

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА**



**СБОРНИК ТРУДОВ,  
приуроченных к Международной научно-практической студенческой  
конференции: «Научный форум: Экономика, управление и цифровые  
технологии в АПК-2024»  
20 ноября 2024 г.**

ТОМ 4

Москва  
Издательство РГАУ-МСХА  
2024

УДК 338.43:004  
ББК 65.32:16.2  
Э 40

Э 40 Сборник трудов, приуроченных к Международной научно-практической студенческой конференции: «Научный форум: Экономика, управление и цифровые технологии в АПК-2024», 20 ноября 2024 года: сборник статей. Том 4. / под ред. Л.И. Хоружий, Ю.Н., Романцевой и др. [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф. данные (10.9 Мб). – Москва: Издательство РГАУ - МСХА, 2024. – 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM). – Систем. требования: ПК 500 и выше; 256 Мб ОЗУ; Windows XP; SVGA с разрешением 1024×768; AdobeAcrobat; CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана.

В четвертом томе сборника трудов Международной научно-практической студенческой конференции: «Научный форум: Экономика, управление и цифровые технологии в АПК-2024», представлены результаты исследований студентов Российского государственного аграрного университета, российских и зарубежных вузов. В работах отражены результаты исследований по современным технологиям в мелиоративной гидротехнике, цифровым технологиям в агроинженерии и энергетике сельского хозяйства, а также рассмотрены вопросы управления земельными и лесными ресурсами.

Сборник публикуется по результатам конференции в рамках проекта развития студенческого научного общества в 2024 году и по соглашению о представлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий № 075-15-2024-607 от 30 мая 2024 г., направленного на поддержку студенческого научного общества РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева

Издание адресовано студентам бакалавриата и магистратуры, аспирантам, ученым, научно-педагогическим работникам и специалистам, занимающихся изучением и решением проблем, связанных с тематикой конференции

#### **Редакционная коллегия:**

директор института экономики и управления АПК Хоружий Л.И., заместитель директора по науке и практике института экономики и управления АПК Романцева Ю.Н., заместитель директора по науке и практике института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова Мочунова Н.А., заместитель директора по науке и практике института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Федоткин Р.С., доцент кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина Селезнева Д.М., ассистент кафедры гидротехнических сооружений Жукова Т.Ю., ассистент кафедры землеустройства и лесоводства Гостева Д.Ю., ассистент кафедры землеустройства и лесоводства Гостев В.В., учебный мастер кафедры тракторов и автомобилей Меркелова Т.В., доцент кафедры статистики и кибернетики Демичев В.В., доцент кафедры статистики и кибернетики Маслакова В.В., ассистент кафедры статистики и кибернетики Ульяновкин А.Е.,

ISBN 978-5-9675-2050-1

© Коллектив авторов, 2024

© ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024

## СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕЛИОРАТИВНОЙ ГИДРОТЕХНИКЕ»

УДК 502/504

### ПРОФЕССИЯ ИНЖЕНЕРА-ГИДРОТЕХНИКА: КЛЮЧ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ И ИННОВАЦИЯМ

*Азанова Дарья Александровна, студент 6 курса специалитета Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, Кафедра гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, azanova\_daria@mail.ru*

*Научный руководитель – Зборовская Марина Ильинична, к.т.н., доцент, доцент кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, zborovskya@rgau-msha.ru*

*Научный руководитель – Фартуков Василий Александрович, к.т.н., доцент, доцент кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, fartukov@rgau-msha.ru*

*Аннотация:* Инженер-гидротехник играет ключевую роль в проектировании и эксплуатации гидротехнических сооружений, таких как гидроэлектростанции, плотины и каналы. Сегодня очень важна подготовка в гидрологии, гидравлике и экологии. Важны навыки, такие как критическое и аналитическое мышление, а также умение работать в команде. Мы знаем примеры успешных проектов, таких как Иркутская ГЭС и комплекс защиты Санкт-Петербурга от наводнений, которые иллюстрируют вклад гидротехников в устойчивое развитие и защиту окружающей среды. Не вызывает сомнений значимость профессии инженера-гидротехника для общества и будущих поколений и это подчеркивает возможность студентов гидротехников внести свой вклад в решение глобальных проблем, связанных с водными ресурсами и экологией.

*Ключевые слова:* Инженер-гидротехник, гидротехнические сооружения, гидроэлектростанции, плотины, водные ресурсы, устойчивое развитие, защита от наводнений, проектирование, примеры успешных проектов.

### THE HYDRAULIC ENGINEERING PROFESSION: THE KEY TO SUSTAINABILITY AND INNOVATION

*Azanova Daria Alexandrovna, 6<sup>th</sup> year specialty's student, Institute of Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Department of Hydraulic Structures, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, azanova\_daria@mail.ru*

*Scientific supervisor – Zborovskaya Marina Ilyinichna, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hydraulic Structures, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, zborovskya@rgau-msha.ru*

*Scientific supervisor – Aptukov Vasily Alexandrovich, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hydraulic Structures, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, fartukov@rgau-msha.ru*

**Annotation:** *Hydraulic engineers play a key role in the design and operation of hydraulic structures such as hydroelectric power stations, dams and canals. Today, training in hydrology, hydraulics and ecology is essential. Skills such as critical and analytical thinking and the ability to work in a team are important. We know examples of successful projects such as the Irkutsk Hydroelectric Power Station and the St. Petersburg Flood Protection Complex, which illustrate the contribution of hydraulic engineers to sustainable development and environmental protection. There is no doubt about the importance of the hydraulic engineering profession for society and future generations, and this highlights the opportunity for hydraulic engineering students to contribute to solving global problems related to water resources and ecology.*

**Key words:** *Hydraulic engineer, hydraulic structures, hydroelectric power plants, dams, water resources, sustainable development, flood protection, design, examples of successful projects*

Поговорим о профессии, которая не только увлекательна, но и крайне важна для нашего общества – профессии инженера-гидротехника. В условиях глобальных изменений климата и растущей потребности в ресурсах, роль гидротехников становится всё более значимой. Давайте погрузимся в мир гидротехнических сооружений и узнаем, как эта профессия может стать вашим путём к успеху и вкладу в устойчивое будущее.

### **Что делает инженер-гидротехник?**

Инженер-гидротехник – это специалист, который проектирует и управляет гидротехническими сооружениями, такими как гидроэлектростанции, плотины, каналы и насосные станции. Эти сооружения играют ключевую роль в управлении водными ресурсами, обеспечивая не только энергетическую безопасность, но и защиту от наводнений, орошение

### **Знания и навыки**

Работа в этой области требует сочетания различных знаний и навыков:

- Гидрология и гидравлика: понимание поведения водных потоков и их взаимодействия с окружающей средой.

- Инженерное проектирование: использование современных технологий и программного обеспечения для создания эффективных и безопасных

гидротехнических сооружений. (Рис.1)

- Экологические аспекты: способность учитывать влияние проектов на окружающую среду и разрабатывать решения, способствующие устойчивому развитию. (Рис.2)



**Рисунок 1 – Инженерное проектирование;**  
**Рисунок 2 – Экологические аспекты**

### **Почему это важно?**

Инженеры-гидротехники играют важную роль в решении глобальных проблем:

- Устойчивое управление водными ресурсами: в условиях изменения климата и растущего потребления воды, эффективное управление водными ресурсами становится критически важным.

- Защита от природных бедствий: проекты по защите от наводнений и других природных катастроф помогают сохранить жизнь и имущество. (Рис.3)



**Рисунок 3 – Защита от паводковых вод**

- Экологические инновации: работа над восстановлением экосистем и внедрением новых технологий для очистки и защиты водоемов.

### **Успешные примеры**

Вспомним несколько успешных проектов, которые вдохновляют будущих инженеров:

- Иркутская ГЭС: первая крупная гидроэлектростанция Восточной Сибири, обеспечившая регион стабильной энергией и водоснабжением. (Рис.4)



Рисунок 4 – Иркутская ГЭС

- Комплекс защиты Санкт-Петербурга от наводнений: уникальный проект, который защищает город от наводнений, сохраняя его историческое наследие. (Рис.5)



Рисунок 5 – Комплекс защиты Санкт-Петербурга от наводнений

### **Ваш вклад в будущее**

Вы, как будущие инженеры-гидротехники, имеете возможность не только строить, но и защищать, разрабатывать и восстанавливать. Вы можете стать частью команды, которая меняет мир к лучшему, создавая безопасные и устойчивые экосистемы, способствуя развитию общества и улучшению качества жизни.

### **Заключение**

Профессия инженера-гидротехника – это не просто работа, это возможность внести свой вклад в устойчивое развитие нашей планеты. Если вы хотите стать частью этого важного дела, изучайте, развивайтесь и готовьтесь к тому, чтобы решать сложные задачи, стоящие перед обществом. Вы можете стать теми, кто изменит мир!

### Библиографический список

1. Семёнов, А. И. Гидротехнические сооружения. — М.: Издательство "Транспорт", 2015. — 320 с.
2. Кузнецов, М. А. Гидравлика и гидрология. — СПб.: Издательство "Гидрометеиздат", 2016. — 280 с.
3. Павлов, В. Н. Основы проектирования и эксплуатации гидротехнических сооружений. — Екатеринбург: Уральский государственный университет, 2018. — 350 с.
4. Голубев, В. В. Гидрология и управление водными ресурсами. — Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2017. — 400 с.
5. Сидоров, В. С. Инженерные решения в гидротехнике. — Казань: Казанский федеральный университет, 2019. — 250 с.
6. Беляев, А. В. Экологические аспекты гидротехнического строительства. — М.: Издательство "Экология", 2014. — 300 с.
7. Тимофеев, А. Н. Гидротехнические сооружения: проектирование и строительство. — Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет, 2020. — 360 с.
8. Зимнюков, В. А. Учет экологических факторов при оценке жизненного цикла гидротехнических сооружений / В. А. Зимнюков, М. И. Зборовская, А. В. Белавкин // Экологические и биологические системы / Отв. редакторы: С.В. Котелевцев, С.Н. Орлов, О.М. Горшкова, С.А. Остроумов. — Москва : ООО "МАКС Пресс", 2015. — С. 23-27. — EDN VNBLFD.
9. Зборовская, М. И. Значение водных объектов в формировании экологического каркаса урбанизированной территории / М. И. Зборовская, В. А. Зимнюков, Н. Ю. Козимиров // Экологические и биологические системы / Отв. редакторы: С.В. Котелевцев, С.Н. Орлов, О.М. Горшкова, С.А. Остроумов. — Москва : ООО "МАКС Пресс", 2015. — С. 20-23. — EDN VNBLET.
10. О безопасности гидротехнических сооружений Рублевского гидроузла (Рублевской станции водоподготовки - РВС) / Л. И. Кондратьев, М. И. Зборовская, В. А. Зимнюков, Г. В. Кавжарадзе // Природообустройство. — 2010. — № 3. — С. 29-38. — EDN MUQATH.
11. Оценка воздействия комплексов гидротехнических сооружений на формирование ландшафтов водоохраных зон Москворецкой и Волжской водохозяйственных систем / М. А. Хрусталева, С. В. Суслов, М. И. Зборовская, В. А. Зимнюков // Природообустройство. — 2019. — № 1. — С. 27-34. — EDN UONCAL.
12. Применение искусственного интеллекта при оптимизации орошения и применении гербицидов / А. Ю. Федосов, А. М. Меньших, В. А. Фартуков [и др.] // Экономика строительства. — 2023. — № 2. — С. 42-51. — EDN GQLPCF.
13. Гидромелиорация земель и водное хозяйство / Х. А. Абдулмажидов, Н. А. Александров, М. С. Али [и др.]. — Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2022. — 358 с. — ISBN 978-5-6049409-4-5. — EDN HNSMXI.

## ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ГИДРОТЕХНИКЕ

*Алабар Ханан, студент 2 курса магистратуры Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, Кафедра гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, hananalabar180@gmail.com*

*Научный руководитель – Зборовская Марина Ильинична, к.т.н., доцент, доцент кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, zborovskya@rgau-msha.ru*

*Научный руководитель – Фартуков Василий Александрович, к.т.н., доцент, доцент кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, fartukov@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Статья посвящена применению цифровых двойников в гидротехнике, их роли в оптимизации проектирования, эксплуатации и мониторинга гидротехнических сооружений. Анализируется концепция цифрового двойника как инструмента для реального моделирования поведения физических объектов, что повышает эффективность управления ресурсами и снижает риски аварий. Также обсуждаются современные технологии, такие как интернет вещей (IoT) и большие данные, которые способствуют их созданию и функционированию. Рассматриваются вызовы и перспективы использования цифровых двойников, включая интеграцию с существующими системами и необходимость повышения квалификации специалистов.

*Ключевые слова:* Цифровые двойники; Гидротехнические сооружения; Оросительные системы; Уровень грунтовых вод; Прогностический анализ; Мониторинг; Оптимизация; Водные ресурсы; Удаленный контроль.

## DIGITAL TWINS IN HYDRAULIC ENGINEERING

*Alabar Hanan, 2th year master's student, Institute of Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Department of Hydraulic Structures, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy hananalabar180@gmail.com*

*Scientific supervisor – Zborovskaya Marina Ilyinichna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hydraulic Structures, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, zborovskya@rgau-msha.ru*

*Scientific supervisor – Fartukov Vasily Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hydraulic Structures, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural*

**Annotation.** *The article focuses on the application of digital twins in hydraulic engineering and their role in optimizing the design, operation, and monitoring of hydraulic structures. It analyzes the concept of a digital twin as a tool for accurately modeling the behavior of physical objects, which enhances resource management efficiency and reduces the risk of accidents. The article also discusses modern technologies, such as the Internet of Things (IoT) and big data, that facilitate the creation and operation of digital twins. Additionally, it considers the challenges and prospects of using digital twins, including integration with existing systems and the need for improved skills among specialists.*

**Key words:** *Digital twins; Hydraulic structures; Irrigation systems; Groundwater level; Predictive analysis; Monitoring; Optimization; Water resources; Remote control*

Цифровой двойник (Digital Twin) — это виртуальная модель реального объекта или системы, которая отображает его состояние и поведение в реальном времени (рис. 1). В гидротехнике цифровые двойники могут быть использованы для моделирования, мониторинга и оптимизации различных гидротехнических сооружений, таких как гидроэлектростанции, плотины, водохранилища, системы водоснабжения и дренажа.

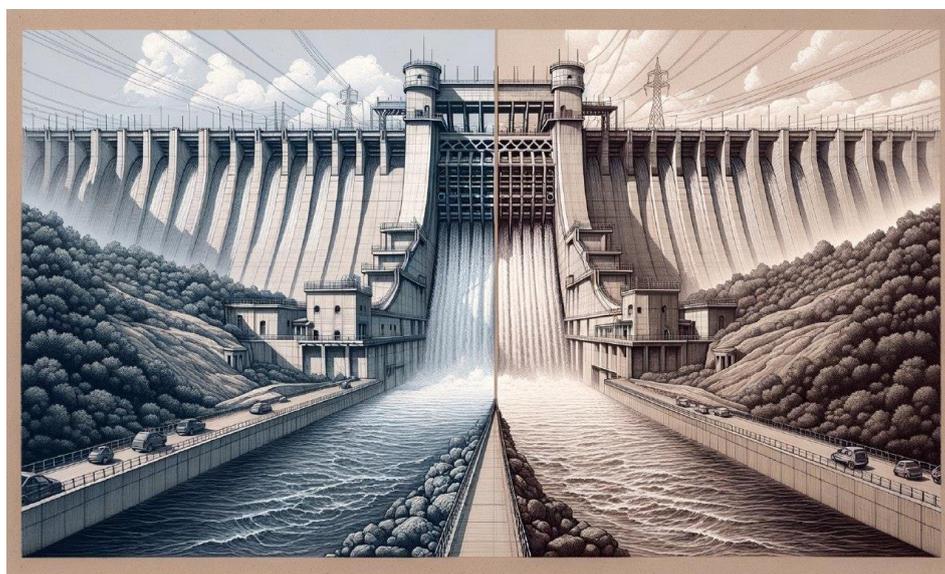


Рисунок 1 – Реальное и цифровое сооружение

### **Преимущества цифровых двойников в гидротехнике**

Одним из основных преимуществ использования цифровых двойников в гидротехнике является возможность более точного и эффективного проектирования гидротехнических сооружений. С помощью цифровых двойников можно проводить детальное моделирование гидродинамических процессов, анализировать воздействие различных факторов на работу

сооружений и оптимизировать их конструкцию.

