (24%), меньше всего сиреневого (6%) и желтого цветов (14%). Это представители пастельных и тёплых оттенков цветов как правило, это светолюбивые однолетние культуры. Скорее всего, такая цветовая композиция связана с особенностями условий выращивания. Практически все цветники, включая парадные, находятся в условиях частичного и полного затенения. Соответственно и подбор культур отражает это в цветовой гамме (зелёно-бордовая).

Районный парк «Гончарова» находится на улице Руставели, общая площадь 6,2 гектара. Долгое время он был заброшен и находился в плачевном состоянии, но с 2013 года его благоустроили и теперь это зелёный уголок отдыха для горожан. Здесь также

преобладают формальные и модульные цветники. Бегонию вечноцветущую белого и красного оттенка окантовывает цинерария серебристая с причудливыми резными листьями. В этом парке однолетние растения представлены: красной, белой и розовой бегонией вечноцветущей, кохией венечной, цинерарией серебристой. В основном используется контрастное сочетание цветов – красного с белым, розового с серебристым. Состояние цветников хорошее, сорняков нет, растения нормально развиты, фрагментов газона в цветниках нет, что отличает данный парк от остальных.

В парадных цветниках Гончаровского парка преобладает красный и розовый цвета (25%), меньше всего сиреневого и зелёного (5%).

Цветники являются важным средством декоративного оформления парков. Необходимо правильно ухаживать за ними, поливать, удалять сорняки, подкармливать растения. Ассортимент однолетних культур цветников парков Москвы устойчив к местным и климатическим условиям.

На рисунке 2 представлена сводная гистограмма сравнения цветового решения парадных цветников городских парков, рассмотренных выше, в процентном соотношении. Как мы видим, больше всего, по всем учетным цветникам представлено розового цвета (23%), красного (19%) и зеленого (16%), так как газон – одна из составляющих парадных цветников. Розовый и красный цвет – это два наиболее распространенных цвета у однолетних цветочных красивоцветущих культур для подобных композиций. Слабо представлены в композиции цветников – сиреневый (4%), жёлтый (7%) и бордовый (8%) цвета, которые являются контрастными друг относительно друга. Важно отметить, что три преобладающих цвета (красный, розовый, зелёный) являются гармоничными по отношению друг к другу, в соответствии с представленной методикой.

Исходя из вышесказанного, хотелось бы отметить, что в основном на клумбах и других регулярных цветниках парков Москвы высаживают преимущественно однолетние цветочные растения: цинерария морская сорт «Серебряная пыль» и F<sub>1</sub> Silverado; бегония вечноцветущая F<sub>1</sub> Bada Boom и F<sub>1</sub> Ambassador, тагетес отклонённый F<sub>1</sub> Hero, сорт «Глаз тигра», тагетес прямостоячий сорт «Золотой доллар», F<sub>1</sub> Aztek, F<sub>1</sub> Leim Green. Чаще всего это новейшие гибриды F<sub>1</sub>, отличающиеся высокой декоративностью, выравненностью, устойчивостью к меняющимся факторам среды. Кроме того гибриды F<sub>1</sub> имеют ярко выраженный гетерозисный эффект, который проявляется в виде превосходства их по отношению к родительским формам по всем признакам. В некоторых композициях, имеет место включение, как многолетних травянистых растений, так и декоративных кустарников и хвойных культур, а также декоративных инертных материалов – гальки, гравия, валунов, коры, щепы крашенной.

Почти во всех изученных парках Москвы цветочное оформление – парадные партерные регулярные цветники. Поэтому часть площади занята газоном, который и даёт достаточно весомый процент зелёного цвета (16%) в композициях. Он является хорошим партнёром для двух родственных и гармоничных цветов – розового и красного.

Агротехнические мероприятия на исследуемых цветниках проводятся вовремя, поэтому цветники в хорошем состоянии. Сорняки отсутствуют. Все цветники сочетаются с фоном. Технологии выращивания соблюдены. Соответственно такого типа посадки требуют высоко агротехнического фона и довольно трудоёмкого ухода.

Самый разнообразный ассортимент цветочных культур представлен на ВДНХ, меньше всего ассортимент в парке «Сокольники». Композиции цветочных сочетаний во всех парках гармоничные и используются как контрастные (чаще всего), так и родственные сочетания цветов.

### Библиографический список

1. Воронина, О.Н. Ландшафтная архитектура Нижегородских парков [Текст]: монография /О.Н. Воронина. – Нижний Новгород, 2013. – 257 с.
2. Декоративное садоводство [Текст] / И. В. Иванова, Понамарёва Ю. Г., Ханбабаева О. Е. – М.: МЕГА КОМПЛЕКС, 2014.- 394 с.
3. Чидзиива Х. Гармония цвета: Руководство по созданию цветочных композиций [Текст] / Хидеяки Чидзиива пер. с англ. И.Ю. Бочкова. – М.: ООО «Издательство Астрель», 2003. – 142 с: ил.
4. Омеляненко Е. В. Цветоведение и колористика [Текст]: учеб. пособие / Е. В. Омеляненко. - Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2010. – 184 с.
5. Константинова А.А. Характеристика цветочного оформления в городе Архангельск [Текст] / А. А. Константинова, Ю. Н. Ергина // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2017. – Вып. 5. Общество с ограниченной ответственностью «Информационно-технический отдел Академии Естествознания». Пенза, 2017 г. – 9 с.

УДК 635

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ОВОЩЕВОДСТВА

**Борисов Валерий Александрович**, профессор ФГБНУ ФНЦО  
**Разин Анатолий Федорович**, врио директора филиала ФНЦО - ВНИИО  
**Разин Олег Анатольевич**, научный сотрудник ФГБНУ ФНЦО

**Аннотация:** Для получения органической овощной продукции, пригодной для детского и диетического питания, требуется чистая плодородная почва и отказ от синтетических удобрений и пестицидов. Этого можно добиться при выращивании овощных культур в овощекормовом севообороте, с использованием сидератов, биокомпостов, навоза, сапропеля и природных регуляторов роста.

**Ключевые слова:** органическое овощеводство, почва, севооборот, сидераты, сапрпель, бобовые травы.

Овощеводство – специфическая подотрасль растениеводства, которая всегда базировалась на самых плодородных землях, преимущественно орошаемых, а большинство овощных культур выращивали при применении органических удобрений (Шредер Р.И., 1897, Эдельштейн В.И., 1932).

С середины XX века в период интенсификации сельского хозяйства во всём мире, в том числе и в России, резко увеличилось применение минеральных удобрений



(особенно азотных) и пестицидов в растениеводстве и, особенно, в овощеводстве, что повлекло за собой ряд негативных последствий, которые заключались в повышенном содержании нитратов в овощной продукции, снижении в ней сахаров и витаминов, избыточном содержании ядохимикатов и, как следствие, снижение качества и экологической безопасности получаемой продукции. Такие тенденции в настоящее время наблюдаются во всём мире, поэтому, сначала в Западной Европе и США, а затем и в других странах возникло движение за «натуральную», «органическую» продукцию сельского хозяйства. В настоящее время площадь земель под органическим сельским хозяйством достигает 43,7 млн. га, в том числе в Европе 17,3 млн. га, в Северной Америке 3,0 млн. га, а в России 101 тыс. га (Щетинин М.П., 2017). Россия отстаёт по этому показателю от ведущих стран мира, хотя перспективы развития этого направления очень высоки, учитывая наличие около 12 млн. га плодородных неиспользуемых пахотных земель в стране.

Мировой рынок органической продукции в 2012 году достиг уровня 80 млрд. долларов, а в перспективе к 2020 году может достичь 200-250 млрд. долларов. В десятку стран с наибольшим потреблением органической продукции входят Швейцария, Люксембург, Дания, Австрия, Германия, Англия, Лихтенштейн, Канада, Франция. В России в 2016 году рынок органической продукции составил 172 млн. евро, т.е. 0,2% мирового.

Таблица 1

**Структура овощных культур в органическом овощеводстве  
Германии (D.Spaar, 2005)**

Культура	Площадь, га	В т.ч. органическое овощеводство, га	Доля органического овощеводства, %
Тепличное овощеводство	1271	48	3,78
Овощи для переработки	22952	3000	13,07
Овощи для свежего потребления	75983	3200	4,21
В т.ч.: морковь	8879	1100	12,39
свекла столовая	1056	150	14,20
капуста	17332	500	2,88
лук репчатый	7197	200	2,78
спаржа	16830	380	2,26
Пряновкусовые овощи	5400	1700	11,48
Итого	156900	10278	6,55

Наиболее полно правила органического земледелия в том числе и для овощеводства разработаны в странах центральной Европы (Германия, Швейцария, Австрия), где этому уделялось внимание уже с 20-30 годов XX века, а в настоящее время потребление органической продукции достигает в них 100-220 кг/человека в год.