### **Цели**

Цифровые двойники позволяют проводить прогностический анализ состояния гидротехнических сооружений и предсказывать возможные проблемы или аварийные ситуации. Это позволяет оперативно принимать меры по предотвращению аварийных ситуаций и улучшению безопасности эксплуатации сооружений.

#### **Моделирование работы гидроэлектростанций**

Цифровой двойник может быть использован для создания виртуальной модели гидроэлектростанции, которая отображает работу турбин, генераторов, системы управления и других компонентов. Это позволяет проводить анализ эффективности работы станции, оптимизировать процессы генерации энергии и предсказывать возможные проблемы.

#### **Моделирование поведения рек и водохранилищ**

Цифровой двойник может использоваться для создания модели поведения рек и водохранилищ при различных условиях, таких как изменения уровня воды, наводнения, изменения климатических условий и другие факторы. Это помогает прогнозировать потенциальные проблемы, разрабатывать меры по предотвращению наводнений и оптимизировать управление водными ресурсами.

#### **Мониторинг состояния гидротехнических сооружений.**

Мониторинг состояния гидротехнических сооружений: Цифровой двойник может использоваться для непрерывного мониторинга состояния различных гидротехнических сооружений, таких как плотины, дамбы, каналы и трубопроводы. Это позволяет оперативно выявлять потенциальные проблемы, проводить анализ состояния сооружений и предсказывать возможные отказы [2,3,4].

### **Принятие решения**

Цифровые двойники в гидротехнике позволяют инженерам и операторам получать более полное представление о работе гидротехнических сооружений, а также принимать обоснованные решения по оптимизации процессов эксплуатации и обслуживания (рис. 3).

В мелиорации

Цифровые двойники также могут быть использованы в мелиоративных гидротехнических сооружениях, таких как системы дренажа, оросительные системы, каналы и дренажные сооружения (рис. 2).

Моделирование и оптимизация оросительных систем

Цифровой двойник может использоваться для создания виртуальной модели оросительной системы, которая позволяет анализировать распределение воды, эффективность орошения, потери воды и энергии, а также оптимизировать работу системы для увеличения производительности (рис. 3-5) [5-7].

Мониторинг состояния дренажных систем:

Цифровой двойник может быть использован для непрерывного

мониторинга состояния дренажных систем, что позволяет оперативно выявлять засоры, утечки, переполнения и другие проблемы, а также предсказывать возможные отказы и проводить анализ состояния системы.

### Прогнозирование поведения почвы и уровня грунтовых вод

Цифровой двойник может использоваться для моделирования поведения почвы и уровня грунтовых вод в мелиоративных землях. Это позволяет прогнозировать изменения уровня влажности, оптимизировать системы оросительного и дренажного обеспечения, а также предотвращать возможные проблемы, связанные с избыточной или недостаточной влажностью (рис. 5) [5-7].

### Цифровые модели полива дождевальными машинами

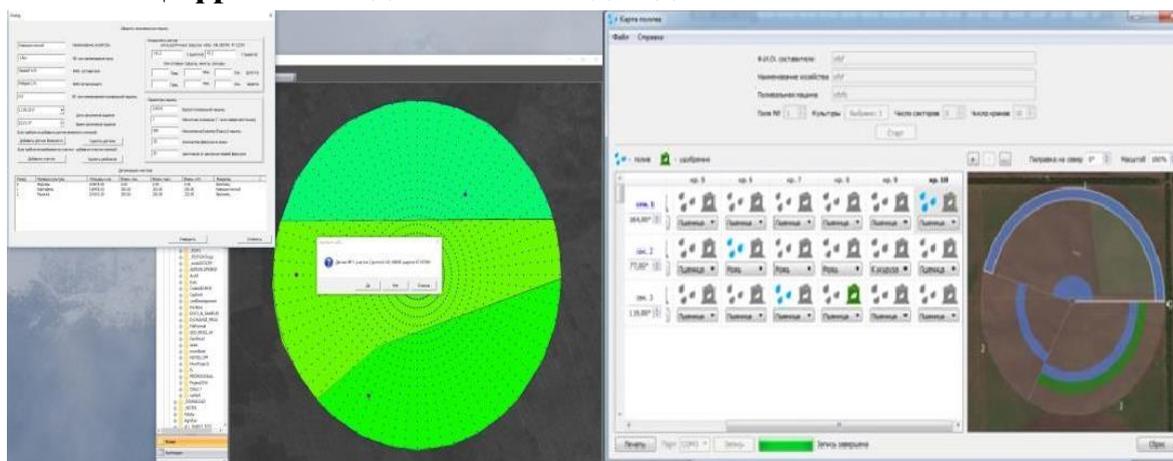


Рисунок 2 – Удаленный контроль и управление.

### Диаграмма работы интеллектуальной системы полива

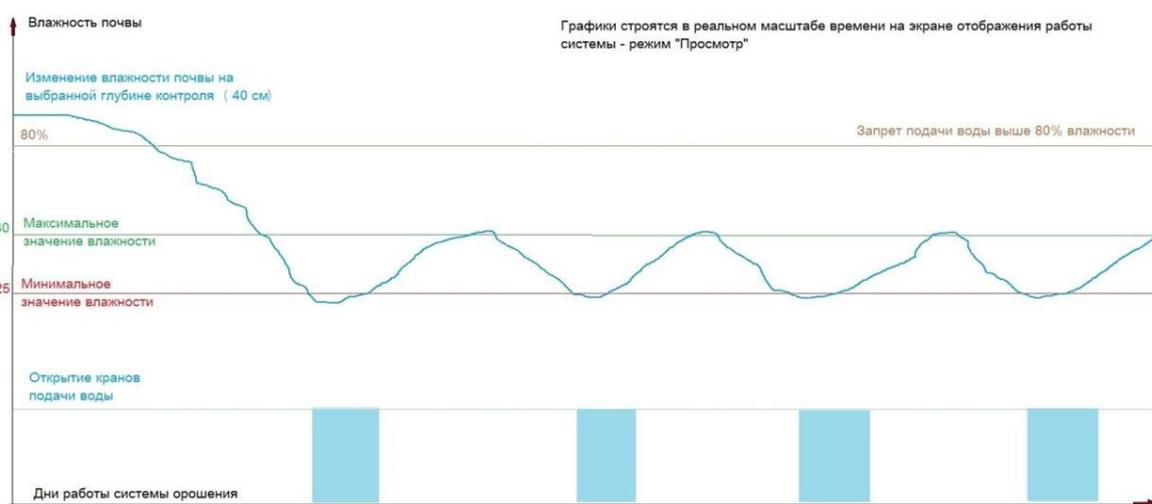


Рисунок 3 – Результат оптимизации полива

График дифференцированной подачи воды на поле с капустой представлен на рис. 5.



Рисунок 4 – График дифференцированной подачи воды

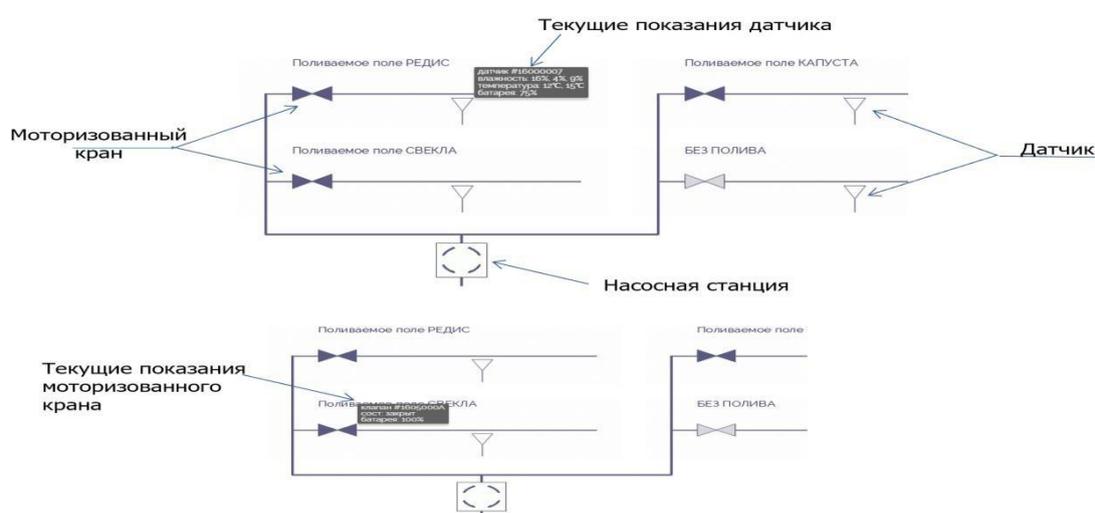


Рисунок 5 – Цифровой двойник оросительной системы

**Выводы:** очевидна важность цифровых технологий для устойчивого развития гидротехнической инфраструктуры и её адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды.

### Библиографический список

1. Костюков, А. В., и Руденко, А. В. (2020). "Цифровые двойники в гидротехническом строительстве: возможности и перспективы." Гидротехническое строительство, 10, 45-50.
2. Семенов, И. Н. (2021). "Применение цифровых двойников для мониторинга состояния гидротехнических сооружений." Журнал водных ресурсов, 8(2), 23-30.
3. Лебедев, В. П. (2022). "Современные подходы к созданию цифровых двойников в строительстве." Строительство и архитектура, 5, 67-73.
4. Федоров, Д. С. (2023). "Цифровые технологии в управлении гидротехническими сооружениями." Водные ресурсы России, 11(1), 34-40.

5. Петров, С. А. (2019). "Интеграция технологий IoT и больших данных в цифровые двойники." Научный вестник НГТУ, 12(3), 12-18.

6. Принципы управления орошением овощных культур / В. А. Фартуков, М. И. Зборовская, А. Ю. Федосов [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2022. – № 11. – С. 262-268. – EDN CFRAET.

7. Применение искусственного интеллекта при оптимизации орошения и применении гербицидов / А. Ю. Федосов, А. М. Меньших, В. А. Фартуков [и др.] // Экономика строительства. – 2023. – № 2. – С. 42-51. – EDN GQLPCF.

УДК 556.52: 624.9

## **ПРОБЛЕМЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ШАРИ С УЧЁТОМ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ (РЕСПУБЛИКА ЧАД)**

*Блама Бурку, студент 2 курса магистратуры института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, Blama93@mail.ru*

*Научный руководитель – Глазунова И.В., к.т.н., доцент, доцент кафедры гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, ivglazunova@mail.ru*

***Аннотация:** В статье рассматриваются гидрологические вопросы и перспективы развития реки Шари как источника орошения (Республика Чад) с учётом анализа текущей водной ситуации и экономических прогнозов, основанных на демографических данных. Описана общая схема водопользования, и основные проблемы, связанные с воздействиями на озеро Чад.*

***Ключевые слова:** бассейне реки Шари, водопользование, орошение, озеро Чад, проблемы комплексного водопользования*

## **WATER MANAGEMENT PROBLEMS IN THE SHARI RIVER BASIN WITH RESPECT TO IRRIGATED AGRICULTURE (REPUBLIC OF CHAD)**

*Blama Burku, 2th year second-year master's student, Institute of Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Blama93@mail.ru*

*Scientific supervisor - Glazunova Irina Viktorovna, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hydraulics, Hydrology and Water Resources Management, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ivglazunova@mail.ru*

***Annotation:** The article discusses hydrological issues and prospects for the development of the Shari River as a source of irrigation (Republic of Chad), taking into account the analysis of the current water situation and economic forecasts based on demographic data. The general scheme of water use and the main problems associated with impacts on Lake Chad are described.*

***Key words:** The Shari River basin, water use, irrigation, The Lake Chad, problems of integrated water use.*

Анализ водных ресурсов и структуры управления водными ресурсами

республики Чад в бассейне реки Шари показал, что подземные воды широко используются для водоснабжения городского и сельского населения, животноводства и орошения. При этом поверхностные воды рек практически не используются населением. Анализ водопользования в бассейне реки Шари показал, что на общенациональный охват питьевой водой приходится 63,5% потребностей подземных вод в воде при значительном разрыве между городской средой (90%) и сельскими районами (65%). Основными источниками питьевой воды для домашних хозяйств являются следующие: 44% поступает из колодцев, 31% - из фонтанов или водопроводов и 30% - из поверхностных вод

Река Шари протяжённостью 1200 км берет своё начало в Центральноафриканской Республике (рис 1) и протекает через Чад, а затем впадает в озеро Чад. Это главный приток озера, обеспечивающий его водоснабжение. Река Шари протекает в тропическом дождевом гидрологическом режиме со средним расходом в Нджамене 1059 м<sup>3</sup>/с [3].

Исторически река претерпевала значительные изменения из-за климатических изменений, включая уменьшение количества осадков и катастрофические наводнения [2,4]. Текущая гидрологическая динамика показывает тенденцию к повышению уровня воды, недавно достигшего 6,56 м в Нджамене, что вызывает опасения по поводу наводнений [1].

Река Шари имеет решающее значение для орошения в Чаде, не в последнюю очередь из-за её значительного вклада в водоснабжение озера Чад, которое поддерживает сельское хозяйство в регионе.

Водные ресурсы: река Шари обеспечивает постоянный приток, необходимый для выращивания посевов в межсезонье и огородничества, особенно в городских районах, таких как Нджамена [1,2].

Устойчивое сельское хозяйство: аллювиальные земли в русле реки способствуют выращиванию разнообразных культур, позволяя фермерам оптимизировать производство с помощью ручного орошения [2].

Местная экономика: орошение из Шари поддерживает жизненно важные виды экономической деятельности, такие как огородничество, тем самым способствуя продовольственной безопасности и средствам к существованию местного населения.

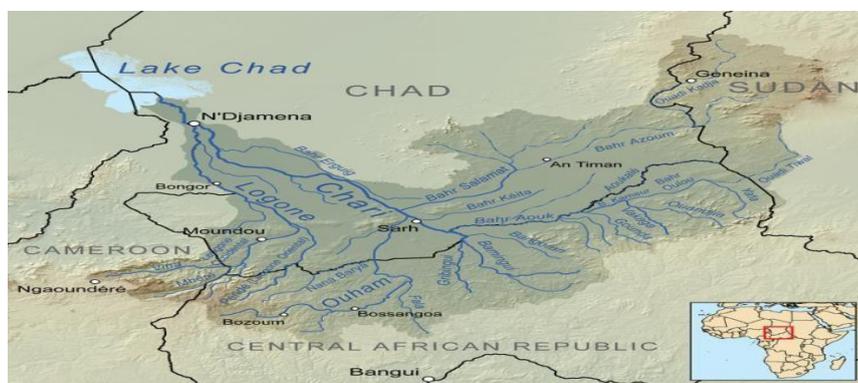


Рисунок 1 – Карта, на которой показан водосборный бассейн реки Шари

Река Шари берет своё начало в горных районах Центральноафриканской Республики, от слияния рек Баминги и Грибинги. Он проходит примерно 800 км через Чад, где проходит через столицу Нджамену, прежде чем образовать границу между Чадом и Камеруном. Река Шари впадает в озеро Чад, на долю которого приходится почти 80% потребляемой воды. Его режим-Тропический дождевой, с заметными паводками в ноябре и выраженным затишьем в марте-апреле [2]. Общая протяжённость реки Шари составляет около 1200 км. Он берет своё начало в Центральноафриканской Республике и протекает через Чад, а затем впадает в озеро Чад, на которое приходится почти 80 % его водозабора [1,3, 4]. Основные притоки реки Шари включают : Логон : главный приток, он впадает в реку Шари в Нджамене. Бахр Сара (Уам): приносит значительный объем воды. Бахр-Аук: впадает в Шари до того, как попадёт в Чад. Бахр-Кейта: ещё один важный приток. Бахр-Саламат: также способствует очищению реки Шари. Баминги: берет начало в Центральноафриканской

Гидрологический режим реки Шари в Чаде характеризуется изменчивостью стока и экстремальными явлениями, такими как наводнения и засухи.

Сток реки Шари сильно варьируется в зависимости от сезона, с заметными паводками с июня по сентябрь. Скорость потока может достигать 3400 м<sup>3</sup>/с во время половодья, а осадка может опускаться до 180 м<sup>3</sup> / С [2]. Уровень воды в последнее время достиг рекордно высокого уровня, например 8,8 метра в октябре 2024 года, что привело к сильным наводнениям.

Наблюдались длительные периоды засухи, особенно с 1970-х годов, что привело к значительному сокращению объёма воды в озере Чад [3]. Эти гидрологические колебания усугубляются изменением климата, что делает управление водными ресурсами ещё более сложным. Река Шари оказывает значительное влияние на озеро Чад как с точки зрения притока воды, так и с точки зрения исторического развития. Река Шари вместе с рекой Логон обеспечивает примерно 90-95% притока воды из озера Чад, что составляет от 15 до 34 км<sup>3</sup> в год [1, 2]. В отличие от других рек, таких как Комадугу-Йобе и Эль-Бейд, они приносят гораздо меньшие объёмы, соответственно 0,5 км<sup>3</sup>/год и около 2,2% стока Шари [1,3]. На гидрологический режим Шари повлияли климатические колебания, что привело к изменениям в стоках. Длительные периоды засухи привели к значительному сокращению потребления воды [2].

Изменение климата может усилить испарение и изменить режим выпадения осадков, что усиливает колебания стока реки Шари и влияет на уровень озера Чад. [5]. Эти совокупные факторы подчёркивают важность реки Шари для водной устойчивости озера Чад и будущие проблемы, связанные с управлением этим важным ресурсом. Использование реки Шари для орошения в Чаде основано на нескольких существующих ирригационных системах, объединяющих различные технологии и инфраструктуру.

Существующие ирригационные системы используют различные методы орошения. Традиционный метод: использует силу тяжести для распределения воды по полу, часто по каналам или каналам. Подкатегории орошение

бороздами, орошение бордюрами и орошение бассейнов. Дождевание обеспечивает более равномерное распределение и эффективно для больших площадей. Системы микроорошения: подают воду непосредственно к корням растений по шлангам с капельницами, сводя к минимуму потери на испарение и сток, но в условиях жаркого климата и засоленных почв, капельницы забиваются солями.

Водозаборные сооружения и насосные станции: забирают воду из реки и направляют её в ирригационную систему. Трубопроводные и распределительные системы: транспортируют воду от источника к полям, включая каналы и трубы. Дренажные системы: удаляют лишнюю воду, чтобы предотвратить перенасыщение почвы и обеспечить промывной режим на засоленных почвах. Эти системы необходимы для максимального повышения эффективности орошения и удовлетворения потребностей сельского хозяйства в условиях растущей изменчивости климата.

Использование реки Шари для орошения имеет значительный потенциал для расширения, что требует оценки потребностей и реализации стратегий устойчивого управления. В Чаде стремятся увеличить орошаемые площади до одного миллиона гектаров за счёт интеграции различных ирригационных систем, адаптированных к местным особенностям.

Инновационные технологии внедрение современных технологий, таких как капельное орошение и полив дождевание системы, могут повысить эффективность использования воды [5]. Анализ урожая: оценка потребностей различных культур в воде имеет решающее значение для оптимизации потребления и сокращения отходов. Комплексное планирование: комплексный подход, учитывающий потребности производителей и имеющиеся ресурсы, имеет решающее значение для обеспечения эффективного орошения [2, 3]. Децентрализация: передача управления водными ресурсами производителям позволяет повысить ответственность и улучшить адаптацию к местным условиям [3]. Обучение и повышение осведомлённости: образовательные программы для фермеров по передовым методам орошения необходимы для повышения их устойчивости к изменению климата [6,10]. Подходы, основанные на широком участии: вовлечение местных сообществ в планирование водных ресурсов и управление ими способствует устойчивому и справедливому использованию [3,4]. Эти элементы имеют решающее значение для развития устойчивого орошаемого сельского хозяйства в Чаде при оптимальном использовании водных ресурсов реки Шари и обеспечения питания водой озера Чад.

### **Выводы**

Река Шари является важным ресурсом для орошения в Чаде, но её использование сопряжено со значительными гидрологическими и сельскохозяйственными проблемами. Выполнено обобщение гидрологических и сельскохозяйственных проблем. Зависимость экономики Республик Чад от водных ресурсов реки Шари для орошения сталкивается с изменчивостью климата, приводящей к периодам засухи и наводнений.: Орошение имеет

решающее значение для сельскохозяйственного производства и продовольственной безопасности, но неравный доступ к воде может усугубить конфликты между пользователями. Необходимы актуальные и обоснованные рекомендации по комплексному управлению водными ресурсами. Принятие подходов КИВР (GIRE): содействует комплексному управлению водными ресурсами (GIRE) для обеспечения баланса интересов заинтересованных сторон и обеспечения равного доступа к воде [7]. Также важным является наращивание потенциала: обучение местных заинтересованных сторон передовым методам ирригации и устойчивого управления ресурсами [8,9,10]. Для обеспечения устойчивой инфраструктуры водопользования необходимы инвестиции в эффективную и устойчивую ирригационную инфраструктуру, для максимально эффективного использования воды и обеспечения водного питания для озера Чад, что спасет его от пересыхания решит многие экологические проблемы.

### **Библиографический список**

- 1) Tchad : le fleuve Chari pourrait franchir la barre des 8 mètres d'ici ...  
<https://tchadinfos.com/tchad-le-fleuve-chari-pourrait-franchir-la-barre-des-8-metres-dici-debut-octobre/>
- 2) Dynamique des extrêmes hydrologiques du système Chari ... - PIAHS  
<https://piahs.copernicus.org/articles/384/241/2021/>
- 3) [PDF] Dynamique des extrêmes hydrologiques du système Chari ...  
<https://piahs.copernicus.org/articles/384/241/2021/piahs-384-241-2021.pdf>
- 4) I-1. Le fonctionnement  
[https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers16-01/010063405.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers16-01/010063405.pdf)
- 5) [PDF] Données hydrologiques sur la rive droite du Bas-Chari (République du ...  
[https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_6/b\\_fdi\\_39-40/13242.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_39-40/13242.pdf)
- 6) ESA - Eduspace FR - Météo et climat - Contexte - European Space Agency  
[https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace\\_Weather\\_FR/SEMS6B9W1NH\\_0.html](https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Weather_FR/SEMS6B9W1NH_0.html)
- 7) Кирейчева, Л. В. Экологически безопасные ресурсы. Технические решения очистки дренажно-сбросных вод / Л. В. Кирейчева, И. В. Глазунова // Вода Magazine. – 2008. – № 4. – С. 44-47. – EDN PTUNOZ.
- 8) Frédéric Saha, Mesmin Tchindjang, Jean-Guy Dzana, and Djasrabé Nguemadjita <<Dynamique des extrêmes hydrologiques du système Chari-Logone et risques naturels dans la région de l'extrême-nord du Cameroun>>
- 9) Оценка количества и качества дренажных и поверхностных вод, поступающих в речную сеть бассейна реки волги с осушительных систем нечерноземной зоны РФ Кирейчева Л.В., Лентяева Е.А. В сборнике: Мелиорация земель - неотъемлемая часть восстановления и развития АПК Нечерноземной зоны Российской Федерации. Материалы международной научно-практической конференции. 2019. С. 215-221.
- 10) Принципы моделирования мелиоративного режима при комплексных

мелиорациях : по теме 12.03.01 "Разработать совокупность принципов, методов, средств и форм управления режимами комплексных мелиораций земель для различных природных комплексов" / Л. В. Кирейчева, В. М. Яшин, И. В. Глазунова [и др.]. – Москва: Российская академия сельскохозяйственных наук, 2001. – 67 с. – ED

**Васильев Дмитрий Владиславович**, студент 3 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, Dima136v@yandex.ru

**Научный руководитель – Lentyaeva Ekaterina Alekseevna**, к.т.н., доцент кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязев, elentyaeva@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются различные виды мембран, применяемых для очистки сточных вод. Описываются принципы работы и характеристики микрофльтрационных, ультрафльтрационных и нанофльтрационных мембран, а также технологии обратного осмоса. Обсуждаются преимущества и недостатки каждого вида мембран, что помогает понять, какой тип наиболее подходит для конкретных задач очистки воды.

**Ключевые слова:** мембрана, вода, очистка, обратный осмос, водоподготовка.

## **MEMBRANE TYPES FOR WASTEWATER TREATMENT**

**Vasiliev Dmitriy Vladislavovich**, Bachelor student, Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Dima136v@yandex.ru

**Scientific supervisor – Lentyaeva Ekaterina Alekseevna**, Ph.D in Technical Science, Associate Professor, Department of Agricultural Water Supply, Sewerage, Pumps and Pumping Stations, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, elentyaeva@mail.ru

**Annotation.** This article explores various membrane types used for wastewater treatment. The principles of operation and characteristics of microfiltration, ultrafiltration, and nanofiltration membranes are described, along with reverse osmosis technology. The advantages and disadvantages of each membrane type are discussed, aiding in the understanding of which type is most suitable for specific water treatment objectives.

**Key words:** membrane, water, treatment, reverse osmosis, wastewater,

particles.

## Введение

Основным источником водоснабжения в большинстве регионов Российской Федерации (РФ) являются поверхностные воды рек (водохранилищ) и озер, на долю которых приходится 65-68% от общего объема забора воды. Однако, несмотря на ряд мер государственной поддержки экологического и реабилитационного характера таким как Федеральный проект (ФП) «Чистая вода», нацпроект «Экология», большинство водных объектов и на сегодняшний день характеризуются низким качеством воды и требуют водоподготовки для дальнейшего их использования как в хозяйственно-питьевом, так и в промышленном водоснабжении [1]. При выборе технологий водоподготовки первостепенную роль играет объективная оценка источника водоснабжения [2,3,4]. Гидрохимический режим поверхностных водоисточников формируется в условиях интенсивной хозяйственной деятельности на водосборах [5].

Так например створы бассейна в р. Волги в течение многолетнего периода преобладали с водой 3-го класса качества ("загрязненная" или "очень загрязненная"), в 2023 г. число которых составило 87,9 %. По данным фонового загрязнения поверхностных вод Российской Федерации согласно результатам анализа сети комплексного фонового мониторинга в 2023 г. фоновое содержание ртути, свинца, кадмия в поверхностных водах большинства районов Российской Федерации соответствовало интервалам величин для ртути 0,05–1,67 мкг/л, свинца 0,43–1,91 мкг/л, кадмия 0,02–0,22 мкг/л. [6]. Так же стабильное превышение предельно-допустимых концентраций (ПДК) в поверхностных водных объектах РФ наблюдается по наиболее распространенным загрязняющим веществам таким как соединения меди, железа, цинка, марганца, алюминия, фенолы, нефтепродукты, органические вещества [7,8].

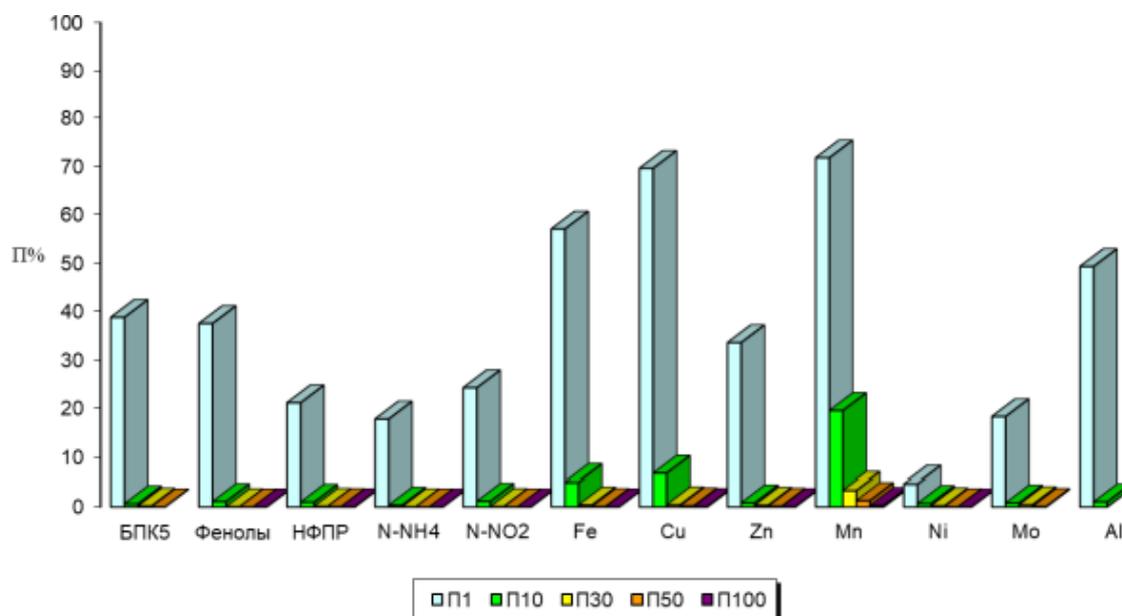


Рисунок 1 – Соотношение повторяемостей (PI) концентраций разного

## уровня отдельных загрязняющих веществ в поверхностных водах Российской Федерации в 2023 г [6]

Один из наиболее эффективных методов водоподготовки – применение мембранных технологий. В данной статье мы рассмотрим основные типы мембран, которые используются для очистки вод, их плюсы и минусы.

Задачами мембранной технологии применительно загрязненным водам являются:

- очистка вод, содержащих загрязняющие вещества;
- очистка вод, содержащих растворенные и эмульгированные загрязнения;
- вывод и утилизация загрязняющих веществ,
- концентрирование и очистка органических и неорганических компонентов;
- доочистка воды после очистных сооружений (удаление остаточной биомассы, органических загрязнителей, снижение цветности и др.):
- удаление биологически стойких загрязнений;
- возврат очищенной воды на повторное использование или сброс в канализацию.

В процессах разделения водных смесей полупроницаемая мембрана является селективно разделяемой перегородкой, позволяющая отделять определенные компоненты, размер которых варьируется от долей микронов до истинно растворенных веществ (молекулы, ионы) (рис.2).

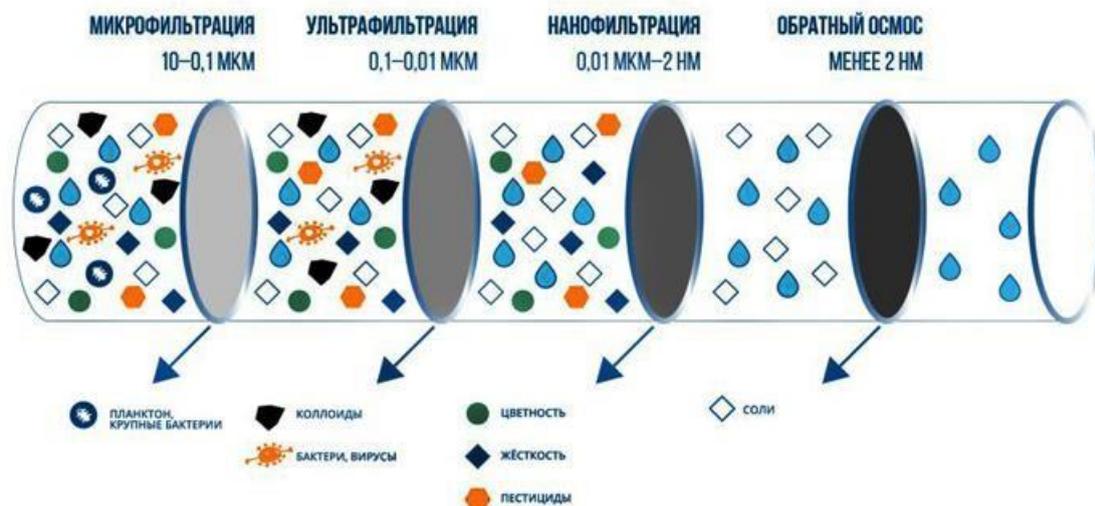


Рисунок 2 – Схема очистки воды в зависимости от типа мембран [9]

Разделение растворов происходит благодаря движущей силе (градиенту потенциала), то есть различным процессам по обе стороны мембраны. Мембранные процессы подразделяются на: баромембранные с перепадом давлений ( $\Delta P$ ), термомембранные при разности температур ( $\Delta T$ ), электромембранные при разности электрохимического потенциала ( $\Delta U$ ), диффузионные при разности концентраций ( $\Delta C$ ). Соответственно движущей силой в данных процессах являются - перепад давлений или

трансмембранное давление, разность температур, разность электрохимического потенциала, разность концентраций [10]. К методам разделения жидкостей нашедшим практическое значение в настоящее время относятся: микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос.

Микрофильтрационные мембраны применяются для устранения из сточных вод твердых частиц, таких как песок, глина и другие механические примеси. Их поры имеют размер от 0,1 до 10 мкм и могут быть изготовлены из различных материалов, включая полипропилен, нейлон и полиэфирсульфон.

Эти мембраны широко используются в разных сферах, например, в очистке сточных вод (удаление песка, глины и других механических примесей из сточных вод перед последующей обработкой), в пищевой промышленности (очистка воды от твердых частиц, которые могут повлиять на качество продукции) и в фармацевтической промышленности (обеспечение чистой воды, используемой в производстве лекарственных препаратов) [11].