В Германии по данным D.Spaara (2005) органическое овощеводство занимает более 10тыс.га, причем максимальные площади (12-14 %) занимают такие культуры, как столовая свекла (14,2%), овощи для переработки (13%), столовая морковь (12,3%), пряновкусовые овощи (11,5%), а минимальный процент органических овощей у спаржи (2,3%), лука (2,8%) и капусты (2,9%) органического земледелия задействовано всего 48 га теплиц, т.е. менее 4% общего объема.

По последним данным интернета в 2016 году в Германии органическое овощеводство размещалось на 8% площадей при валовом производстве около 300тыс. тонн, то есть существенного увеличения не было, и зависит, очевидно, от численности наиболее богатых людей в стране.

В овощеводстве развитых стран мира площади для органической продукции составляют от 2-4 % (Голландия, Англия, Франция) до 8–12 % (Австрия, Швейцария, Италия) общей площади для овощных культур (Литвинов С.С., 2008).

В 2015 г. Государственной Думой принят национальный стандарт РФ «Продукция органического производства, хранение, транспортировка и реализация», в котором вводится термин «органическая продукция» и предусматриваются нормативы и ограничительные меры для органического производства в сельском хозяйстве нашей страны.

Согласно этому стандарту в производстве органической продукции растениеводства (в том числе овощеводства) запрещено:

- возделывание сельскохозяйственных культур на загрязнённых территориях (пестициды, тяжёлые металлы, радионуклиды), вблизи крупных промышленных предприятий, автомагистралей, аэродромов и АЭС,
- использование генномодифицированных веществ, сортов и гибридов,
- синтетических минеральных, в том числе азотных, удобрений, пестицидов и регуляторов роста,
- гидропонное выращивание овощей в теплицах,
- фертигация (подкормки) растений в открытом грунте с использованием быстрорастворимых удобрений,
- применение синтетических средств обработки семян.

Разрешается:

- применение природных удобрений и регуляторов роста растений (фосфаты, калийные соли, известь, гипс, микроэлементы),
- применение твёрдого навоза, обезвоженного птичьего помёта, торфа, биогумуса, компоста, кровяной и костной муки, жмыха, древесных опилок, соломы, сидератов, растительных остатков, золы лиственных пород.

Эти ограничения являются очень серьёзными для овощеводческих хозяйств, ибо вырастить рентабельную продукцию без применения удобрений и средств защиты растений довольно сложно. Многолетние исследования ВНИИО (Литвинов С.С., Борисов В.А., 1998, Борисов В.А. и др., 2003, Борисов В.А., 2016) позволили разработать основные агротехнические приёмы получения экологически безопасной овощной продукции.

Для освоения системы органического овощеводства Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства - филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» предлагает:

- размещение овощных культур на почвах с оптимальными показателями почвенного плодородия конкретно для каждой культуры (табл. 1),
- освоение овоще-кормовых и овоще-сидеральных севооборотов с длительной ротацией (табл. 2),

- максимальное обогащение почвы биологическим азотом за счёт бобовых однолетних и многолетних трав (вика, горох, донник, люцерна, клевер),
- выращивание культур и сортов, отзывчивых на органические удобрения (огурец, тыква, кабачок, брокколи, цветная капуста, морковь, петрушка, укроп, салат и др.) (табл. 3),
- использование природных экологически безопасных видов удобрений и регуляторов роста (циркон, эпин, экстрасол, гуматы и др.),
- применение микробиологических удобрений и микроэлементов,
- использование природных цеолитов для поглощения токсичных веществ,
- максимальное использование всех ресурсов органических и местных удобрений, включая торф, сапрпель, траву, лист, стерню и т.д. В России имеются очень большие запасы торфа, сапрпели и других местных удобрений, перспективных для органического земледелия (Борисов В.А., Успенская О.Н, Васючков И.Ю., 2014, 2015; Успенская О.Н., Борисов В.А., Васючков И.Ю., 2017).

Использование плодородных почв или их окультуривание до достижения оптимальных параметров плодородия позволит резко уменьшить применение химических удобрений и получить рентабельную экологически безопасную продукцию. Большая часть таких почв сосредоточена в Чернозёмной зоне, а также в поймах рек Нечерноземья. Необходимым условием для рентабельного экологического овощеводства является мелиорация (осушение и орошение), ибо без регулирования водного режима, известкования и гипсования, оптимизации почвенной реакции, снижения уровня грунтовых вод до оптимального значения трудно рассчитывать на достаточную продуктивность овощных культур (табл.2).

Таблица 2

**Оптимальные параметры плодородных почв для овощных культур**

Показатели	Капуста белокочанная	Морковь столовая	Свёкла столовая	Огурец	Томат	Лук репчатый	Тыква	Арбуз
Гумусовый горизонт, см	>30	>35	>35	>35	>30	>30	>30	>30
Гумус, %	>2,5	>2,5	>2,0	>3,0	>2,0	>2,5	>2,5	>0,5
pH солевой	6,5-7,2	6,0-7,1	6,5-7,5	6,4-7,0	5,5-7,2	6,4-7,9	5,5-7,0	6,5-7,5
Насыщенность основаниями,%	>85	>80	>90	>85	>75	>90	>80	>85
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг (по Чирикову)	>100	>150	>150	>200	>150	>150	>150	>100
K <sub>2</sub> O, мг/кг (по Масловой)	>150	>150	>150	>200	>150	>150	>150	>100
Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	1,0-1,2	0,8-1,0	1,0-1,3	1,0-1,2	1,0-1,3	1,0-1,3	1,0-1,2	1,2-1,4

Водопрочные агрегаты, %	>60	>70	>60	>60	>60	>60	>60	>50
Коэффициент структурности	3-4	3-4	3-4	3-4	2-4	3-4	2-4	1-2
Водорастворимые соли, %	<0,3	<0,1	<0,3	<0,1	<0,4	<0,2	<0,3	<0,3
Гранулометрический состав (% физ. глины)	20-45	10-30	20-45	15-35	20-40	15-35	10-35	5-20
Уровень грунтовых вод, м	<,2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,2	<1,5	<2,0	<3,0

Важнейшее значение для овощного производства имеет организация территории и освоение почвозащитного овоще-кормового, овоще-сидерального или овоще-травопольного севооборотов (табл. 3).

Таблица 3

**Действие различных севооборотов на свойства почвы и урожайность овощных культур на аллювиальных луговых почвах Московской области (среднеголетние данные)**

Продолжительность, лет	Севооборот	Насыщенность овощами, %	Свойства почвы			Урожайность овощных культур, т/га			NO <sub>3</sub> в овощной продукции, % от ПДК	% растений капусты больших килой
			Плотность, г/см <sup>3</sup>	Гумус, %	Засорённость, шт./м <sup>2</sup>	капуста	морковь	столовая свекла		
4	Овощной	100	1,23	3,39	338	59,6	57,3	50,7	156	50
5	Овоще-сидеральный*	80	1,17	3,40	185	68,8	61,8	55,6	87	48
6	Овоще-кормовой**	67	1,10	3,49	91	77,4	61,4	58,4	93	46
7	Овоще-травопольный***	56	1,05	3,60	157	96,8	67,8	69,2	82	16

\* - в овоще-сидеральном севообороте использовалась горох-овсяная смесь (горох+овёс)

\*\* - в овоще-кормовом – двухкратное использование однолетних трав

\*\*\* - в овоще-травопольном – многолетние травы (клевор+тимофеев)

Результаты исследований отдела земледелия и агрохимии ВНИИ овощеводства (табл. 3) показывают, что чисто овощные севообороты для органического овощеводства непригодны. При их использовании снижается урожайность, возрастают засорённость и заболеваемость растений, а также увеличивается содержание нитратов в продукции выше предельно допустимых концентраций. Включение в севооборот сидеральных культур (горохово-овсяная смесь) несколько повышает урожайность и качество продукции, снижает засорённость посевов, но полностью не решает проблему.

Таблица 4

**Сравнительная эффективность применения минеральной и органической системы удобрения в овощеводстве (среднеголетние данные ВНИИО и опытных станций)**

Культура	Минеральная				Органическая			
	урожайность, т/га	сахара, %	витамин С, мг%	NO <sub>3</sub> , мг/кг	урожайность, т/га	сахара, %	витамин С, мг%	NO <sub>3</sub> , мг/кг
Капуста б/к	82,6	4,6	33	167	65,6	4,8	32	36
Цветная	22,5	2,9	78	251	21,7	2,5	72	244
Брокколи	13,4	2,4	84,6	172	13,0	2,2	90,7	166
Морковь	68,6	5,6	12,8*	378	68,4	6,0	13,0*	188
Ст. свекла	54,1	8,7	20	1317	46,0	9,9	20	522
Томат	46,5	2,6	17,7	25	42,0	2,4	18,2	22
Огурец	29,1	2,1	17,1	206	28,5	2,0	17,8	131
Лук	21,4	7,5	6,7	30	20,2	7,3	6,2	32
Петрушка	39,2	5,8	214	693	42,7	5,9	268	394
Сельдерей	41,8	2,2	114	276	51,9	2,3	94,5	213
Брюква	44,5	5,1	25,6	366	43,5	5,8	27,3	167
Репка	24,2	4,6	18,3	162	22,8	4,5	18,1	101
Редька	34,1	4,4	19,0	262	26,9	4,4	18,1	304
Дайкон	41,0	3,3	13,6	460	38,7	3,5	14,7	466
Кабачок	38,2	4,0	2,5	498	37,5	3,9	2,9	455
Патиссон	37,9	8,1	2,9	468	37,1	7,2	2,7	423
Овощи, в среднем	41,5	4,6	44,1	330	35,5	4,7	43,6	238
Дыня	8,0	10,6	28,0	27	13,3	10,7	31,8	28
Тыква	18,2	4,6	3,4	50	23,4	5,6	3,3	23
Арбуз (при орошении)	49,0	8,6	4,9	18	59,3	8,8	5,0	14
Бахчевые, в среднем	25,0	7,9	12,1	33	32,0	8,4	13,3	22
Овощи + бахчевые, в среднем	38,9	5,1	39,0	283	34,9	5,3	38,8	204

\*каротиноиды.