*Преимущества микрофильтрационных мембран:*

- эффективное удаление твердых частиц - микрофильтрационные мембраны способны эффективно удалять твердые частицы из воды, обеспечивая её чистоту;
- простота конструкции и эксплуатации делает микрофильтрационные мембраны удобными в использовании;

- низкая стоимость по сравнению с другими методами очистки,

*Недостатки микрофильтрационных мембран:*

- не удаляют растворённые вещества;
- требуют регулярной очистки или замены для поддержания эффективности очистки

## **2. Ультрафильтрационные мембраны**

Принцип работы ультрафильтрационных мембран основан на использовании пор определённого размера, которые позволяют пропускать воду, но задерживать коллоидные частицы и микроорганизмы. Размер пор может варьироваться от 0,01 до 0,1 мкм, что позволяет выбирать оптимальный вариант для конкретных задач очистки [10,11].

*Преимущества ультрафильтрационных мембран:*

- высокая эффективность очистки от коллоидных частиц и микроорганизмов;
- возможность использования в различных областях, включая пищевую промышленность и медицину;

*Недостатки ультрафильтрационных мембран:*

- более высокая стоимость по сравнению с микрофильтрационными мембранами;
- необходимость тщательного контроля параметров процесса очистки. Для обеспечения эффективной работы ультрафильтрационных мембран необходимо тщательно контролировать параметры процесса очистки, такие как давление, температура и скорость потока.

## **3. Нанофильтрационные мембраны**

Наночильтрационные мембраны предназначены для удаления из сточных вод ионов металлов, солей и других растворённых веществ. Они имеют поры размером от 0,001 до 0,01 мкм и также изготавливаются из различных материалов.

Наночильтрация служит для умягчения воды из артезианских скважин, предфильтрации морской воды, получения концентрированных растворов в фармацевтической, парфюмерной и пищевой промышленности и т.д. [10,11,12].

*Преимущества наночильтрационных мембран:*

- удаление растворённых веществ, которые не удаляются другими методами;

- возможность повторного использования очищенной воды.

*Недостатки наночильтрационных мембран:*

- более сложная конструкция и эксплуатация;

- более высокая стоимость.

#### **4. Обратный осмос**

Обратный осмос представляет собой процесс, в ходе которого жидкость под высоким напором проникает через специальную полупроницаемую мембрану, оставляя на ней растворенные субстанции. Принцип работы заключается в том, что пленка пропускает только молекулы жидкости, фильтруя молекулы, ионы или частицы более крупного размера. Этот способ фильтрации успешно отделяет от жидкости неорганические примеси, органические вещества, микроорганизмы. Обратный осмос используют для производства питьевой жидкости, очищения ее от тяжелых металлов, пестицидов и иных веществ. Кроме того, его применяют в пищевой и фармацевтической отрасли.

*Преимущества обратного осмоса:*

- очень высокая степень очистки: обратный осмос позволяет удалять из воды практически все загрязнения;

- возможность получения чистой воды для питья и других целей.

*Недостатки обратного осмоса:*

- высокие затраты на оборудование и эксплуатацию: установка системы обратного осмоса может быть дорогостоящей;

- образование концентрата: в процессе очистки образуется концентрат, который содержит все загрязнения, удалённые из воды. Этот концентрат необходимо утилизировать.

**Выводы.** Выбор типа мембраны зависит от конкретных требований к водоподготовке и доступных ресурсов. Обратный осмос – один из самых эффективных методов очистки воды от любых загрязнений. Но он задерживает практически все растворенные в воде частицы. А на практике часто нужна не полная, а селективная фильтрация частиц, также называемая фракционированием. Целью фракционирования является сохранение растворенных в воде полезных веществ. Кроме того, чем тоньше степень фильтрации, тем дороже оборудование и его обслуживание. Поэтому необходим анализ и предварительное проектирование системы водоподготовки.

Для небольших объёмов можно использовать микрофльтрационные или ультрафльтрационные мембраны, а для больших объёмов — обратный осмос. Однако нанофльтрационные мембраны представляют собой золотую середину между этими двумя типами, обеспечивая более высокую степень очистки, чем микро- и ультрафльтрация, но при этом обладая более низкой стоимостью по сравнению с обратным осмосом.

Современные технологии позволяют комбинировать различные виды мембран для достижения оптимальных результатов при минимальных затратах ресурсов. Мембранные технологии продолжают развиваться, предлагая новые решения для водоподготовки и экологически чистой обработки сточных вод [10,11,12].

### **Библиографический список**

1. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДОКЛАД 2023 (ПРОЕКТ) О СОСТОЯНИИ И ОБ ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РФ [Электронный ресурс]// URL: (дата обращения: 07.11.2024).

2. [https://www.mnr.gov.ru/docs/proekty\\_pravovykh\\_aktov/proekt\\_gosudarstvennogo\\_doklada\\_o\\_sostoyani\\_i\\_ob\\_ohrane\\_okruzhayushchey\\_sredy\\_v\\_rossiyskoy\\_federats/](https://www.mnr.gov.ru/docs/proekty_pravovykh_aktov/proekt_gosudarstvennogo_doklada_o_sostoyani_i_ob_ohrane_okruzhayushchey_sredy_v_rossiyskoy_federats/)

3. Водозаборные сооружения поверхностных и подземных вод Али М.С., Рожков А.Н. Учебник / Москва, 2016.

4. Предложение технологии для справочников НДТ по очистке и использованию дренажно-сбросных вод. Лентяева Е.А. / В сборнике: Комплексные мелиорации - средство повышения продуктивности сельскохозяйственных земель. Материалы юбилейной международной научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н.Костякова». 2014. С. 371-378.

5. Компьютерная модель оценки эффективности инвестиций в реализацию мероприятий федеральной целевой программы "развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения на период 2014-2020 гг." Кирейчева Л.В., Юрченко И.Ф., Лентяева Е.А. Мелиорация и водное хозяйство. 2015. № 4. С. 16-23.

6. Оценка диффузного загрязнения от сельскохозяйственных территорий в бассейне верхней волги и разработка мероприятий по его снижению на примере реки Яхромы Кирейчева Л.В., Лентяева Е.А., Тимошкин А.Д., Яшин В.М. Водные ресурсы. 2020. Т. 47. № 5. С. 523-535.

7. КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЕЖЕГОДНИК 2023 [Электронный ресурс] // URL: [https://gidrohim.com/sites/default/files/Ежегодник%202023\\_30.09.2024.pdf](https://gidrohim.com/sites/default/files/Ежегодник%202023_30.09.2024.pdf) (дата обращения: 07.11.2024).

8. Оценка количества и качества дренажных и поверхностных вод, поступающих в речную сеть бассейна реки волги с осушительных систем нечерноземной зоны РФ Кирейчева Л.В., Лентяева Е.А. В сборнике:

Мелиорация земель - неотъемлемая часть восстановления и развития АПК Нечерноземной зоны Российской Федерации. Материалы международной научно-практической конференции. 2019. С. 215-221.

9. Росвода [Электронный ресурс]  
URL: <https://rosvoda.com/products/membrana-uf-10r-rouf-4040-d90-1016> (дата обращения: 07.11.2024).

10. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОДООЧИСТКЕ И ВОДОПОДГОТОВКЕ. В. ХОРОХОРИНА, А. В. КОЗАЧЕК, А. О. СУХОВА, О. С. ФИЛИМОНОВА, О. В. ДОЛГОВА, С. И. ЛАЗАРЕВ/Учебное электронное издание [Электронный ресурс] // URL: <https://tstu.ru/book/elib1/pdf/2023/ХорохоринаIV.pdf> (дата обращения: 07.11.2024)

11. Водоподготовка [Электронный ресурс]  
URL: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles/34/6851/6851.pdf](https://www.abok.ru/for_spec/articles/34/6851/6851.pdf) (дата обращения: 07.11.2024)

12. НАНОФИЛЬТРАЦИЯ ВОДЫ - ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ / [Электронный ресурс] // АКВАНЕМ: [сайт]. — URL: <https://aquanem.ru/information/nanofiltratsiya-vody-osobennosti-tekhnologii.html> (дата обращения: 07.11.2024)

УДК 62-7

## **ТЕХНОЛОГИЯ ВЫЕМКИ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ МОБИЛЬНЫМИ КАМЕРНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ**

*Габдуллин Багдан Азатович, студент 1-го курса бакалавриата института экономики и управления в АПК, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, bagdan06bagdan@gmail.com*

*Научный руководитель – Дементьев Владимир Александрович, кандидат технических наук, докторант кафедры «геотехнологических способов и физических процессов горного производства геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе*

*Аннотация.* Существующие мобильные средства гидромеханизации (Watermaster, AMPHIBIA, Pelican и др.) способны вести выемку донных илистых отложений с использованием различных грунтовых насосов, которые способны всасывать илистые отложения с водой в соотношении 1:25 и транспортировать полученную гидросмесь на большие расстояния по напорному трубопроводу. При этом объёмная концентрация твёрдого в гидросмеси составляет всего 2-3%, а большие объёмы перекачиваемой воды приводят к большим энергозатратам, экологическим проблемам, сильно ограничивают время использования земснарядов, увеличивают стоимость работ.

*Ключевые слова:* гидромеханизация, сапропель, торф, земснаряд, амфибия, грунтовой насос, естественная влажность

## **TECHNOLOGY OF EXTRACTION OF ORGANIC-MINERAL DEPOSITS OF NATURAL MOISTURE BY MOBILE CHAMBER COMPLEXES**

*Gabdullin Bagdan Azatovich, 1st year undergraduate student of the Institute of Economics and Management in the Agro-Industrial Complex, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, bagdan06bagdan@gmail.com*

*Scientific supervisor – Dementiev Vladimir Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, Doctoral Student of the Department of Geotechnological Methods and Physical Processes of Mining Production of Sergo Ordzhonikidze Geological Exploration University*

*Annotation.* Existing mobile means of hydromechanization (Watermaster, AMPHIBIA, Pelican, etc.) are capable of excavating bottom silt deposits using various ground pumps that are capable of sucking silt deposits with water in a ratio

*of 1:25 and transporting the resulting hydraulic mixture over long distances through a pressure pipeline. At the same time, the volume concentration of solid in the hydraulic mixture is only 2-3%, and large volumes of pumped water led to high energy costs, environmental problems, severely limit the time of use of dredgers, and increase the cost of work.*

**Key words:** *hydromechanization, sapropel, peat, dredger, amphibian, mud pump, natural soil moisture*

**ЗАДАЧА:** повышение эффективности мобильных средств гидромеханизации, за счёт оснащения их погружными или полупогружными грунтозаборными навесными устройствами, способными вести выемку илистых отложений естественной влажности без всасывания дополнительной воды, и оснащении их перекачивающими устройствами, способными транспортировать илы естественной влажности на большие расстояния.

В настоящее время в России особое внимание уделяется вопросам улучшения качества жизни, а качество жизни населения напрямую зависит от экологии и питания населения. Но для этого нужно улучшить охрану окружающей среды, повысить эффективность и прибыльность сельского хозяйства, а также развивать международные рынки сбыта своей продукции. Все эти задачи успешно решаются, в том числе, благодаря использованию богатых природных ресурсов России и их переработке. Россия обладает огромными запасами торфа и сапропеля, самыми ценными биоресурсами, запасы которых составляют более 200 миллиардов тонн, а торфо-сапропелевые и торфяные гуматы обладают уникальными свойствами, которые позволяют быстро, эффективно и безопасно восстанавливать и улучшать плодородие почв, а также значительно повышать урожайность сельхозкультур. Именно поэтому удобрения из торфа и сапропеля является очень перспективными как на российском, так и на зарубежных рынках.

Существует множество вариантов гидромеханизированной выемки биоотложений земснарядами, которым свойственен один общий недостаток – это всасывание и перекачивание большого количества свободной воды вместе с донной биомассой, что негативно влияет как на экологию водоема и прилегающих территорий, так и на экономику выполняемых работ.

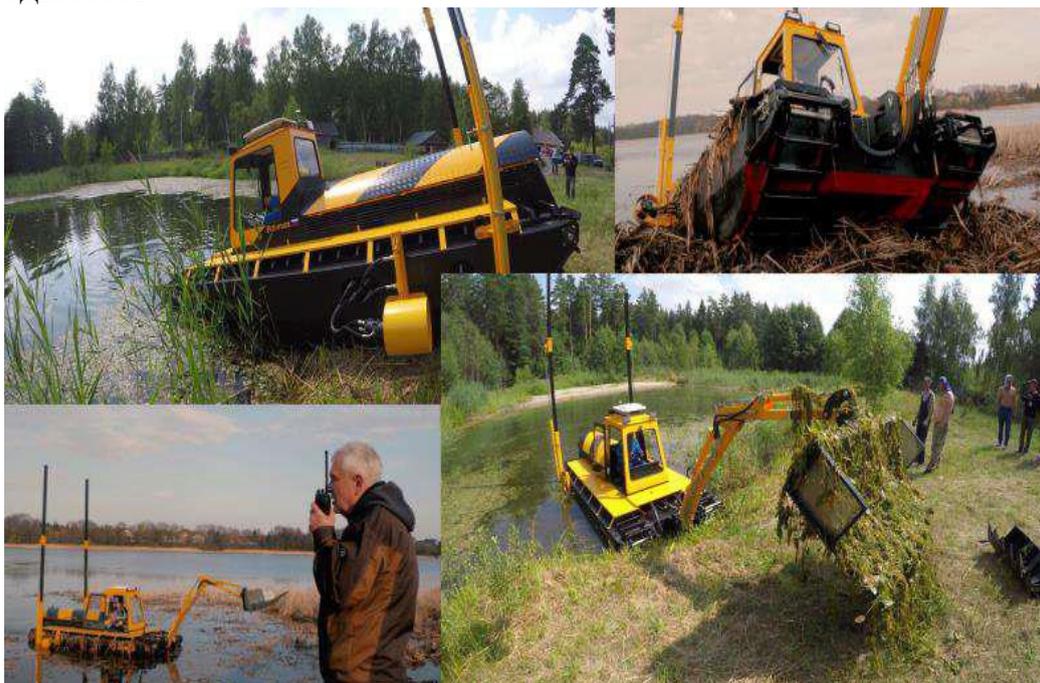
При этом в ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» на кафедре «геотехнологических способов и физических процессов горного производства» разработана и внедрена технология выемки органоминеральных илов естественной концентрации с помощью грунтозаборных камерных комплексов, когда вместо погружных грунтовых насосов используется эксцентриковый винтовой насос, что позволяет вести выемку и транспортировку вязко-пластичной биомассы естественной концентрации без всасывания воды (Рис.1).



**Рисунок 1 – Вид земснаряда, оснащенного грунтозаборным камерным комплексом, добывающего сапрпель на озере Веверу**

Данный земснаряд имеет большой вес, большие габариты, осуществляет перемещение за счёт папильонажных лебёдок и может работать только с поверхности воды.

При этом существуют мобильные земснаряды (WaterMaster, Pelikan, Botsman и др.), которые могут самостоятельно перемещаться как по водной глади, так и по болотистой местности, и по береговому грунту. В России разработкой таких мобильных земснарядов активно занимается компания ООО Амфибия, которая производит замечательный многофункциональный самоходный земснаряд «Botsman M» (Рис.2) Это амфибия с помощью гусениц, понтонов, экскаваторной стрелы, гребных винтов и закольных свай имеет 100 % проходимость.



**Рисунок 2 – Амфибия «Botsman M» в работе**

Эти земснаряды оснащены грунтовым погружным насосом, который не может работать с вязко-пластичной биомассой естественной влажности и транспортирует большие объёмы воды. Поэтому нужно решить ряд задач, чтобы оснастить земснаряды-амфибии новыми насосами:

- разработать и произвести новый вариант эксцентрикового винтового насоса для этого земснаряда, который сможет всасывать илистые отложения естественной влажности;

- создать опытный образец грунтозаборного устройства для этого земснаряда;

- провести его испытания в полевых условиях с последующей доработкой;

- запускать его в серийное производство. При этом новая амфибия будет востребована как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

После проведения необходимых испытаний можно будет говорить об адаптации технологии гидромеханизированных работ с учетом различных геологических условий. Амфибия сможет самостоятельно выполнять выемку отложений при глубине разработки до 6м, при больших же глубинах придется разработать технологию с использованием дополнительного добычного устройства.

Выемка, например, сапропеля, будет отличаться от выемки низинного торфа, поскольку сапропель имеет более высокую естественную влажность по сравнению с торфом, а торф имеет более высокое сопротивление сдвига в естественной влажности. Для того, чтобы торф начал течь, нужно определить дозированное количество воды, и обработка этой задачи также потребует проведения исследований.

Но и это ещё не всё, поскольку очень важным является вопрос гидротранспортирования биоотложений по напорному трубопроводу на большие расстояния при повышенном давлении, необходимо обеспечить добычные устройства специальными трубопроводами, которые смогут обеспечить выполнение поставленных задач.

### **Библиографический список**

1. Дементьев В. А., Ялтанец И. М., Казаков В.А. Структура комплексной механизации гидромеханизированного предприятия при эксплуатации месторождений торфа и сапропеля.//Гидротехническое строительство № 7 (2021), стр. 1-21.

2. Дементьев В. А., Ялтанец И. М. Перспективность развития сапропелевой индустрии России и её технологическая основа.//Гидротехническое строительство № 10 (2020) стр. 39-45.

3. Каталог компании Botsman.  
<https://boatswain.org/progukt?ysclid=m3dg7ggq18944175019>

УДК 528.88

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММ GOOGLE EARTH PRO, SAGA GIS В ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

*Дробышева Анастасия Андреевна, студентка 4 курса института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, princesska\_160@mail.ru*

*Ся Вэйтун, магистр второго курса института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 1211350371@qq.com*

*Ши И, магистр второго курса, института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева 2631826661@qq.com*

*Научный руководитель – Семенова Кристина Сергеевна, к.т.н., доцент кафедры гидротехнического строительства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kristi11.05.88@yandex.ru*

*Аннотация:* Дистанционным зондированием Земли является получение информации о поверхности Земли и расположенных на ней объектах. «Google Earth Pro» является программой, содержащей космические снимки поверхности земли с высоким разрешением, SAGA GIS - программой по обработке данных дистанционного зондирования, т.е. космических снимков. Целью работы является возможности использования программы Google Earth Pro для изучения параметров существующих гидротехнических сооружений «Google Earth Pro» и SAGA GIS программой для создания рельефа местности, необходимого для проектирования, реконструкции гидротехнических сооружений.

*Ключевые слова:* SAGA GIS, Google Earth Pro, гидротехнические сооружения

## **POSSIBILITIES OF USING GOOGLE EARTH PRO, SAGA GIS PROGRAMS IN HYDRAULIC ENGINEERING**

*Drobysheva Anastasia Andreevna, 4th year student of the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, princesska\_160@mail.ru*

*Xia Weitong, 2nd year master of the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 1211350371@qq.com*

*Shi Yi, 2nd year master of the Institute of Land Reclamation, Water Management and*

*Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2631826661@qq.com*

**Scientific supervisor – Semenova Kristina Sergeevna**, *Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Hydraulic Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, kristi11.05.88@yandex.ru*

**Annotation:** *Remote sensing of the Earth is the acquisition of information about the Earth's surface and objects located on it. "Google Earth Pro" is a program containing high-resolution space images of the Earth's surface, SAGA GIS is a program for processing remote sensing data, i.e. space images. The purpose of the work is the possibility of using the Google Earth Pro program to study the parameters of existing hydraulic structures "Google Earth Pro" and SAGA GIS program to create a terrain relief necessary for the design, reconstruction of hydraulic structures.*

**Key words:** *SAGA GIS, Google Earth Pro, hydraulic structures*

Google Earth Pro (Google Планета Земля Pro) - трехмерный глобус, позволяющий обрабатывать, анализировать и визуализировать геоданные на основе снимков высокого разрешения. С помощью этой программы можно осуществлять визуализацию геоданных, создавать планы местности, измерять объекты на карте [1].

Программа бесплатная, удобен как для обычных пользователей, так и профессионалов.

В качестве примера анализа работы программы Google Earth Pro использовался Угличский гидроузел. На карте программы можно увидеть состав гидроузла. В состав сооружений Иваньковского гидроузла входят: гравитационная бетонная водосбросная плотина, земляная плотина, дамба обвалования, судоходный шлюз, здание ГЭС (рис. 1).



**Рисунок 1 – Состав угличского гидроузла: 1 – Гравитационная бетонная водосбросная плотина, 2 – земляная плотина, 3 – дамба обвалования, 4 – судоходный шлюз, 5 – здание ГЭС**

На такой карте можно оперативно измерить длину, ширину сооружения гидроузла и отдельных видимых элементов гидроузла, например определяем длину земляной плотины равной - 314 м (рис.2), длина водосбросная плотина - 180 м, дамба обвалования – 2,5 м, судоходный шлюз – 29 м, здание ГЭС – 86 м.

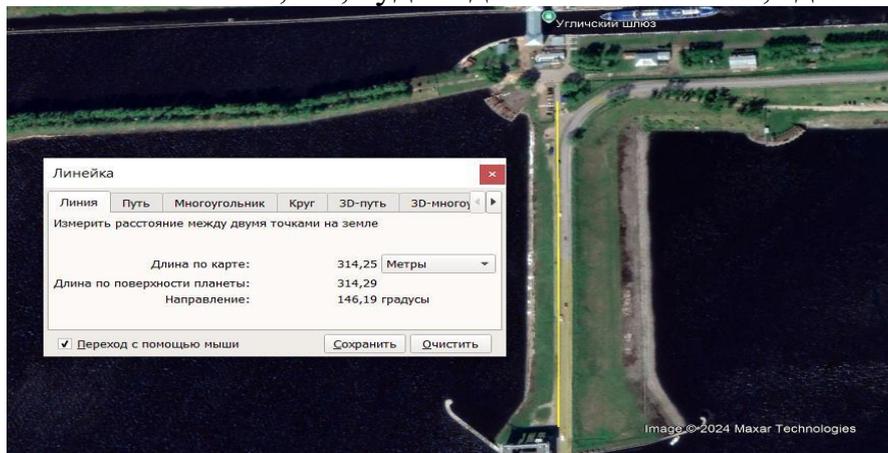
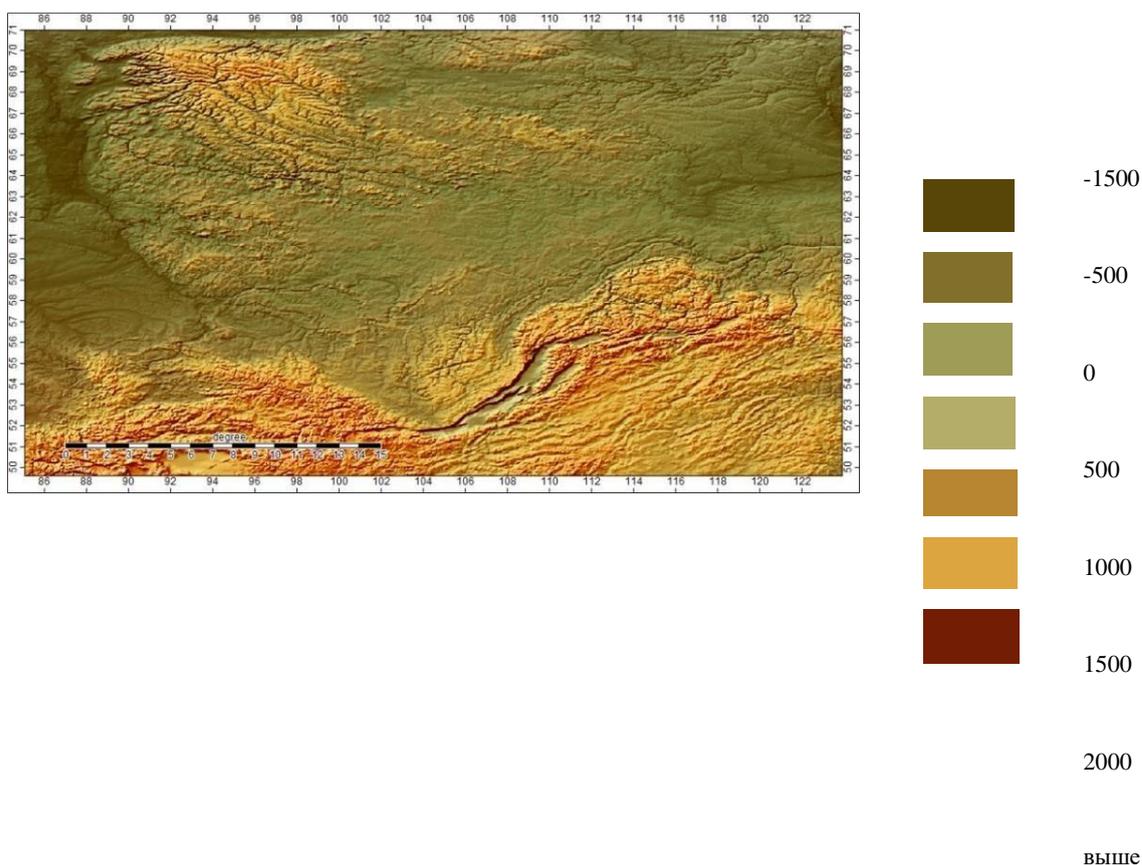


Рисунок 2 – Определение длины плотины на карте Google Earth Pro

С помощью Google Earth Pro можно определим площадь и периметр сооружения. водохранилища. На основе этой оцифровки мы рассчитали периметра водохранилища  $L=139$  км и площадь водохранилища  $A=30$  км<sup>2</sup>.

По таким снимкам удобно выбирать створ проектируемых гидротехнических узлов, указывать параметры существующих объектов. Добавлять объекты и подписи к ним. Если произошла авария на гидротехнических объекта можно оперативно и точно определить площадь видимого разрушения, а также определить координаты участка разрушения.

SAGA - System для Automated Геоаналитических Analyses — это Geographic information System (GIS) программное обеспечение с огромными возможностями обработки геоданных и анализа данных дистанционного зондированием Земли, а также собственной базой данных и возможностью загрузки других без данных других программ. Программа SAGA GIS является бесплатной программой, также входит в программный пакет ArcGIS [2]. С помощью этой программы можно построить карту рельефа местности (рис.3), используя данные дистанционного зондирования из открытых источников, различных спутниковых систем.



**Рисунок 3 - Карта рельефа Байкала и близлежащих районов на основе карт дистанционного зондирования**

На постоянной карте нет водных объектов, городов, дорог, административных границ. Для получения этих данных загружается база данных с привязкой к системе координат карты, которая доступна в открытых источниках.

Полученную карту можно редактировать, в ней добавлять отдельные элементы. Так же можно загружать различную ГИС базу. Если планируется спроектировать гидротехническое сооружение, то с помощью SAGA GIS и данных дистанционного зондирования можно построить рельеф местности, добавить речную сеть с характерной шириной отдельных рек, построить водосборный бассейн, а также загрузить климатические данные, такие как период заморозков, сумма осадков, и в дальнейшем построить в карту изолиний по этим данным. Все эти данные необходимы для проектирования гидротехнических сооружений.

### **Библиографический список**

1. SOFTPORTAL: сайт. –URL: <https://www.softportal.com/software-38433-google-earth.html> (дата обращения 26.10.2024)
2. Географические информационные системы и дистанционное зондирование: сайт. –URL: <https://gis-lab.info/qa/saga-intro.html> (дата обращения 26.10.2024).

УДК 631.34

## **РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ VR-ПРОГРАММ В ЦЕЛЯХ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

*Зунин Алексей Андреевич, студент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева*

*Вардаков Игорь Станиславович, студент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева*

*Научный руководитель – Балабанов Виктор Иванович., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой организации и технологий гидромелиоративных и строительных работ, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** В статье выносятся тезисы, обуславливающие актуальность реализации проекта по созданию VR-приложения, предназначенного для обучения студентов и специалистов агропромышленного комплекса, а также для изучения устройства и эксплуатации сельскохозяйственной (мелиоративной, строительной) техники. Рассматривается общественная значимость данного проекта, делаются выводы о возможных направлениях и наиболее эффективных подходах к использованию обучающих приложений на основе технологий виртуальной реальности в агропромышленном комплексе (АПК), особенно в контексте подготовки кадров для работы с сельскохозяйственной (мелиоративной, строительной) техникой.*

***Ключевые слова:** VR-приложение, безопасность, устройство, эксплуатация, цифровизация, сельскохозяйственная техника, гидромелиорация, строительство.*

### **DEVELOPMENT AND APPLICATION OF VR PROGRAMS FOR THE PURPOSES OF TRAINING STUDENTS AND SPECIALISTS OF THE AGRO- INDUSTRIAL COMPLEX**

*Zunin A.A., student, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy*

*Vardakov I.S., Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy*

*Scientific supervisor – Balabanov V.I., Doctor of Technology. sciences, professor, head of the department of organization and technologies of hydromelioration and construction works, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy*

**Annotation.** *The article presents theses that determine the relevance of the project to create a VR application designed to train students and specialists in the agro-industrial complex, as well as to study the structure and operation of agricultural (improvement, construction) equipment. The social significance of this project is considered, conclusions are made about possible directions and the most effective approaches to the use of educational applications based on virtual reality technologies in the agro-industrial complex (AIC), especially in the context of training personnel to work with agricultural (improvement, construction) equipment.*

**Key words:** *VR application, safety, device, operation, digitalization, agricultural machinery, hydromelioration, construction.*

### **Введение**

Сегодня мы являемся свидетелями тенденции к глобальной цифровизации всех сфер нашей жизни. Особенно актуальна цифровизация в промышленности и сельском хозяйстве, а также в других отраслях, где массово и активно используется человеческий ресурс.

Специализированные симуляторы виртуальной реальности, предназначенные для обучения студентов и специалистов агропромышленного комплекса проведению работ на сельскохозяйственной технике, предлагают возможность использовать детализированные модели ландшафта и учебной технической образцов. Они позволяют моделировать различные сценарии влияния на экосистему без прямого взаимодействия с ней. Это дает возможность оценивать результаты агротехнических мероприятий и выявлять наиболее эффективные и экологически безопасные методы управления земельными ресурсами.

В статье рассмотрено использование VR-технологий в процессе получения образования инженерно-техническими специалистами, которое призвано помочь эффективно понять принципы работы сельскохозяйственной (мелиоративной, строительной) техники, а также дать возможность отработать практические навыки без непосредственного взаимодействия с реальной техникой. Благодаря этому студенты и специалисты могут проводить обучение, избегая дорогостоящих ошибок и негативного влияния на экосистему.

Классические методы обучения, например, инженеров, обучающихся по профилю “техника и технологии гидромелиоративных работ”, работающих в сфере сельского хозяйства, требуют значительных затрат времени и ресурсов, а также представляют собой определенный риск для экологической безопасности и безопасности обучающихся, по причине высокой травмоопасности процесса получения образования. Существует необходимость создания нового, инновационного подхода к обучению на основе технологий виртуальной реальности, который позволит не толькократно повысить качество подготовки, но и сократить учебное время, финансовые затраты. Кроме того, подход, включающий в себя инновационные технологии должен обеспечивать высокий уровень безопасности как самого обучаемого, так и окружающей среды.

(Рисунок №1) [1-3].



Рисунок 1 – Демонстрация VR-приложения сотрудниками Тимирязевской академии

**Цель исследований:** ознакомление с основными направлениями и общей оправданностью применения VR-программ в целях обучения студентов и специалистов инженерно-технической сферы агропромышленного комплекса устройству и эксплуатации сельскохозяйственной (мелиоративной, строительной) техники.

#### **Основные вопросы разработки и применения VR-приложения**

В процессе разработки приложения на основе технологий виртуальной реальности решаются следующие основные задачи [4-9]:

1) Изучение теоретических основ и методов обучения инженерно-технических специалистов агропромышленного комплекса, включая понимание основных принципов работы сельскохозяйственной (мелиоративной, строительной) техники, а также специфику ее эксплуатации и технического обслуживания.

2) Анализ исследований в области виртуальной и дополненной реальности, подтверждающих или опровергающих ее практический потенциал в области обучения и подготовки специалистов в различных сферах, включая АПК.

3) Использование 3D-моделирования и фотограмметрии для реконструкции максимально возможных реалистичных виртуальных сред и моделей

4) Изучение исследований в области машинного обучения и анализа больших данных, предоставляющих методы и инструменты для анализа обучающих сценариев, оценки эффективности программы и определения слабых мест в процессе обучения.

5) Изучение публикаций и исследований, посвященных разработке дистанционных методов обучения, которые могут быть полезны в ходе создания гибких и доступных обучающих систем на основе технологий виртуальной реальности.

### **Выводы:**

1. Интеграция программ на основе технологии виртуальной реальности в образовательный процесс предоставляет широкий перечень преимуществ. В их числе безопасность учебного процесса, экономия ресурсов и финансов в ходе эксплуатации программы, возможность отработки навыков в максимально возможной реалистичной среде и гибкость программы обучения, экологическая безопасность.