Лучшие результаты по урожайности, качеству овощной продукции получены при освоении овоще-кормового и овоще-травопольного севооборотов, при снижении насыщенности их овощами с 80-100% до 56-67%. В этом случае мы имеем снижение заболеваемости растений, засорённости полей, что позволяет рекомендовать подобные севообороты для овощных хозяйств при получении органической продукции.

Многолетние исследования ВНИИО по анализу отзывчивости различных овощных и бахчевых культур на органические и минеральные удобрения (табл. 4) позволили установить, что для органического хозяйства больше всего подходят бахчевые культуры (арбуз, тыква, дыня), морковь, брокколи, огурец, сельдерей, петрушка, лук, кабачок, патиссон, которые лучше растут на органических удобрениях. Меньше для этих целей пригодны белокочанная капуста, столовая свёкла, томат, брюква, дайкон, репа, редька, которые лучше отзываются на минеральные удобрения.

#### Выводы

1. В России, при наличии больших резервов овощепригодных земель и водных ресурсов, имеются все возможности развития органического овощеводства. Размещать овощные хозяйства необходимо на почвах с высоким уровнем плодородия.

2. Важнейший элемент органического овощеводства – освоение овоще-кормовых и овоще-травопольных севооборотов с включением однолетних или многолетних бобово-злаковых трав, которые могут решить проблему азотного питания овощных культур в органическом земледелии.

3. Наиболее пригодными для органического овощеводства следует считать бахчевые культуры, а также огурец, морковь, лук, кабачок, патиссон, брокколи, сельдерей и петрушку, которые меньше нуждаются в быстрорастворимых минеральных удобрениях.

#### Библиографический список

1. Борисов. В.А., Литвинов С.С., Романова А.В. Качество и лёжка овощей. – М.: ВНИИО, 2003. – 625 с.
2. Литвинов С.С. Научные основы современного овощеводства. – М.: РАСХН – ВНИИО. 2008 – 476 с.
3. Щетинин М.П. Наш путь – производство экологически чистой продукции. //Российская Федерация сегодня, 2017, № 10. – с. 50 – 52.
4. Шредер Р.И. Русский огород, питомник и плодовый сад. – Руководство к наивыгоднейшему устройству и ведению огородного и садового хозяйства. –1897, Санкт-Петербург, М.: ЗАО «Фотон», 2008 - 824 с.
5. Борисов В.А. Система удобрений овощных культур. М.: ФГБНУ, Росинформагротех, 2016 – 394 с.
6. Борисов В.А., Успенская О.Н., Васючков И.Ю. Агрохимические свойства органо-минеральных сапропелей. – Ж. «Агрехимия», 2015, № 12, с. 49 – 55.
7. Разин А.Ф., Борисов В.А., Иванова М.И., Такторова С.В., Разин А.Ф. Принципиальные аспекты развития органического овощеводства в Российской Федерации. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии 2018, № 4, с. 82-85

8. Разин А.Ф., Литвинов С.С., Леунов В.И., Шатилов М.И., Иванова М.И., Башкиров А.Г. Овощеводство в контексте продовольственной безопасности России. В сборнике: Научно-техническое развитие АПК как драйвер экономического роста ЕАЭ. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции 2018, с. 124-130.

ДК 712

## **АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОТКРЫТЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ НА ПРИМЕРЕ КОПЕНГАГЕНА**

**Дормидонтова Виктория Владиславовна**, профессор кафедры ландшафтной архитектуры НИУ ФБГОУ МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал)

**Аннотация:** В статье на примере Копенгагена рассмотрены особенности функциональной и архитектурно-ландшафтной организации типологически нового объекта ландшафтной архитектуры – открытого общественного пространства. На основе изучения литературных источников, проектных материалов и натурного обследования выявлены характерные приёмы.

**Ключевые слова:** функция, архитектура, ландшафт, организация, пространство, композиционные приёмы

С 2015 года в Москве реализуется комплекс программ по благоустройству. Создаются и реконструируются парки и общественные зоны, главной целью при организации которых является их перепрограммирование, закладка нового сценария развития, создание благоприятной среды для пешеходов. Москва за последние три года изменилась. «Реконструированные улицы и общественные пространства становятся местами проведения концертов, фестивалей и прочих мероприятий...» [1]. В будущем опыт Москвы по благоустройству городской среды планируют применить в 40 крупных городах России [2].

Возросшие требования, предъявляемые к качеству общественного пространства, заставляют обратиться к зарубежному опыту их организации. Аналогичные процессы в градостроительстве за рубежом начались несколько раньше, поэтому уже накоплен некоторый опыт, представляющий интерес.

В ряду подобных объектов Копенгагена особое место занимает Израэлс пладс, площадью 8400 кв. м. Эта пространство было создано в процессе реконструкции площади на основе конкурсного проекта архитектурной фирмы COBE Sweco Architects (Дэн Стубергаард, Кэролайн Нагел, Мортен Эмил Энгел, Терез Волстрём, Йенс Вагнер, Тобиас Мюрш), получившего 1 премию в 2008 г.

История площади отражает историю города. Она расположена на месте исторических фортификационных валов, когда-то окружавших Копенгаген. До 1950-х здесь была рыночная площадь, реконструированная в самую большую в северной

Европе автостоянку. Это безжизненное пространство не обладало эстетическими качествами и не располагало к активному использованию.

Идея проекта заключалась в том, чтобы многофункциональностью площади подчеркнуть её историческое значение, «вдохнуть в неё жизнь», наполнив возможностями для отдыха, реализации эстетических, культурных потребностей и проведения разных публичных мероприятий. Реализация началась в 2012 г., закончилась в 2014. Сейчас это одно из любимых мест горожан, называющих Израэлс пладс «летающим ковром».

Площадь «висит между двумя мирами: крытым рынком, через который ежедневно проходят тысячи людей и Орстед-парком» [3,4], предоставляющим жителям общение с живой природой в самом центре города. Сейчас площадь поднята над уровнем улиц, а автостоянка разместилась под ней.

Израэлс пладс предоставляет возможность транзитного прохода в парк (Рисунок 1). Пейзажный парк и площадь буквально перетекают друг в друга. Парк поделится горстью деревьев, которые как бы случайно рассыпались по площади. А вода из канала у подножия «зиккурата» по каскаду переливается в парк.

Два ступенчатых «зиккурата» устроены в восточном и западном углах площади. Их ступени создают большое количество посадочных мест, и поочерёдно оказываются на солнце или в тени (Рисунок 2).



**Рис.1. Израэлс пладс. Вид сверху**



**Рис.2. Западный зиккурат и канал**

Стволы деревьев окружены скамьями, из-под кроны удобно наблюдать жизнь, разворачивающуюся на площади.

Самый крупный планировочный элемент – спортивное поле, состоящее из двух площадок. Поле окружено мягким валом, на котором могут расположиться болельщики, следящие за игрой. Есть и рампа пластичной формы для скейтбордистов. Предусмотрены два въезда на подземную автостоянку – по закручивающейся спирали с южной стороны и с внешней наклонной стороны западного зиккурата.

Израэлс пладс – иллюстрация современной естественнонаучной картины мира – эволюционно-синергетической. Это открытая композиция, не имеющая изолирующих границ, активно взаимодействующая с окружающим пространством, обменивающаяся с ним «энергией». Многофункциональность отражается полицентричностью. Существующие центры композиционно равнозначны, отсутствует главное и соподчинённое. Вся площадь забрана в мощение, обеспечивающее высокую вариативность свободного передвижения. Композиция лишена симметрии, осевых или



центрических построений, все элементы как бы случайно разбросаны по её поверхности, но динамически уравновешены, а угловые зиккураты выявляют геометрию участка и придают законченность композиции. Но главным организующим «элементом» здесь является человек. «Броуновское» передвижение и поведение людей активизирует, «поляризует» и организует это пространство.

Конечно, современное открытое общественное пространство – потомок многофункционального парка культуры и отдыха, разработанного советскими конструктивистами начала XX века [5]. Однако, это новое пространство значительно меньшего размера, рассчитанное на более высокую нагрузку. Принципы композиционного формообразования этого типологически нового пространства ещё складываются, применяясь к разным градостроительным и общественно-культурным ситуациям.

### **Библиографический список**

1. Валькова Т.М., Фролова В.А. Влияние городских программ благоустройства и расширения событийного календаря на туристскую привлекательность территории (на примере г. Москвы) // Лесной вестник/ Forestry Bulletin, 2018. Т.22 №4. С.44-50.
2. Парамонова Д.В. Новый опыт архитектора. URL:<https://m.moslenta.ru/urbanistika/blagoustroistvo-eto-pereprogramirovanie.htm> (дата обращения 20.10.2018).
3. URL:<http://www.landezine.com/index.php/landscapes/locations/by-country/denark>
4. Israel's Square. URL:<http://www.cobe.de/project/israel-s-square#israel-s-square>
5. Дормидонтова В.В. Конструктивизм и ландшафтная архитектура конца XX-XXI вв. // Вестник ландшафтной архитектуры, 2016. №8. С.29-35.

УДК 719

## **ЛАНДШАФТЫ ИСТОРИЧЕСКИХ УСАДЕБ МОСКВЫ. АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ**

**Черняевская Елена Николаевна**, доцент кафедры ландшафтной архитектуры  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Рассматриваются объекты культурного наследия – бывшие подмосковные усадьбы, расположенные в черте МКАД. Анализ изменений за последние 50 лет проведен по нескольким направлениям. Установлено, что утвержденные государством границы объектов в целом не нарушались, но уточнялись. Музеями-заповедниками объявлены 5 территорий, возрождено 19 храмов, 3 территории целиком переданы РПЦ. В сфере восстановления зафиксировано заметное превалирование сооружений над парком. На 20 территориях, где восстановительные работы не проводились, произошло нивелирование исторических параметров ландшафта.

**Ключевые слова:** объекты культурного наследия, Москва, ландшафт, исторические усадьбы, сохранение, использование



происшедшие с ландшафтами по важнейшим параметрам: сохранность территории (границ), изменение использования, восстановление ландшафтов<sup>2</sup>

**Границы.** Можно констатировать, что существенных изменений, официально утвержденных в середине 1970-х гг. границ памятников не было. Границы, оказались действенным средством предотвращения застройки территории. Если даже такие попытки происходили, то они пресекались как незаконные.

Мелкие коррективы происходили из-за прокладки транспортных трасс и развязок, как например, в Кускове, и при уточнении границ. Градостроительные подходы постсоветского времени потребовали точности описания границ. Эта еще не законченная работа призвана включить объекты прошлого в общую систему землепользования, сделать их равноправными участниками градостроительного процесса.

Изменение использования. В области изменении использования усадебных ландшафтов важнейшими с точки зрения их сохранения в постсоветский период стали музеефикация территорий и возрождение храмов.

Статус музея-заповедника, объединяющего музейную и природоохранную функцию, получили пять бывших усадеб – Кузьминки, Люблино, Царицыно, Измайлово (остров), Екатерининский дворец (парк Лефортово)<sup>3</sup>. Благодаря этому значимому шагу московского правительства в Москве стало восемь музеев, созданных на базе усадеб. Можно сказать, что музеями стали все важнейшие усадьбы, расположенные в черте МКАД.

Православная церковь, которая получила недействующие и частично разрушенные храмовые здания, возродила их на 17 усадебных территориях. В трех случаях они целиком перешли в ведение РПЦ (Свиблово, Троицкое-Лыково, Алтуфьево). Религиозная функция неплохо вписалась в усадебный ландшафт, обеспечила его единство и активную жизнь. В двух первых усадьбах восстановлены главные здания, в Свиблове создана музейная экспозиция, посвященная истории усадьбы, и проводятся экскурсии.

В остальном усадебные территории используются весьма разнообразно. Среди владельцев и арендаторов – парки общего пользования; научные, учебные; лечебно-оздоровительные учреждения, военное ведомство и др.

За рассматриваемое время повысился статус двух пользователей: в Петровском дворце вместо военной академии разместились представительские службы правительства Москвы, VIP-гостиница и музей дворца; в главном доме усадьбы Разумовского место института физкультуры заняло министерство спорта РФ. Изменение пользователя, в обоих случаях осуществленное по инициативе правительства Москвы. Высокий социальный статус пользователя обеспечил высокий уровень проведенных

---

<sup>2</sup> Мониторинг состояния усадебного наследия Москвы проводился в процессе подготовки диссертации «Памятники ландшафтной архитектуры в зоне влияния крупного города на примере Москвы»; книга [Бахтина И.К. Загородные усадьбы в Москве. Иллюстрированный каталог / И.К. Бахтина, Е.Н. Чернявская. – М.: Биоинформсервис, 2000. – 104 с.; Чернявская Е.Н. Архитектурно-парковые ансамбли усадеб Москвы. 2-е изд., испр. и доп. / Е.Н. Чернявская, И.К. Бахтина, Г.А. Полякова. – М.: Департамент природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы, 2008. – 344 с.], а также в процессе руководства подготовкой курсовых проектов по восстановлению усадебных ландшафтов на кафедре ландшафтной архитектуры МСХА им. Тимирязева.

<sup>3</sup> Екатерининский дворец (парк Лефортово) с 2005 до 2016 находился на балансе Департамента культуры Москвы и входил в состав объединенного музея-заповедника Коломенское.

восстановительных работ, однако, в обоих случаях сил хватило только на главное здание и его непосредственное окружение.

Противоположная картина – полная потеря пользователя, произошла в усадьбах Покровское-Стрешнево, Ясенево и Фили-Кунцево. Эти усадьбы долго не могут найти постоянного арендатора, что плачевно сказалось на облике зданий и территории. Объекты, которые находятся в неудовлетворительном состоянии, не вызывают интереса у потенциальных инвесторов.

Из существующих видов использования усадебных территорий приоритет традиционно принадлежит музею, способному лучше сохранить и лучше представить исторический объект. В связи с этим следовало бы иметь перспективу расширения этого вида использования. На первое место в гипотетическом списке возможных музеев-усадоб Москвы следовало бы поставить усадьбу Усачевых-Найденовых (лечебное заведение), дворец в Нескучном (РАН) и Екатерининский дворец (военная академия). Организационно проще создать малый музей, занимающий отдельное помещение в историческом здании. Такие микро музеи можно было бы разместить во многих усадьбах, рассматривая их как первый этап музеефикации территории. Кроме того, вполне реально территориальное расширение старых музеев – Кусково и Останкино за счет присоединения к регулярной части парка пейзажной части.

И в музеях-усадьбах, и в парках общего пользования ощущается дефицит исторических функций. Не типовой, но исторический характер могли бы носить детские игры и детские площадки, спортивные игры и площадки, выставочные площадки. Продуктивно с точки зрения погружения в эпоху участие посетителей в разного рода бытовых исторических процессах.

Восстановление облика. Реставрационно-восстановительные работы, затронули многие усадебные объекты наследия. Памятники архитектуры восстанавливались на 25 территориях. В частности, было восстановлено 19 храмов, отреставрировано 14 главных усадебных домов, а также группы построек в музеях-заповедниках. Самые грандиозные работы – достройка руинированного дворца Екатерины II в Царицыно и воссоздание дворца Алексея Михайловича в Коломенском. В активной реставрационной деятельности на территории усадеб нельзя не отметить роль мэра: многие реставрационные инициативы исходили именно от него или активно им поддерживались.

Разительно меньше чем архитектурные сооружения восстанавливались парковые части ландшафтов, их растительные сообщества, дорожная сеть и пр. Целостное восстановление парков было осуществлено в трех музеях-заповедниках – Кусково, Останкино, Царицыно. В ряде усадеб не музейного использования восстановление парковых элементов было фрагментарным. Так, в усадьбе Измайлово еще в 1970-е гг. при благоустройстве берегов пруда высажена березовая роща; в усадьбе Дмитриева-Мамонова (институт РАН) восстановлены боскеты регулярного парка; в Нескучном (участок Орловых) восстановлена дорожная сеть пейзажного парка, в Свиблове облагорожены пруды у Яузы. Неспешно ведутся восстановительные работы в усадьбе Петровское-Разумовское. В двух парках общего пользования (усадьбы Воронцово и Трубецких) проведены комплексные работы по благоустройству, при которых были сохранены существующие исторические элементы и добавлены новые.

21 парковая территория не обновлялась более 50 лет. В результате действия времени парковые ландшафты потеряли не только исторические характеристики, но и просто рукотворность. В тех случаях, когда отреставрированы главный дом и малые формы, создается визуальный диссонанс между памятниками архитектуры и парковым окружением, обесценивается усадебный ландшафт в целом. Формирование ландшафта трудоемко, требует ежегодного, ежесезонного внимания. В силу отсутствия надобности в историческом ландшафте в советское и постсоветское время, стали привычными заросли вместо парка, повсеместная «ландшафтная помойка».

Для того, чтобы изменилась ситуация с этим видом культурного наследия, должен измениться вкус заказчика. Исторический парк должен рассматриваться им как как престижный объект недвижимости или оригинальный объект рекреации. Такой парк должен давать дивиденды также и структурам власти, призванным обеспечивать достойный облик столицы.