2. Профессионалы, обучающие инженерно-технических специалистов, могут использовать VR-программы в своей работе для демонстрации и объяснения различных аспектов работы, например, тракториста-машиниста, а также для организации практических занятий. Колледжи, техникумы, учебные центры и другие организации, занимающиеся подготовкой инженерно-технических специалистов, могут использовать данный проект для улучшения качества и повышения эффективности своих образовательных программ.

3. VR-симуляторы также могут использоваться для исследовательских целей, что предоставляет возможность проводить научные эксперименты в контролируемых условиях и улучшать методы эксплуатации различной сельскохозяйственной (мелиоративной, строительной) техники. Это позволяет разрабатывать новые подходы и технологии, способствующие устойчивому развитию сельского хозяйства и охране окружающей среды.

### **Библиографический список**

1. Пятибрат М.А., Балабанов В.И. Симулятор виртуальной реальности мелиоративных работ / Наука в Центральной России, № 3 (63). 2023. С. 118-130.

2. Балабанов В.И. Навигационные технологии 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.

3. Технологии, техника и оборудование для координатного (точного) земледелия: учеб. / В.И. Балабанов, В.Ф. Федоренко и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 240 с.

4. Горбунова А.С., Петров В.В. Применение технологий виртуальной реальности в инженерном образовании: перспективы и вызовы. - Москва: Издательство РУДН, 2022. – 128 с.

5. Денисова М.В., Лаптева Е.Н. Опыт применения технологий виртуальной реальности в обучении аграрных специальностей: инновационные подходы. - Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022. – 150 с.

6. Егорова И.С., Фомичева О.Л. Виртуальная реальность в практике обучения мелиоративным работам: современные тенденции. - Москва: Издательство "Агропромиздат", 2022. – 92 с.

7. Лаврова М.А., Степанова О.В. Обучение студентов мелиоративным

работам с использованием технологий виртуальной реальности: практический опыт. - Волгоград: Издательство ВолГУ, 2022. – 88 с.

8. Чернова Н.В., Киселев Д.А. Виртуальные симуляторы и их применение в обучении мелиоративным работам: от теории к практике. - Казань: Издательство Казанского национального исследовательского технического университета имени А.Н. Туполева, 2022. – 102 с.

9. Яковлева Е.В., Миронова О.Н. Внедрение технологий виртуальной реальности в обучение студентов в области мелиорации и водного хозяйства. - Самара: Издательство Самарского государственного аграрного университета, 2022. – 98 с.

10. Уваров А.Ю. Технологии виртуальной реальности в образовании. - “Наука и школа”, 4/2018 – 10 с.

УДК 528.942

## **ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА МАЛОЙ РЕКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

*Кандрашкин Александр Александрович, студент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, novator1804563@gmail.com*

*Научный руководитель – Глазунова Ирина Викторовна, к.т.н., доцент, доцент кафедры гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, ivglazunova@mail.ru*

***Аннотация:** В статье выполнен обзор методик построения карт устойчивости агроландшафтов на примере бассейна малой реки с помощью ГИС-технологий. Применена информационная методика и построена тематическая карта устойчивости агроландшафтов при зонировании земель бассейна малой реки и обосновании водоохраных мероприятий.*

***Ключевые слова:** эрозия, ГИС-технологии, анализ водных ресурсов, устойчивость почв, тематическая карта устойчивости агроландшафта, зонирование, водоохраные мероприятия*

## **CONSTRUCTION OF A MAP OF STABILITY OF AGROLANDSCAPES OF A SMALL RIVER BASIN USING GIS TECHNOLOGIES**

*Kondrashkin Alexander Alexandrovich, student, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, novator1804563@gmail.com*

*Scientific supervisor – Glazunova Irina Viktorovna, PhD in Engineering sciences, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ivglazunova@mail.ru*

***Annotation.** Overview of methods for constructing maps of the sustainability of agricultural landscapes on the example of a small river basin using GIS technologies are given in the paper. An information method has been applied and a thematic map of the sustainability of agricultural landscapes has been constructed for land zoning in the small river basin as well as water protection measures are recommended.*

***Key words:** erosion, GIS technologies, analysis of water resources, soil stability, thematic map of agricultural landscape sustainability, zoning, water protection measures*

Агроландшафты играют ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивого развития сельских территорий. В условиях изменения климата и человеческого воздействия важно проводить комплексные исследования для оценки устойчивости агроландшафтов. В

особенности в бассейнах малых рек, где экосистемы подвержены рискам эрозии, загрязнения и истощения ресурсов [1,2,3].

Использование ГИС-технологий позволяет эффективно анализировать пространственные данные и строить карты, которые способствуют принятию обоснованных решений для управления агроландшафтами [4].

Устойчивость агроландшафтов определяется как способность системы поддерживать свои функции и продуктивность под внешними воздействиями.

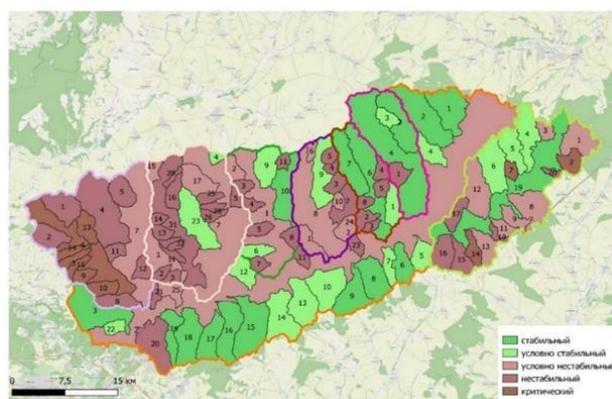
Основными критериями устойчивости можно считать: экологическую стабильность (устойчивость к заболеваниям), социальную устойчивость (условия жизни населения), экономическую эффективность (прибыльность с учётом затрат)

Применение ГИС-технологий Географические информационные системы (ГИС) позволяют обрабатывать и визуализировать пространственные данные. Основные этапы применения ГИС для построения карты устойчивости агроландшафтов включают:

Этап сбора данных: на этом этапе собираются данные о рельефе местности, грунтах, качестве водоёмов, климатических условиях, земельном использовании.

Этап анализа данных: с помощью ГИС инструменты анализируют полученные данные по оценке качества почв, анализе водных ресурсов, оценке воздействия сельскохозяйственных практик и моделирование устойчивости

На основе данной методики составлены карты устойчивости агроландшафта для бассейна реки Казанка в Республике Татарстан. Для составления карты, исходными данными послужили коэффициенты экологической стабильности ландшафта выбранной зоны (данные ФГНБУ ФНЦ ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова) [5]. На основании анализа исходных были рассчитаны коэффициенты устойчивости земель для отдельных подбассейнов реки (притоки 2-го и 3-го порядка) с учетом особенностей землепользования, также учтены некоторые взаимосвязи. Взаимосвязи учтены для дальнейшей оценки эрозионной устойчивости и расчёта загрязняющей нагрузки диффузных стоков на реку Казанка. Для визуализации устойчивости агроландшафтов составлена тематическая карта, на которой представлены: уровень устойчивости каждой зоны; риски, связанные с землепользованием.



**Рисунок 1 – Тематическая устойчивости агроландшафтов при зонировании земель бассейна реки Казанка**

Данная карта, построенная на основе ГИС-технологий может использоваться для оценки состояния водосбора реки Казанка при разных уровнях устойчивости при расчетах загрязняющей нагрузки на реку со стороны диффузных (территориальных стоков) и при обосновании водоохранных мероприятий. Карта позволяет корректировать информацию в онлайн режиме, что дает возможность делать прогнозы при поддержке принятия решений. Как мы видим на представленной карте, на водосборе реки Казанки наиболее нестабильным – критическим является подбассейн Сула и нестабильным подбассейн Шимяковка, расположенные вблизи устья реки, стабильным можно считать только один подбассейн – Кисьмесь.

Необходимы водоохранные мероприятия в том числе и на мелиорированных землях, такие как: обустройство водоохранных зон, обвалование животноводческих ферм, противоэрозионные мероприятия и сооружения на водосборе реки, мероприятия и сооружения по локальной очистке поверхностного, диффузного и дренажного стока. [6,7,8].

### **Библиографический список**

1. Карпенко, Н. П. Управление земельными и водными ресурсами для снижения загрязнения рек на основе экспертных оценок эффективности природоохранных мероприятий / Н. П. Карпенко, И. В. Глазунова // Природообустройство. – 2019. – № 4. – С. 102-108. – DOI 10.34677/1997-6011/2019-4-102-108. – EDN YXWIGK.
2. Карпенко, Н. П. Оценка влияния лесонасаждений на обоснование гидролесомелиоративных мероприятий и качество водной среды на водосборном бассейне / Н. П. Карпенко, И. В. Глазунова, С. Н. Редников // Природообустройство. – 2023. – № 2. – С. 36-42. – DOI 10.26897/1997-6011-2023-2-36-42. – EDN PBWHKX.
3. Ширяева, М. А. Разработка программы машинного обучения для прогнозирования качества воды водного объекта / М. А. Ширяева, М. В. Пушкарева, В. В. Турбинский // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязанский государственный агротехнологический университет, 07–09 декабря 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 26-30. – EDN BLKLTW.
4. Соколова, С. А. Комплексная оценка экологического состояния реки Москвы / С. А. Соколова, С. А. Мухамедзянова // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 7-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-ти томах, Курск, 19–20 мая 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 375-379. – EDN SVCMHA.
5. Фролина, Е. А. Исследования по оценке качества воды на пойме

реки Яхромы на основе отбора проб и лабораторных анализов / Е. А. Фролина // Сборник трудов, приуроченных к 77-й всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Алексея Григорьевича Дояренко, Москва, 12–14 марта 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. – С. 150-153. – EDN XKVFAO.

6. Технологии и технические средства повышения продуктивности сельскохозяйственных земель комплексными мелиорациями : / Л. В. Кирейчева, И. Ф. Юрченко, Н. П. Карпенко [и др.]. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2022. – 218 с. – ISBN 978-5-907464-18-6. – DOI 10.37738/VNIIGIM.2022.68.94.001. – EDN DLVYUG.

7. Рациональное водопользование / И. В. Глазунова, В. Н. Маркин, С. А. Соколова, Л. Д. Раткович. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – 136 с. – ISBN 978-5-907586-89-5. – DOI 10.47581/2022/Glazunova.01. – EDN DBCRCR.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023662849 Российская Федерация. Программа машинного обучения для очистки сточных вод с учетом эффективности природных сорбентов: № 2023661907 : заявл. 02.06.2023 : опубл. 14.06.2023 / М. А. Ширяева, И. В. Глазунова, А. М. Бакштанин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN JSJGPU.

9. ПРЕДЛОЖЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СПРАВОЧНИКОВ НДТ ПО ОЧИСТКЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ДРЕНАЖНО-СБРОСНЫХ ВОД Лентяева Е.А. В сборнике: Комплексные мелиорации - средство повышения продуктивности сельскохозяйственных земель. Материалы юбилейной международной научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н.Костякова». 2014. С. 371-378.

УДК 631.6

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

**Коваленко София Владимировна**, студентка 4 курса института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [sonykovalenko@yandex.ru](mailto:sonykovalenko@yandex.ru)

**Научный руководитель – Каблук Олег Викторович**, к.т.н., доцент кафедры сельскохозяйственных мелиораций, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, [kablukov@rgau-msha.ru](mailto:kablukov@rgau-msha.ru)

**Аннотация:** Автоматизация является ключевым элементом цифровых технологий для мелиоративных систем, а также способом реализации мероприятий «точной» мелиорации с использованием технологии искусственного интеллекта. Прогресс технологий искусственного интеллекта в сфере мелиоративного производства открывает новые возможности для современного управления водными ресурсами и способствует созданию устойчивых и эффективных систем водопользования.

**Ключевые слова:** автоматизация, гидромелиорация, мелиоративное производство, технологии искусственного интеллекта, мониторинг земель, управление системами.

## **AUTOMATION AND MANAGEMENT OF HYDRAULIC RECLAMATION SYSTEMS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

**Kovalenko Sofia Vladimirovna**, 4th year student of the A.N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [sonykovalenko@yandex.ru](mailto:sonykovalenko@yandex.ru)

**Scientific supervisor – Kablukov Oleg Viktorovich**, Ph.D., Associate Professor of the Department of Agricultural Land Reclamation, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [kablukov@rgau-msha.ru](mailto:kablukov@rgau-msha.ru)

**Annotation.** Automation is a key element of digital technologies for land reclamation systems, as well as a way to implement "accurate" land reclamation measures using artificial intelligence technology. The progress of artificial intelligence technologies in the field of reclamation production opens up new opportunities for modern water resources management and contributes to the creation of sustainable and efficient water use systems.

**Key words:** automation, hydraulic reclamation, reclamation production,

Технологии искусственного интеллекта становятся необходимой частью экономического развития. Один из значимых результатов, в сфере сельского хозяйства – автоматизация монотонных рутинных процессов и повышение уровня эффективной реализации масштабных ресурсозатратных проектов без использования физического труда.

Автоматизация в мелиорации необходима для обеспечения высокого уровня производительности труда и организации следующих производственных процессов: управление очередностью поливных токов, плановое и равномерное водораспределение по площади полива, учёт и анализ эффективности использования водных ресурсов, контроль послеполивной влажности почвы, регулирование сброса избыточных и аварийных потоков.

Средства получения информации включают различные приборы (датчики): поплавковые, электродные, акустические и др. Наиболее полной и совершенной является комплексная автоматизация поливов, то есть сочетания всех мероприятий, необходимых для централизованного учёта, контроля и управления всеми регулируемыми сооружениями системы без использования постоянного обслуживающего персонала [1].

Автоматизация является ключевым элементом цифровых технологий для мелиоративных систем, а также способом реализации мероприятий «точной» мелиорации с использованием технологии искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект (ИИ) может быть применен для решения различных задач в этой области, таких как: прогнозирование паводков, оптимизация работы насосных станций, мониторинг состояния гидротехнических сооружений, автоматизация процессов управления поливом, оптимизации распределения водных ресурсов.

Технологии ИИ способны повысить эффективность использования водных ресурсов, снизить риски наводнений и засух, а также обеспечить устойчивое развитие гидромелиоративных систем (ГМС) [2].

Для достижения оптимальной работы ГМС можно использовать различные методы и способы, включая автоматизацию, мониторинг и алгоритмы управления. В частности, для оптимизации работы насосных станций можно использовать:

- Системы автоматизации и управления. Установка систем управления насосными станциями позволяет регулировать процессы автоматически в зависимости от изменяющихся условий, что включает в себя контроль уровня воды, давления, расхода и других параметров.
- Использование датчиков и мониторинг. Установка датчиков для непрерывного мониторинга параметров системы, позволяет оперативно реагировать на изменения и оптимизировать работу оборудования.
- Оптимизация графика работы насосов. Разработка оптимального графика с учетом пиковых нагрузок, времени суток, сезонности и других факторов поможет снизить энергопотребление и износ оборудования [3].

Мониторинг и диагностика состояния гидротехнических сооружений с применением систем компьютерного зрения и анализа данных представляют собой инновационный метод, который позволяет эффективно контролировать и обслуживать инфраструктуру водоснабжения, канализации, дренажных систем и других гидротехнических объектов. Для реализации данного метода можно использовать камеры, анализ фото и видеоматериалов, датчики, а также удаленный мониторинг [4].

Применение искусственного интеллекта для автоматизации и управления гидромелиоративными системами является современным и эффективным методом, который помогает оптимизировать ресурсы, повысить производительность при водопользовании и водораспределении, предсказывать риски, находить оптимальное решение при чрезвычайных ситуациях, а также увеличивает экологическую устойчивость сельхозугодий после мелиоративных воздействий. Прогресс технологий искусственного интеллекта в сфере мелиоративного производства открывает новые возможности для современного управления водными ресурсами и способствует созданию устойчивых и эффективных систем водопользования.