Процесс изменения мировоззрения не скор, но надежда на лучшее будущее московских усадебных ландшафтов есть. Есть границы и статус охраняемого объекта, есть тенденция в виде осуществленных и разработанных проектов восстановления исторических ландшафтов, а также массовые работы по приведению Москвы в благоустроенный европейский город.

УДК 631.523

## **ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СВОЙСТВА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СНЫТИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*AEGOPODIUM PODAGRARIA*)**

**Романов Дмитрий Викторович**, старший научный сотрудник Центра молекулярной биотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Сныть обыкновенная имеет долгую историю использования в медицине, выращивалась в качестве лекарственной травы в Средние века. Все части растения обладают противоревматическим, мочегонным, успокоительным и ранозаживляющим действием. В ходе экспедиции по территории России (от Кавказа до Байкала, протяженность маршрута 23 тыс. км.), нами была собрана уникальная коллекция, состоящая из 96 индивидуальных растений сныти. Ведется анализ коллекции и поиск кариоморф.

**Ключевые слова:** *aegopodium podagraria*, сныть обыкновенная, устойчивость, распространение, цитогенетика.

Сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.) - многолетнее травянистое растение семейства Зонтичные = Сельдерейные (*Umbelliferae* = *Apiaceae*). Уникальное растение, которое обладает рядом хозяйственно-ценных признаков: использование в пищу, отличный медонос, превосходные лечебные свойства, высокая кормовая ценность. Имеет долгую историю использования в медицине, выращивалась в качестве лекарственной травы в Средние века. Все части растения обладают

противоревматическим, мочегонным, успокоительным и ранозаживляющим действием. Используется при лечении ревматизма, артрита, болезней мочевого пузыря и кишечника, а также при ожогах, укусах, ранах, болях в суставах и др. [1, 2, 3]. В России распространена широко почти по всей европейской части от Карелии до Пермского края и Саратовской области, а также в южной полосе Сибири до Байкала, на Северном Кавказе [4], что свидетельствует о ее устойчивости к болезням, вредителям, неблагоприятным погодным условиям [5]. Эти качества позволяют рекомендовать сныть для использования в селекции Зонтичных, к которым относятся многие сельскохозяйственно-важные растения, такие как морковь, сельдерей, укроп, петрушка, кориандр, тмин и другие.

Для этого необходимо проводить селекционную работу по переносу генов хозяйственно-ценных признаков: устойчивости к болезням и вредителям, химического состава и др., от сныти другим сельскохозяйственно-важным представителям Зонтичных. Однако, чтобы селекционная работа велась более продуктивно, необходимо изучать сныть на молекулярно-генетическом и цитогенетическом уровне. Сныть остается генетически малоизученным видом: в базе данных NCBI размещено лишь 55 нуклеотидных последовательностей сныти. Что касается цитогенетики, то у сныти это направление также слабо развито: учеными было посчитано число хромосом сныти, но без построения кариотипов. Это обуславливает необходимость сбора коллекции растений сныти с разным числом хромосом для дальнейшего ее молекулярно-цитогенетического изучения.

В ходе экспедиции нами были обследованы обширные территории России, протяженность маршрута составила около 23 тыс. км. Была собрана уникальная коллекция, состоящая из 96 индивидуальных растений сныти из 48 различных мест. Всего было обследовано 24 региона РФ.

Нами был разработан высокоэффективный метод приготовления препаратов хромосом, в настоящее время ведется приготовление цитологических препаратов метафазных хромосом для всех изучаемых индивидуальных растений сныти обыкновенной. Также изучаются лечебные свойства сныти обыкновенной и возможность передачи этих свойств хозяйственно-ценным представителям семейства Зонтичные. Результаты работы помогут осуществить переход к экологически чистому сельскому хозяйству, уменьшить дозы применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений, создать безопасные и качественные продукты питания.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-76-00018).

### **Библиографический список**

1. Nilsson J., D'Hertefeldt T. Origin matters for level of resource sharing in the clonal herb *Aegopodium podagraria* // *Evolutionary Ecology*. – 2008. – Т. 22. – №. 3. – С. 437-448.
2. Wittig R. The origin and development of the urban flora of Central Europe // *Urban Ecosystems*. – 2004. – Т. 7. – №. 4. – С. 323-329.
3. Stefanovic O. et al. Antibacterial activity of *Aegopodium podagraria* L. extracts and interaction between extracts and antibiotics // *Turkish Journal of Biology*. – 2009. – Т. 33. – №. 2. – С. 145-150.

4. Tutin T. G. et al. Flora Europaea. Vol. 2. Rosaceae to Umbelliferae //Flora Europaea. Vol. 2. Rosaceae to Umbelliferae. – 1968.
5. Adwan G., Abu-Shanab B., Adwan K. Antibacterial activities of some plant extracts alone and in combination with different antimicrobials against multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* strains //Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. – 2010. – T. 3. – №. 4. – С. 266-269.

## Содержание

### ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ ИМЕНИ В.П. ГОРЯЧКИНА

<b>Дидманидзе О.Н., Гузалов А.С.</b> ПЕРСПЕКТИВА СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАКТОРА .....	3
<b>Дидманидзе О. Н., Хакимов Р.Т., Парлюк Е.П., Большаков Н.А.</b> ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОХЛАЖДАЮЩИХ СИСТЕМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТАНА В ГАЗОМОТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ .....	6
<b>Пухов Е.В., Следченко В.А., Лавренов Д.Н., Мешкова С.С.</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТ ПРИ УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР .....	10
<b>Виноградов О.В.</b> ТРЕБОВАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРИ КОММЕРЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА .....	13
<b>Девянин С.Н., Щукина В.Н.</b> ТЕЛЕМАТИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....	16
<b>Андреев О.П.</b> ТРАНСПОРТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УБОРКИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР .....	18
<b>Коротких Ю.С.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК ...	22
<b>Улюкина Е.А.</b> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЧИСТОТЫ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА .....	24
<b>Слепцов О.Н., Оськин И.А.</b> ПРИНЦИП РАБОТЫ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ .....	28
<b>Чельшев А.В., Шевкун Н.А.</b> АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СНЕГОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ .....	30
<b>Драный А.В., Кожезникова Н.Г.</b> АНАЛИЗ МИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ .....	33
<b>Скачков Е.В., Цымбал А.А.</b> АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ ПНЕВМОАКУСТИЧЕСКИХ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ЖИДКОСТИ В СРАВНЕНИИ С ТРАДИЦИОННЫМИ РАСПЫЛИТЕЛЯМИ .....	35
<b>Комаров С.А., Гамаюнов В.П.</b> АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ТЕПЛИЧНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ НАСАЖДЕНИЙ .....	39
<b>Ещин А.р В., Цымбал А.р А., Исаков П.М.</b> ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ БОЛЕЕ РАСШИРЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....	42
<b>Ерохин М.Н., Чупятов Н.Н.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ CVD-МЕТОДА МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ .....	45
<b>Гайдар С.М., Василевский А.В., Лагузин А.Б.,</b> АДсорбция фтор-ПАВ и ее влияние на смазку трибосопряжений в условиях граничного и гидродинамического трения .....	49
<b>Казанцев С.П., Серов Н.В.</b> МЕТОДИКА АНАЛИЗА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ .....	53
<b>Колокатов А.М.</b> НАНОТЕХНОЛОГИИ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ....	58



<b>Приходько И.Л.</b> , НОВОЕ В СТАНДАРТИЗАЦИИ ОЦЕНКИ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН .....	62
<b>Волков А.А., Шицын В.Ю., Кастелл Эрнандес Сантьяго Эстебан</b> ТЕХНОЛОГИЯ ВИБРОДУГОВОГО УПРОЧНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРРОДОБАВОК ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ РЕСПУБЛИКИ КУБА .....	67
<b>Посунько И.А., Щукин А.Г.</b> СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСЕРВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ИНГИБИТОРОВ .....	71
<b>Бурак П.И., Серов А.В.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОГО ДИАМЕТРА ПРИ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ОТВЕРСТИЙ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ПОКРЫТИЙ ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ .....	75
<b>Голубев Иван Г., Быков В.В., Голубев М.И., Спицын И.А.</b> АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ 3-D ПЕЧАТИ ПОЛИМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ .....	80
<b>Пыдрин А.В., Волков Алексей А.</b> ВОССТАНОВЛЕНИЕ СВОЙСТВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРИСАДОК .....	83
<b>Серов А.В., Соколова В.М.</b> ОСОБЕННОСТИ КИНЕМАТИКИ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКИ .....	87
<b>Серов Н.В., Соколова В.М.</b> ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ УПРОЧНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ .....	91
<b>Чеха О.В.</b> АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ: МЕХАНИКА В XXI ВЕКЕ И РАЗВИТИЕ ИДЕЙ Н.И. МЕРЦАЛОВА .....	96
<b>Грибкова Е.В.</b> РОЛЬ ДИСЦИПЛИНЫ «ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ» В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ .....	101
<b>Балабанов В.И.</b> ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ .....	104
<b>Балабанов В.И., Романенкова М.С.</b> УПРАВЛЕНИЕ ПРОДУКЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ .....	106
<b>Абдулмажидов ..</b> РАЗРАБОТКА И УТОЧНЕННЫЙ ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН В ПРОГРАММЕ INVENTOR PRO .....	109
<b>Леонтьев Ю.П.</b> ФОРМИРОВАНИЕ НАГРУЗКИ В ПРИВОДЕ ДВУХРОТОРНОГО КАНАЛОКОПАТЕЛЯ .....	113
<b>Леонтьев Ю.П., Макаров А. А.</b> ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТА НА ВЕЛИЧИНУ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЫХЛЕНИЮ .....	117
<b>Кизяев Б.М., Мартынова Н.Б.</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАШИН ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ РАБОТ .....	120
<b>Теловов Н.К.</b> УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУЛЬДОЗЕРА С ГАЗОВОЗДУШНЫМ СМАЗОЧНЫМ МЕХАНИЗМОМ .....	124
<b>Домущи Д.А., Енакиев Ю.И.</b> АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ СБОРА УРОЖАЯ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР ПО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ЗАТРАТАМ .....	128
<b>Палкин Н.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ИМПУЛЬСНЫХ ЭФФЕКТОВ ПРИ РАЗУПЛОТНЕНИИ ТЯЖЕЛЫХ ПО МЕХАНИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ПОЧВОГРУНТОВ .....	133

<b>Шохин А.М., Поддубный В.И., Шохин К.А.</b> ОБ УМНОЖЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ ПРИ УЛУЧШЕНИИ МИКРОКЛИМАТА В ОТРЫТОМ ГРУНТЕ .....	137
<b>Корнеев А.Ю.</b> МАШИНЫ ДЛЯ УКЛАДКИ КАПЕЛЬНОЙ ЛЕНТЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ .....	142
<b>Скороходов А.Н., Левшин А.р Г., Майстренко Н.А.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПОСЕВНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ПО КРИТЕРИЯМ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ....	146
<b>Левшин А.Г., Чечет В.А., Левшин А.А., Ондар А.М.</b> ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ БУКСОВАНИЯ КОЛЕСА .....	152
<b>Дидманидзе Ремзи Н., Гузалов Артёмбек С.</b> ОЦЕНКА РАЗБРАСЫВАТЕЛЕЙ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПО ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ .....	155
<b>Каратаева О.Г., Кукушкина Т.С., Каратаев Г.С.</b> РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА В ХМЕЛЕВОДСТВЕ .....	157
<b>Майстренко Н.А., Воротникова О.С.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ .....	161
<b>Хорт Д.О., Смирнов И.Г., Филиппов Р.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ .....	165
<b>Ондар А.М.</b> КЛАСТЕРИЗАЦИЯ РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА ПО УРОВНЮ МИГРАЦИИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ .....	169
<b>Бутузов А.Е.</b> АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ УКРЫВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАННЕГО КАРТОФЕЛЯ .....	173
<b>Егоров В.В., Чечет В.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ИНДИКАТОРНЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ МАШИН С ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ (НА ПРИМЕРЕ АВТОТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ) .....	177
<b>Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж.</b> ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, ИЗГОТОВЛЕНИИ И РЕМОНТЕ МАШИН .....	181
<b>Антонова У.Ю.</b> ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ .....	185
<b>Вергазова Ю.Г., Антонова У.Ю.</b> ПРОЦЕДУРА УПРАВЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ .....	188
<b>Вергазова Ю.Г.</b> ПОСАДКИ СОЕДИНЕНИЙ ВАЛ – ВТУЛКА СО ШПОНКОЙ .....	191
<b>Карпузов В.В.</b> СОЗДАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АПК .....	194
<b>Куликов А. А.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ФУНКЦИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	198
<b>Куликов А.А., Сапожников И.И.</b> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА И КАЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ОТВЕРСТИЙ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ СЕРВИСЕ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ В АПК.....	201
<b>Лебедев А.Т., Павлюк Р.В.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ И ЗАЗОРОМ НА ПРИМЕРЕ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ «VECTOR» .....	204

<b>Петухов А.Е., Пчелкин А.А.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДЕКСОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ .....	208
<b>Петухов Д.М.</b> РАЗРАБОТКА КАЛИБРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ШЛИЦЕВЫХ ОТВЕРСТИЙ КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ АВТОМОБИЛЕЙ ГАЗ .....	211
<b>Пчелкин А.А., Петухов А.Е.</b> УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА ПО КОНТРОЛЬНЫМ КАРТАМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АПК .....	214
<b>Самордин А.Н.</b> SWOT-АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ТС В АПК .....	217
<b>Сапожников И.И.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМБИНАЦИИ МЕТОДОВ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО РЕМОНТУ МАШИН .....	220
<b>Селезнёва Наталья И.</b> КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	223
<b>Темасова Г.Н.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАТЕГОРИЙ ЗАТРАТ НА СООТВЕТСТВИЕ И ПОТЕРЬ ОТ НЕСООТВЕТСТВИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА .....	226
<b>Черкасова Э. И., Голиницкий П.В.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОВСЯНОЙ КРУПЫ НА ЭТАПАХ ТОВАРОДВИЖЕНИЯ .....	229
<b>Черкасова Э. И., Голиницкий П. В.</b> ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ .....	232
<b>Шкаруба Н.Ж., Леонов О.А.</b> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ОТ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ДОПУСКОВОМ КОНТРОЛЕ ДЕТАЛЕЙ .....	235
<b>Пастухов А.Г., Тимашов Е.П., Бахарев Д.Н., Шарая О.А.</b> КАРДАНЫЕ ВАЛЫ В ТЕХНИКЕ: ПРИМЕНЕНИЕ И ОЦЕНКА ...	237
<b>Арумугам Гриша</b> ПРИМЕНЕНИЕ 3D СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕОМЕТРИИ ФРИКЦИОННЫХ ДИСКОВ .....	242
<b>Катаев Ю.В.</b> АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ .....	245
<b>Корнеев В.М., Петровский Д.И.</b> ПОДХОД К ВЫБОРУ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ СЕРВИСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	248
<b>Кравченко И.Н.</b> МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ И ОБНОВЛЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА .....	250
<b>Гайдар С. М., Петровская Е.А.</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ .....	255
<b>Орлов А.М., Сливов А.Ф.</b> ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ .....	258
<b>Богачев Б.А., Караваев В.М.</b> ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МОЛОТКОВ ДРОБИЛОК ДИФфуЗИОННЫМ ХРОМИРОВАНИЕМ .....	262
<b>Петрищев Н.А., Данков А.А., Макаркин И.М., Саяпин А. С., Поспелов А.Р.</b> СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ И РЕМОНТА АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОЙ ТЕХНИКИ .....	266
<b>Чванов К.Г.</b> ОТРАБОТАННЫЙ МОЮЩИЙ РАСТВОР, КАК МНОГОФАЗНАЯ ГЕТЕРОГЕННАЯ СИСТЕМА .....	269

<b>Чепурина Е.Л.</b> ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ .....	274
<b>Матвеев А.И., Андреев С.А.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ZIG-BEE-ТЕХНОЛОГИИ В ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ .....	279
<b>Сухов А.А., Стушкина Н.А.</b> ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОПОРШНЕВЫХ АГРЕГАТОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ .....	283
<b>Жданкин Г.В., Сторчевой В.Ф., Новикова Г.В.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОВОЛНОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ ОТХОДОВ УБОЯ ЖИВОТНЫХ .....	287
<b>Сторчевой В.р Ф., Компаниец А.Е.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНАТОРА-ИОНИЗАТОРА НА МОЛОЧНЫХ ФЕРМАХ .....	292
<b>Тишков В.В., Лещинская Т.Б.</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ 6-10 кВ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ .....	294
<b>Тишков В.В., Лещинская Т.Б.</b> НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ .....	297
<b>Селезнева Д.М.</b> АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР УСТАНОВОК ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ И ОБЕСПЫЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УСТАНОВОК .....	300
<b>Ахремчик О.Л.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОЙ ПЛАТФОРМЫ «ЭНЕРГОКРУГ» В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	304
<b>Поручиков Д.В., Ершова И.Г.</b> РАЗРАБОТКА СВЧ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ МЯСНОГО СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ МАССИРОВАНИЯ .....	306
<b>Ершова И.Г., Поручиков Д.В.</b> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ .....	311
<b>Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А.</b> ВЫБОР КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПО КОМПЛЕКТОВАНИЮ ПАРКА МАШИН ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИИ .....	315
<b>Апатенко А.С., Кравченко И.Н., Бушов Д.А.</b> КРИТЕРИИ ВЫБОРА МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ РЕМОНТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН В ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ .....	320
<b>Апатенко А.С., Алеев В.М.</b> ГАЗОТЕРМИЧЕСКОЕ НАПЫЛЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН .....	322
<b>Карапетян М.А.</b> АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДВИЖИТЕЛЕЙ НА ПОЧВУ .....	324
<b>Кочнев Д.М.</b> ЗАВИСИМОСТЬ РОСТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА ОТ УРОВНЯ МЕХАНИЗАЦИИ В СЕЛЬСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....	328
<b>Выбрик Е.И.</b> ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА .....	330
<b>Матвеев А.С., Орлов Н.Б.</b> МЕТОДЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ .....	332