#### **Библиографический список**

1. Каблуков, О.В. Автоматизация полива. Портал «Знания». /РГАУ-ТСХА/СЛОВари%20и%20гlossарии/Статьи%20для%20энциклопедии/Автоматизация%20полива.%20Портал%20
2. Юрченко, И.Ф. Исследование, создание и использование управленческих информационных технологий в сфере мелиорации / И. Ф. Юрченко, А. К. Носов, В. В. Трунин // Евразийский союз ученых. - 2014. - № 4. - с. 67.
3. Ольгаренко, В.И., Ольгаренко, И.В., Ольгаренко, Г.В. Экологический мониторинг мелиоративных систем // Пути повышения орошаемого земледелия. - 2009. Вып. 41. - С. 18-27. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.rosniipm.ru/izdan/2009/sb41.pdf> (дата обращения 06.09.2021 г.).
4. Дубенок, Н.Н., Каблуков, О.В. Функциональные задачи эксплуатации современных гидромелиоративных систем / в монографии: Гидромелиорация земель и водное хозяйство / Х. А. Абдулмажидов, Н. А. Александров, М. С. Али [и др.]. - Москва: ООО "Мегаполис", 2022. – 358

УДК 502/504: 627.5

## ОСОБЕННОСТИ ФИТОМЕЛИОРАТИВНОГО ОБУСТРОЙСТВА ПРУДОВ МЕГАПОЛИСА

*Ленкова Елизавета Николаевна, студентка 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, cubedbeing@yandex.ru*

*Научный руководитель – Черных Ольга Николаевна, к.т.н., доцент кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, chernih@rgau- msha.ru*

*Аннотация:* В данной статье рассматриваются основные направления комплексной реабилитации ландшафтных гидротехнических сооружений городов. Отмечаются современные принципы восстановления и обустройства столичных прудов. Приводится анализ использования биологического плато для поддержания процессов самоочищения после ревитализации малых водоёмов мегаполиса.

*Ключевые слова:* сточные воды, биоплато, пруд, устойчивость окружающей среды

## FEATURES OF PHYTO-MELIORATIVE DEVELOPMENT OF PONDS IN THE MEGAPOLIS

*Lenkova Elizaveta Nikolaevna, 4th year undergraduate student of the Institute of Melioration, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, cubedbeing@yandex.ru*

*Scientific supervisor – Chernykh Olga Nikolaevna, Ph.D. in Technical Science, Associate Professor of the Department of Hydraulic Structures, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, chernih@rgau- msha.ru*

*Annotation:* In this article main directions of complex rehabilitation of landscape hydraulic structures of cities are analyzed. Modern principles of restoration and arrangement of capital ponds are noted. An analysis of the use of biological plateau for maintenance of self-purification processes after revitalization of small reservoirs of the metropolis is given.

*Key words:* wastewater treatment, artificial wetland, pond, environmental sustainability

Водным объектам, расположенным в черте таких крупных мегаполисов как г. Москва, в настоящее время в рамках ряда национальных проектов уделяется усиленное внимание в части их реконструкции, капитального ремонта основных элементов составляющих гидроузлов сооружений, ревитализации, обустройства акватории и прилегающей парковой территории.

К основным принципам восстановления и экологической реабилитации относятся [1 - 3]: очистка акватории и дна прудов от донных отложений и мусора; дноуглубление малого пруда, связанное с планированием ложа пруда и формированием глубоководной зоны с учётом дальнейшего зарыбления и ограничения мелководья; противофильтрационные мероприятия; берегоукрепление и озеленение сухой части откосов; реконструкция системы водоотведения; устройство или реновация системы подпитки, водосброса, донных водовыпусков; создание окружающей водный объект природно-рекреационной зоны. При этом наряду с традиционным комплексом мероприятий, всё больше внимания уделяется такому важному направлению в фитомелиорации урбанизированных территорий как создание гидробиологических площадок с функцией очищения (ГБП, биоплато, ФГОС).

Биоплато – искусственный мелководный проточный участок с интенсивно культивируемой экосистемой, состоящей в основном из высших водных растений (ВВР) (рис. 1). Биоплато стимулирует процесс самоочищения водных объектов за счет способности ВВР поглощать, разлагать и перерабатывать загрязняющие вещества. Доля зоны, заполненной растениями макрофитами, должна составлять на пруду не более 25...30%. (за исключением, когда весь водный объект не проектируется как болотный биотоп).

ВВР - многочисленная группа, состоящая преимущественно из погруженных в воду полностью или большей своей частью форм растений. ВВР хорошо удаляют из воды загрязняющие вещества - биогенные элементы, тяжелые металлы, фенолы, сульфаты, уменьшают ее загрязненность нефтепродуктами, что контролируется такими показателями органического загрязнения среды, как БПК и ХПК. Стоимость такой системы очистки примерно в 10 раз меньше, чем стоимость традиционных систем [2].

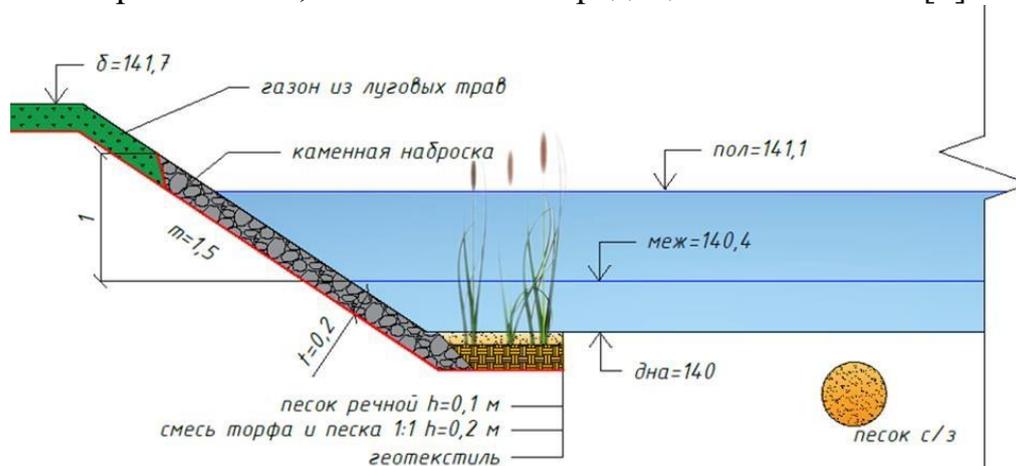


Рисунок 1 - Предлагаемая схемы устройства берегового биоплато на пруду в усадьбе Братцево и ренатурируемом участке р. Сходня с креплением из

## гравийной наброски

В условиях крайне ограниченных площадей, доступных для постройки биоплато в Москве, наиболее перспективным является двух секционный вариант, когда загрязнённые стоковые воды пропускаются постоянным потоком через биоплато круглый год, а, например, в районе крупных магистралей или МКАД паводковые (менее загрязненные) сбрасываются на специальный лоток-канал, который уводит стоки за пределы биоплато, и они не попадают на его мелководную рабочую часть. Глубина биоплато обычно меняется в мелководной зоне от 0,6 м до 1,2 м, где рекомендуется высаживать тростник, роголистник темно-зеленый и элодею канадскую, а в глубоководной зоне при глубине 1,5...2,5 м – рогоз узколистный. Для активации процесса самоочищения количество биоплащадок должно быть не менее 2-х, а число видов ВВР не менее 4-х. Гарантийный срок до полной замены ВВР составляет 5 лет

На основании обследований, а также с учетом требований местных жителей, в Москве ежегодно формируется перечень водных объектов, на которых проводятся работы по благоустройству столичного мегаполиса. Одним из предприятий, занимающихся реконструкцией водоемов и устройством зон биоплато является ГУП "Мосводосток". В рамках настоящего исследования были проанализированы открытые проектные данные с официального сайта ГУП «Мосводосток» и «Единой электронной торговой площадки» [4], где публикуются материалы госзакупок, об устройстве биоплато при проведении восстановительных работ и обустройстве прибрежных территорий малых прудов Москвы. На основании сведений о реконструкции московских водоемов за последнее десятилетие (с 2014 по 2024 гг.) была сформирована таблица о количестве прудов, на которых были произведены работы по благоустройству, и сопоставлено их общее количество с прудами, на которых были созданы зоны биоплато (табл.1).

Таблица 1

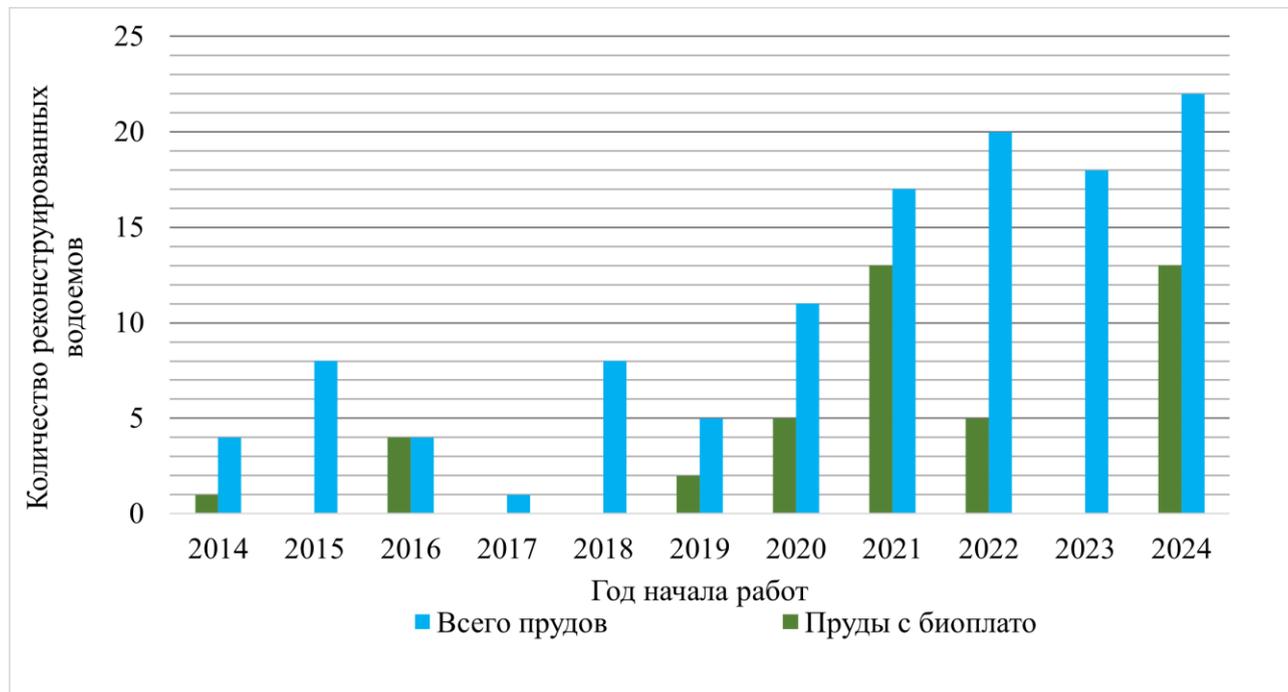
### Данные о прудах, прошедших ревитализацию с устройством биоплато в г. Москве [4]

Год начала работ	2014	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Всего прудов	4	8	4	1	8	5	11	17	20	18	22
Пруды с биоплато	1	0	4	0	0	2	5	13	5	0	13
Доля прудов с биоплато	25%	0%	100%	0%	0%	40%	45,5%	76,5%	25%	0%	59,19%

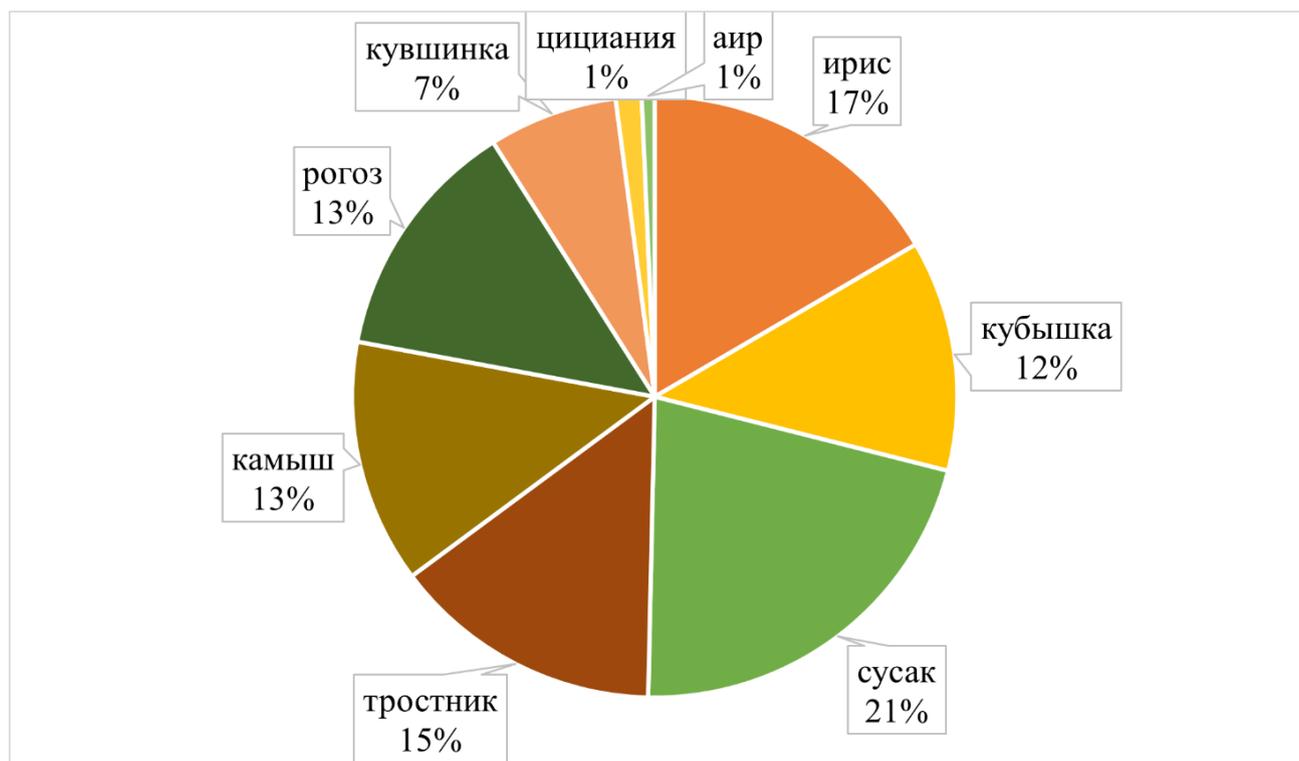
По результатам анализа таблицы на рисунке 2 построена сводная диаграмма. В таблице 2 на рисунке 3 проанализированы виды ВВР, чаще всего высаживаемые на биоплато в Москве начиная с 2019 г.

**Данные о количестве прудов, на которых был высажен представитель ВВР [4]**

ирис	кубышка	сусак	тростник	камыш	рогоз	кувшинка	цициания	аир
24	18	31	21	19	19	10	2	1



**Рисунок 2 – Сводная диаграмма прудов столичного мегаполиса прошедших ревитализацию за последние 10 лет**



### Рисунок 3 – Статистический анализ состава ВВР на прудах в процентном соотношении

Анализ тенденции использования ВВР показывает, что наиболее часто высаживается в мелководной зоне: сусак (21%), ирис (17%), тростник (15%), камыш (13%), рогоз (13%). В глубоководной зоне используются макрофиты с плавающими листьями (кубышка, кувшинка соответственно 12...7%). Посадку высшей водной и околосредовой растительности производят на заключительном этапе ревитализации пруда по окончании всех строительных работ. Создание подобной болотной зоны увеличивает биоразнообразие территории, обеспечивает места гнездования околосредовых птиц, комфортно для установки рядом домика для водоплавающих птиц, что важно для прудов на ООПТ столичного мегаполиса.

На основании анализа были разработаны предложения по оптимизации состава биоплато для ревитализации прудов в бассейне р. Сходня [5]. Начальная плотность посадки макрофитов на участках рекомендуется не более 14...16 шт./м<sup>2</sup>. В зоне регенерации предлагается высадить декоративные ВВР, такие как рогоз широколистный (5 шт. на 1 м<sup>2</sup>), тростник обыкновенный (3 шт. на 1 м<sup>2</sup>) и ежеголовник прямой (6 шт. на 1 м<sup>2</sup>). Для очистки основного объёма поверхностного и ливневого стока от нефтепродуктов и тяжелых металлов с МКАД предлагается напротив главного дома в Братцево устроить биоплато в составе габионного очистного фильтрующего сооружения либо специального очистного сооружения с использованием микроорганизмов-нефтедеструкторов, разработанного в МАДИ. Это позволит упростить службе эксплуатации внесение корректив в работу биоплато после первых 1...3-х лет эксплуатации.