<b>Попов В.В., Мочунова Н.А.</b> ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПОТРЕБНОСТИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	336
<b>Попов В.В., Мочунова Н.А.</b> НОВЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОТРЕБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ В ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ ...	340
<b>Орлов Б.Н., Матвеев А.С.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ ПО ПЕРЕУВЛАЖНЕННОЙ ПОЧВЕ .....	342
<b>Подхватилин И.М., Новиченко А.И., Горностаев В.И.</b> МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ КОМПРОМИССНЫХ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ .....	347
<b>Савин А.Н.</b> ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЯ В ПЛОТНОМ ТРАНСПОРТНОМ ПОТОКЕ .....	352
<b>Сучугов С.В.</b> ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	354
<b>Алдошин Н.В., Золотов А.А.</b> ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ МОЛОТИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ .....	355
<b>Алдошин Н.В., Исмаилов И.И.</b> ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР .....	360
<b>Лискин И.В., Миронов Д.А., Панов А.И.</b> ИСПЫТАНИЯ НА АБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС ЛЕЗВИЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ .....	364
<b>Лылин Н.А.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЧЕСЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПРИ УБОРКЕ РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР .....	367
<b>Астахов В.С.</b> ПРОЕКТ МАШИНЫ ДЛЯ РАВНОМЕРНОГО ВНЕСЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ИХ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ПРИМЕНЕНИИ .....	370
<b>Орловский С.Н.</b> ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ БЕССОШНИКОВОЙ СЕЯЛКИ ДЛЯ ПОСЕВА ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР .....	375
<b>Орловский С.Н.</b> ПЛУЖНЫЙ КАНАВОКОПАТЕЛЬ КАНАТНО-ЛЕБЕДОЧНОЙ ТЯГИ .....	380
<b>Чиков В.И., Ахтямова Г.А., Пахомова В.М.</b> ПРОТИВОРЕЧИЕ МЕЖДУ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ АГРОТЕХНИКОЙ И ЭВОЛЮЦИОННЫМ РАЗВИТИЕМ РАСТЕНИЙ ДОЛЖНО БЫТЬ УСТРАНЕНО .....	383
<b>Чиков В.И.</b> НА ПУТИ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ .....	388
<b>Евдокимов В.Г., Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С.</b> ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ .....	393
<b>Пастухов А.Г., Бахарев Д. Н., Вольвак С.Ф.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОЩАДКИ КОНТАКТА ФАСОННОГО ШИПА ДЕКИ МОЛОТИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА И ЗЕРНА КУКУРУЗЫ ПРИ ОБМОЛОТЕ .....	396
<b>Королькова А.П.</b> СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЗАРУБЕЖНЫХ КОМПАНИЙ - ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ .....	399
<b>Пухов Е.В., Следченко В.А., Мешкова С.С.,</b> РАЗРАБОТКА ЗАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА ДИСКОВОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА .....	403
<b>Старовойтов В.И., Пехальский М.И.</b> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ ПО ОРГАНИЧЕСКИМ ТЕХНОЛОГИЯМ .....	408
<b>Пляка В.И.</b> РЕГУЛИРОВКИ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА РОТОРНОГО ТИПА .....	412

<b>Самарина Ю.Р.</b> ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОДГОТОВКИ КОРМОВ К ДЛИТЕЛЬНОМУ ХРАНЕНИЮ .....	414
<b>Щитов С.В., Самарина Ю.Р.</b> ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КОРМОВ К ДЛИТЕЛЬНОМУ ХРАНЕНИЮ .....	418
<b>Junming Hou, Enchao Yao, Zhuoyun Zheng</b> SIMULATION AND ANALYSIS OF CUTTING FORCE OF CASTOR STALK .....	422
<b>Старовойтова О.А., Масюк Ю.А.</b> ТЕХНОЛОГИЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ ОТ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА ПРИ СНИЖЕНИИ ПЕСТИЦИДНОЙ НАГРУЗКИ .....	427
<b>Бицоев Б.А.</b> ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕКАПИТАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ РАННЕГО .....	432
<b>Мехедов Михаил А.</b> МУЛЬЧИРОВАНИЕ ПОЧВЫ ПЛЁНКОЙ, КАК ОПЕРАЦИЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ .....	435
<b>Калугин А.А., Житенко И.С.</b> ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОЛЕСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ УЛУЧШЕНИЕМ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ КАЧЕСТВ .....	438
<b>Шаров В.В., Ценч Ю.С.</b> ПРИОРИТЕТЫ РОССИИ В МИРОВОМ ТРАКТОРОСТРОЕНИИ .....	443
<b>Смелик В.А., Новиков М.А., Ерошенко Л.И., Перекопский А.Н.</b> РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО УВЛАЖНЕНИЯ .....	446
<b>Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Чайка В.А.</b> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТОВ ТИАТОН И ХЕЛАТОН ЭКСТРА В ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ .....	448
<b>Кудрявцев А.В., Никифоров М.В., Фирсов А.С.</b> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЧЕК .....	453
<b>Кудрявцев А.В., Голубев В.В.</b> АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ВЫРАВНИВАТЕЛЬ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ .....	455
<b>Никифоров М.В., Елисеев Ю.В., Голубев В.В.</b> РАЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫРАВНИВАТЕЛЯ ПОЧВЫ .....	459
<b>ЩигOLEV С.В.</b> ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ПОЧВЫ ПОД КОЛЕСАМИ САМОХОДНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН НА ИХ ПОПЕРЕЧНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ .....	463
<b>Аллаяров Ж.Ж., Манохина А.А.</b> МЕТОДЫ ХРАНЕНИЯ КЛУБНЕПЛОДОВ .....	468
<b>Манохина А.А.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОПИНАМБУРА В РФ .....	473
<b>Славкин В.И., Махмутов М.М., Хисматуллина Ю.Р.</b> ОЦЕНКА ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ТРАКТОРОВ .....	476
<b>Гаспарян И.Н., Мельников А.В.</b> ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОВОГО ПРОРАЩИВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАННЕГО КАРТОФЕЛЯ .....	482

## ФАКУЛЬТЕТ САДОВОДСТВА И ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

<b>Черятова Ю.С.</b> К.А. ТИМИРЯЗЕВ - ПРОФЕССОР КАФЕДРЫ БОТАНИКИ ПЕТРОВСКОЙ АКАДЕМИИ .....	486
<b>Раджабов А.К.</b> 100 ЛЕТ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ САДОВО-ОГОРОДНОЙ СТАНЦИИ ...	490
<b>Старых Г.А., Гончаров А.В.</b> АКАДЕМИК Г.И. ТАРАКАНОВ – УЧИТЕЛЬ И ДРУГ .....	494
<b>Ушакова О.В., Молчанова А.В., Ушаков В.А., Котляр И.П.</b> ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПРОРАЩИВАНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРОРОСТКОВ ГОРОХА ОВОЩНОГО ( <i>Pisum sativum</i> L.) .....	497
<b>Елисеев А.Ф., Михайлова А.Д., Елисеева О.В.</b> ОСОБЕННОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА У РАЗЛИЧНЫХ СОРТОТИПОВ МОРКОВИ .....	501
Дыйканова М.Е. ПРИЁМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ РАННЕГО В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАННЕЙ ПРОДУКЦИИ .....	505
<b>Воробьев М.В., Богданова В.Д.</b> ВЫРАЩИВАНИЕ СЕМЕННИКОВ СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ .....	507
<b>Демьянова-Рой Г.Б., Смирнова Н.В.</b> ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ ТОМАТА ГИБРИДА МАНАР В РАССАДНЫЙ ПЕРИОД .....	508
<b>Каращук О.А., Замятина Н.Г., Рогачев Ю.Б.</b> КУЛЬТИВИРОВАНИЕ И СЕМЕНОВОДСТВО <i>LIGUSTICUM SCOTICUM</i> SSP. <i>HULTENII</i> (FERNALD) <i>HULTEN</i> – ЛИГУСТИКУМ ХУЛЬТЕНА - В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ПЕРВОГО МОСКОВСКОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА .....	513
<b>Романов Д.В.</b> ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СВОЙСТВА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СНЫТИ ОБЫКНОВЕННОЙ ( <i>AEGORODIUM PODAGRARIA</i> ) .....	515
<b>Коровкин О.А.</b> ОБ ОСОБОМ ТИПЕ КЛОНОВ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ .....	517
<b>Ушанов А.А.</b> ОЦЕНКА ИНБРЕДНЫХ РОДИТЕЛЬСКИХ ЛИНИЙ И ГИБРИДОВ ОГУРЦА НА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ .....	522
<b>Чичёв А.В., Фатин С.Н.</b> ТРАВЯНИСТАЯ ФЛОРА ДЕНДРОСАДА ИМЕНИ Р.И. ШРЕДЕРА .....	526
<b>Чистова А.В.</b> ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ШОКА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭМБРИОГЕНЕЗА В КУЛЬТУРЕ МИКРОСПОР МОРКОВИ ...	528
<b>Козловская Л.Н., Богомолов С.А.</b> ЭПИДЕРМАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ НЕКОТОРЫХ ОБРАЗЦОВ <i>ORIGANUM VULGARE</i> L. ....	529
<b>Козловская Л.Н., Богомолов С.А.</b> НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ – <i>ORIGANUM VULGARE</i> L. ....	533
<b>Матюхин Д.Л.</b> МОДУЛИ, АРХИТЕКТУРНЫЕ ЕДИНИЦЫ, СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ МОНОРИТМИЧЕСКИХ ПОБЕГОВ: ОБЪЕМ ТЕРМИНОВ И ПЕРЕСЕЧЕНИЯСМЫСЛОВ .....	536
<b>Попченко М.И., Попченко М.Р.</b> РОЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ФОРМИРОВАНИИ АДВЕНТИВНОГО КОМПОНЕНТА ФЛОРЫ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ВОСТОКА КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ .....	539
<b>Сахоненко А.Н., Матюхин Д.Л.</b> УКРОЧЕННАЯ ОСЕВАЯ ОСНОВА КУСТАРНИКОВ: ТИПЫ, РАЗВИТИЕ, РОЛЬ .....	542

<b>Середин Т.М., Агафонов А. Ф., Кривенков Л.В., Баранова Е.В., Романов В.С., Шумилина В.В., Шевченко Т.Е.</b> ВЫДЕЛЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЛУКА МНОГОЯРУСНОГО ( <i>ALLIUM PROLIFERUM</i> SCHRAD.) ПО УРОВНЮ СОДЕРЖАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЛИСТЬЯХ .....	546
<b>Горяйнова Д.А., Балобанова Н.П., Балобанова С.П., Мигачев А.С.</b> МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЛИСТА КОЛОКОЛЬЧИКА ШИРОКОЛИСТНОГО ( <i>SAMPANULA LATIFOLIA</i> ) .....	548
<b>Горяйнова Д.А., Балобанова Н.П., Балобанова С.П., Мигачев А.С.</b> МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ КОЛОКОЛЬЧИКА ШИРОКОЛИСТНОГО ( <i>SAMPANULA LATIFOLIA</i> ) .....	551
<b>Шарафутдинов Х.В., Молканова О.И., Мелещук Е.</b> СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗМНОЖЕНИЯ ВИШНИ МЕТОДОМ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ( <i>IN VITRO</i> ) И ЗЕЛЕНЬМИ ЧЕРЕНКАМИ .....	553
<b>Шарафутдинов Х.В., Ладыженская О.В., Локонова А.А.</b> РАЗМНОЖЕНИЕ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В ДЕКОРАТИВНОМ САДОВОДСТВЕ .....	557
<b>Исачкин А.В., Крючкова В.А., Матюхин Д.Л., Симахин М.В., Хайдуков А.Г.</b> АНАЛИЗ ВИДОВ И ФОРМ СОСЕН, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА .....	561
<b>Орлова Е.Е.</b> КАУДИЦИФОРМНЫЕ ПРЕДСТАВИТЕЛИ СЕМЕЙСТВА ВИНОГРАДНЫЕ ( <i>VITACEAE</i> ), ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ОРАНЖЕРЕЙНОЙ КУЛЬТУРЕ .....	566
<b>Исачкин А.В., Зубик И.Н., Потапова А.В.</b> КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА РАСТЕНИЯМИ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ ( <i>HIPPORHAE RHAMNOIDES</i> ) В УСЛОВИЯХ ГБС РАН .....	569
<b>Кузнецова С.Н.</b> ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ ТЮЛЬПАНА ГИБРИДНОГО В УСЛОВИЯХ ТВЕРСКОГО РЕГИОНА .....	573
<b>Тазин И.И., Тазина С.В.</b> РАЗВИТИЕ ГРИНКИПИНГА В РОССИИ .....	576
<b>Тазина С.В., Тазин И.И., Прилепский А.И.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ДЕРНОВЫХ ПОКРЫТИЯХ СПОРТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ .....	578
<b>Козлова Е.А.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФЯНЫХ ТАБЛЕТОК LIFFY ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАССАДЫ ОДНОЛЕТНИХ ЦВЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР НА ПРИМЕРЕ ПЕТУНИИ .....	582
<b>Ренгартен Г.А.</b> СЕЛЕКЦИЯ РЯБИНЫ КАК ДЕКОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ В СТРАНАХ МИРА ...	585
<b>Фадеев В.В., Раджабов А.К.</b> ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА .....	590
<b>Попов А.Е.</b> ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ПЛОДОНОШЕНИЯ НОВЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ НА СРЕДНЕРОСЛОМ ПОДВОЕ 54-118 .....	592
<b>Перелович В.Н.</b> ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И СПОСОБОВ ПРЕДПОСАДОЧНОЙ ПОДГОТОВКИ ОДРЕВЕСНЕВШИХ ЧЕРЕНКОВ ВИНОГРАДА НА КОРНЕОБРАЗОВАНИЕ .....	594



<b>Самощенко Е.Г., Буланов А.Е., Жучков А.Н.</b> ВЛИЯНИЕ ЛЕТНЕЙ ОБРЕЗКИ ВИШНИ И ЧЕРЕШНИ НА ОТРАСТАНИЕ НОВЫХ ПОБЕГОВ И ИХ РЕГЕНЕРАЦИОННУЮ СПОСОБНОСТЬ .....	598
<b>Панова М.Б.</b> ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА КАЧЕСТВО УРОЖАЯ СОРТОВ ВИНОГРАДА МЕЖВИДОВОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ МОСКВЫ .....	601
<b>Гужова Е.Е., Самощенко Е.Г., Паничкин Л.А.</b> ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОДНОЛЕТНИХ ПОБЕГОВ ЯБЛОНИ И СЛИВЫ НА ЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ .....	604
<b>Раджабов А.К.</b> К 90 – ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА СМИРНОВА К.В. ....	607
<b>Багиров Орхан Рза оглы</b> АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЫБРАННЫХ ФОРМ ЧЕРЕШНИ .....	611
<b>Довганюк А.И., Довганюк С., Ромахина А.К.</b> МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЦВЕТОВОЙ СРЕДЫ ТЕРРИТОРИИ ОБЪЕКТА ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ .....	615
<b>Леонова В.А.</b> ОСОБЕННОСТИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ПРОСТРАНСТВА ТЕРРИТОРИИ МОНАСТЫРЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ПЯТИ ОБЪЕКТОВ) .....	619
<b>Березкина И.В.</b> ПАРК УСАДЬБЫ ОСТАНКИНО .....	623
<b>Пирогова К.И.</b> АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ ПРИЕМОВ БЛАГОУСТРОЙСТВА В ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ ГОРОДА .....	628
<b>Скабелкина О.А.</b> ЛАНДШАФТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВЫХ ЦЕНТРОВ (НА ПРИМЕРЕ МОСКВЫ) .....	631
<b>Скок А.В., Шлапакова С.Н.</b> АССОРТИМЕНТ ЦВЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР Г. БРЯНСКА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЕГО ФОРМИРОВАНИЮ С УЧЕТОМ РАСТЕНИЙ – БИОИНДИКАТОРОВ .....	635
<b>Ханбабаева О.Е.</b> АНАЛИЗ АССОРТИМЕНТА И КОЛОРИСТИКИ ПАРАДНЫХ ЦВЕТНИКОВ ГОРОДСКИХ ПАРКОВ МОСКВЫ .....	639
<b>Борисов В.А., Разин А.Ф., Разин О.А.</b> ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ОВОЩЕВОДСТВА .....	644
<b>Дормидонтова В.В.</b> АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОТКРЫТЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ НА ПРИМЕРЕ КОПЕНГАГЕНА .....	651
<b>Черняевская Е.Н.</b> ЛАНДШАФТЫ ИСТОРИЧЕСКИХ УСАДЕБ МОСКВЫ. АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ .....	653
<b>Романов Д.В.</b> ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СВОЙСТВА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СНЫТИ ОБЫКНОВЕННОЙ (AEGORODIUM PODAGRARIA) .....	657

*Научное издание*

# ДОКЛАДЫ ТСХА

Выпуск 291

(Часть II)

Ответственная за выпуск: *В.С. Бобер*

Подписано в печать 21.02.2019 г. Формат 60×84 1/16.  
Усл. печ. л. 39,18. Тираж 100 экз. Заказ 110..

Издательство РГАУ-МСХА  
127550, Москва, Тимирязевская ул., 44  
Тел.: 8 (499) 977-00-12; 977-40-64