#### Библиографический список

1. Бойкова И. Г., Волшаник В. В., Карпова Н. Б., Печников В. Г., Пупырев Е. И. Эксплуатация, реконструкция и охрана водных объектов в городах. – М: Издательство АСВ. 2008. 256 с.
2. Черных О.Н., Алтунин В.И., Сабитов М.А. Тенденции реконструкции малых водоёмов в черте мегаполисов / Материалы междунар. Научно-практ. Конф. «Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства и пути их решения» ч.III, «Безопасность ГТС», М.: МГУП. 2011. С. 201-213.
3. Черных О.Н., Алтунин В.И., Сабитов М.А. Типизированные приёмы экологического восстановления малых рек Москвы (на примере р. Сетунь). Природообустройство. №. 3. 2015. С. 66-72.
4. ГУП "Мосводосток". Реконструкция водоемов. [Электронный ресурс]. URL: <https://мосводосток.рф/vodojomu-v-rabote> (дата обращения: 28.10.2024).
5. Ленкова Е.Н., Черных О.Н. Особенность природоприближённого обустройства реки Сходня в СЗАО г. Москвы / Материалы 77-й всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 150-летию со

дня рождения Дояренко. М. РГАУ – МСХА. 2024. – 246 с., с.130-134.

## **ФИЛОСОФИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

*Лу Тун, студент 2 курса магистратуры Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, Кафедра гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, tonglu00@mail.ru*

**Научный руководитель – Фартуков Василий Александрович**, к.т.н., доцент, доцент кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, *fartukov@rgau-msha.ru*

**Научный руководитель – Зборовская Марина Ильинична**, к.т.н., доцент, доцент кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, *zborovskya@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* В статье рассматривается понятие «безопасность», акцентируя внимание на рисках, связанных с эксплуатацией опасных производственных объектов (ОПО). Описывается, как современная наука использует математические модели для прогнозирования техногенных рисков, однако признается, что ни одна модель не может полностью учесть все факторы. Приводятся примеры аварий в ядерной энергетике, подчеркивая важность комплексного подхода к проектированию и мониторингу гидротехнических сооружений. Основные принципы безопасности включают риск-ориентированное проектирование, надежный контроль и обучение персонала.

**Ключевые слова:** безопасность; риски; гидротехнических сооружений; Опасные производственные объекты (ОПО); Проектирование

## **PHILOSOPHY OF SAFETY FOR HYDRAULIC STRUCTURES**

*Lu Tong, second-year master's student, Institute of Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Department of Hydraulic Structures, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy tonglu00@mail.ru*

**Scientific supervisor – Fartukov Vasily Alexandrovich**, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hydraulic Structures, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, *fartukov@rgau-msha.ru*

**Scientific supervisor – Zborovskaya Marina Ilinichna**, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hydraulic Structures, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,

**Annotation:** *This article explores the concept of "safety," focusing on the risks associated with the operation of hazardous production facilities (OPO). It describes how modern science uses mathematical models to predict technological risks while acknowledging that no model can fully account for all factors. Examples of accidents in the nuclear energy sector are provided, emphasizing the importance of a comprehensive approach to the design and monitoring of hydraulic structures. The fundamental principles of safety include risk-oriented design, reliable control, and staff training.*

**Key words:** *Safety; risks; hydraulic structures; hazardous production facilities (OPO); design.*

Всегда присутствует та или иная форма и степень проявления угроз, как потенциальных, так и реальных.

Для определения степени опасности и её оценки – РИСК- возможность наступления некоторого неблагоприятного события, влекущего за собой различного рода потери

РИСК только по отношению к будущему и неразрывно связан с прогнозированием и планированием, а значит и с принятием решений

(«риск» в буквальном переводе означает «принятие решения», результат которого неизвестен).

### **Промышленная безопасность. Эксплуатация ОПО. Техногенные риски.**

1. Опасный производственный объект — ОПО — производственный объект, при эксплуатации которого высок риск аварий

2. Предупреждение и предотвращение аварий вызвало направление человеческой деятельности – Промышленная безопасность.

Современная наука

Для обеспечения безопасности современная наука идет по пути создания различных математических моделей, в которых учитываются разнообразные факторы воздействия на окружающую среду, их взаимодействия между собой и обратные связи.

Не разработано ни одной модели, которая бы точно могла всё учесть. Все они являются приближенными к действительности. При этом в настоящее время наука может довольно точно производить различные подсчёты.

Как выглядит наука сегодня? Она до сих пор разделена на разрозненные, мало связанные между собой разделы. Например, в физике: механика, термодинамика, турбулентность, квантовая механика. В каждом из этих разделов используются свои теории и уравнения.

Если говорить терминологией квантовой механики, можно рассматривать различные существующие науки и их разделы как квантовые уровни.

### **Пример ядерную энергетику**

На современном этапе её стараются обеспечить техническими

средствами, просчитав все возможные сценарии развития аварий. Просчитывают. Обеспечивают. А аварии всё равно случаются: Чернобыль, Три-Майл-Айленд, Фукусима. Причём, аварии всегда случаются по таким событийным цепочкам, которые никто раньше и не предполагал в своих анализах аварийных событий. Очень похоже на ситуацию с молнией.

Основные принципы философии безопасности гидротехнических сооружений

1. Проектирование с учетом всех возможных рисков и угроз, которые могут возникнуть в результате действия природных явлений, технических неисправностей или человеческого фактора.

2. Установление надежных систем контроля и мониторинга, позволяющих оперативно обнаруживать и предотвращать возможные проблемы или аварийные ситуации.

3. Регулярное обслуживание и техническое обследование сооружений для выявления потенциальных проблем и своевременного их устранения.

4. Обучение и подготовка персонала, работающего с гидротехническими сооружениями, по вопросам безопасности и эффективности выполнения своих обязанностей.

5. Сотрудничество и взаимодействие с соответствующими органами и организациями, отвечающими за безопасность гидротехнических сооружений, включая правительственные органы, экспертные комиссии и научные институты.

#### **Библиографический список**

1. Сидоров, И. А. (2018). Основы промышленной безопасности: теория и практика. Москва: Издательство «Наука».

2. Петров, В. Н. (2020). Гидротехнические сооружения: проектирование и эксплуатация. Санкт-Петербург: Издательство «Гидрометеиздат».

3. Ковалев, Ю. Л. (2019). Риск-менеджмент в техногенных системах. Екатеринбург: Издательство Уральского университета.

УДК 628. (1-21):628.113

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГАШЕНИЯ ЭНЕРГИИ ЗА ВОДОСБРОСНЫМ СООРУЖЕНИЕМ ЛИМАНОВ

*Люй Сяоцянь, студент второго курса магистратуры института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 1142380534@qq.com*

*Научный руководитель – Черных Ольга Николаевна, к.т.н., доцент, доцент кафедры гидротехнических сооружений института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, gtsmgup@mail.ru*

*Аннотация: Рассмотрены актуальные проблемы гашения энергии потока за водосбросами пойменных лиманов оросительных систем применительно к условиям Китая. Проанализированы факторы, уменьшающие размыв за водосбросом и повышающие эффективность сопряжения бьефов лиманных сооружений для дальнейшего развития водообеспечения и мелиорации сельскохозяйственных земель.*

*Ключевые слова: лиман, водосбросное сооружение, эстуарий, гаситель.*

## STUDY OF ENERGY DISCHARGE BEHIND THE SPILLAGE STRUCTURE OF ESTUARIAN RIVER HOLES

*Lu Xiaoqian, second-year master's student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 1142380534@qq.com*

*Scientific supervisor – Olga Nikolaevna Chernykh, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hydraulic Structures at the A.N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, gtsmgup@mail.ru*

*Annotation: The article considers the current problems of energy damping of the flow behind the spillways of floodplain estuaries of irrigation systems in relation to the conditions of China. The factors that reduce erosion behind the spillway and increase the efficiency of coupling the pools of estuary structures for the further development of water supply and melioration of agricultural lands are analyzed.*

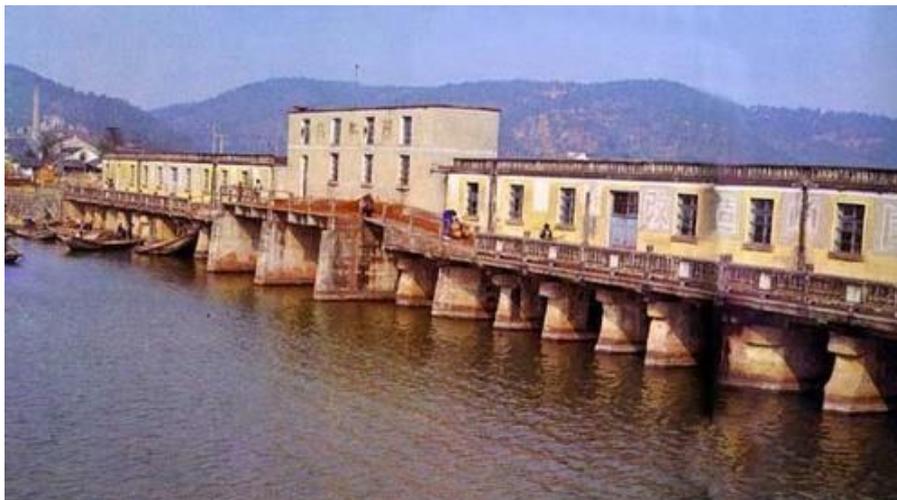
*Key words: estuary, spillway, spillway structure, damper.*

Вопросы совершенствования инфраструктуры гидромелиоративных систем для орошения в Китае сейчас очень важны, так как здесь примерно на 122 млн. га существующих сельхозугодий находится около 58000 тыс. га орошаемых земель, что составляет более 48% от общей площади и 80 % от общего объема национального производства зерна. Однако ирригационные системы имеют ряд проблем, связанных со сроком их эксплуатации, который насчитывает от несколько столетий до 50 лет, причём модернизация и реабилитация лишь 402 из них была завершена к 2020 г. Например, самая древней и единственно сохранившейся в мировой практике ирригационной системе Дуцзяньянь, построенной более 2200 лет назад в провинции Сычуань на юго-западе Китая, до сих пор используется для орошения более 668 700 га сельхозугодий, отвода паводковых вод и обеспечения водными ресурсами более 50 городов. Традиционно используются в КНР и специальные системы лиманного орошения (СЛО). Например, естественные рисовые террасовые оросительные системы с родниковой водой, представляющие собой природные СЛО, с 2013 г. входят в список объектов всемирного наследия ЮНЕСКО. Только на юго-востоке провинции Юньнань необычайно красивые рисовые террасы Хунхэ-Хани СЛО занимают 16,5 тыс. га и террасные пруды более 7 тыс. лет дают высокий урожай, используя причудливые акватории в виде многоуровневых каскадов, сбегаящих со склонов и густо поросших лесом вершин гор Айлао к берегам реки Хонгха. Уже около 1300 лет трудолюбивые поколения народности хани вручную нарезают каналы, а где-то и лепят тонкостенные искусственные бассейны, вписывая ступенями СЛО в рельеф местности. В настоящее время, из-за ежегодного дефицита в 30 млрд. м<sup>3</sup> для орошения земель и обеспечения продуктовой безопасности в КНР стоит задача повысить эффективность и производительность сельхозводоснабжения. Основная роль здесь отводится развитию водосберегающих методов орошения, совершенствованию структуры управления и автоматизации действующих гидротехнических сооружений мелиоративных систем после их реновации, а также рециркуляции и повторного использования воды.

Лиманы для орошения распространены в степной и полупустынных зонах и в РФ, где годовая сумма осадков составляет 200...300 мм и более (Поволжье, Калмыкия, Западная Сибирь, Якутия, Красноярский край, Урал, Северный Кавказ), поэтому повышение эффективности СЛО, зависящее в значительной степени от обеспечения стабильных режимов работы регулирующих водопропускных сооружений и сбросов излишков воды из СЛО очень актуальна. Например, в Якутии в зоне рискованного земледелия из 40 систем лиманного орошения площадью 20 тыс. га в 2023 г. в рабочем состоянии находятся только 19 СЛО площадью 12 тыс. га [1]. Из гидротехнических сооружений СЛО удовлетворительное состояние имеют только 64%, в реконструкции нуждаются 28%, а ликвидации подлежат 8% [2]. Около 33% разрушения в нижних бьефах водосбросных сооружений лиманов связаны с недостатками гасительных устройств потока в выходном участке.

Для разработки мероприятий по повышению эффективности работы СЛО

было проанализировано состояние гидротехнических сооружений приливного лимана реки Цяньтан в Китае, который является типичным эстуарным заливом (рис. 1).



**Рисунок 1 – Вид с верхнего бьефа на входной участок водосброса Саньцзянского эстуария**

Высота приливной волны со стороны водоёма составляет более 4 м, поэтому приливное волновое воздействие намного превышает речное, снижая поступление наносов, но увеличивая размыв в нижнем бьефе гидроузла. Размеры эстуария значительны: длина 274 км, который по степени подверженности приливу можно условно разделить на 3 участка длиной 83, 101 и 90 км. Приморская часть залива мелководна и имеет ширину 101 км. На 3-х пролётном регуляторе водосбросного сооружения устроен мост с 28 пролётными отверстиями и проезжей дорогой. Все сооружения находятся в нормальном техническом состоянии. Разрушения водосбросных сооружений на лиманах происходят чаще всего из-за конструктивных недостатков гасящих устройств, не обеспечивающих необходимую степень гашения энергии выходящего в нижний бьеф лимана потока или вообще их отсутствия на участке сопряжения. Поэтому для обеспечения минимальных размывов за лиманным водосбросом и повышения надёжности работы каскадного или однорядного лимана был выполнен подбор специального гасителя энергии, конструкция которого должна была учитывать, что нижний бьеф лиманных сооружений значительно шире их водопропускного фронта. При этом при сравнительно малом и часто переменном (нерегулируемом) сбросе расхода может быть за водопропускным сооружением и очень малая бытовая глубина, затрудняющая плавное растекание потока в нижерасположенном участке водного объекта, т.е. гаситель должен обеспечивать удовлетворительный пространственный режим сопряжения.

В результате анализа технической литературы [3 - 5] был подобран для дальнейшего исследования гаситель с криволинейным порогом (рис. 2).

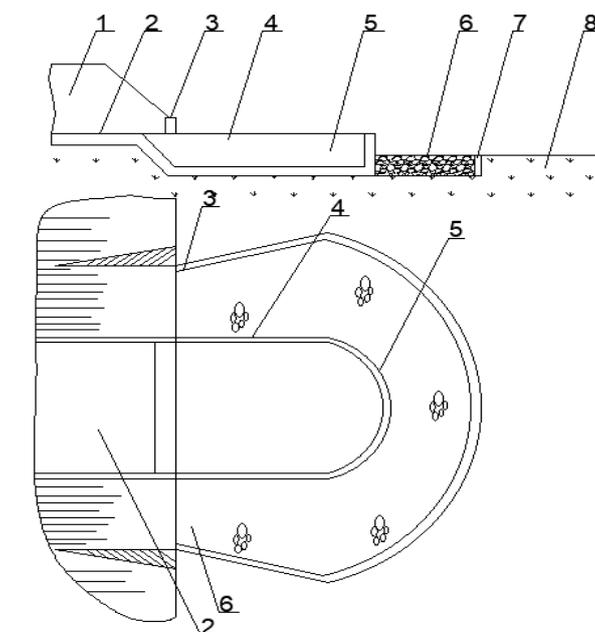


Рисунок 2 – Гаситель за водосбросным сооружением лимана [3]: 1 - устои сооружения; 2 - водобойный пол; 3 - открылок устоя; 4 - боковая стенка; 5 - фронтальный порог гасителя; 6 - рисберма; 7 - концевой зуб; 8 - отводящее русло

Исследования на модели показывают, что процесс формирования потока в нижнем бьефе сбросных сооружений лиманов действительно в значительной степени зависит от бытовой глубины. В начальный момент поступления расхода в незатопленный нижний бьеф зона растекания имеет форму "листа", ограниченную косыми прыжками. При дальнейшем увеличении по бокам транзитного потока образуются водоворотные области. Гидравлический прыжок смещается к сооружению и может стать затопленным. Наиболее интенсивный размыв будет наблюдаться в створах водоворотных зон. Это обусловлено нарушением устойчивости потока под влиянием разности давлений в различной по структуре зонах. Установлены основные факторы, влияющие на формирование скоростных характеристик потока. Так при обеспечении свободного растекания потока длина распространения наибольших осевых скоростей от выходного сечения сооружения может составить от  $5h_0$  до  $20h_0$ , где  $h_0$  – глубина в выходном сечении водосброса. Из-за криволинейного веерообразного очертания порога в конце гасителя изменение продольной скорости отводящей струи и глубин размыва в зависимости от длины сливного порога  $L_{сл}$  уменьшаются. Если принять движение воды над порогом гасителя по аналогии истечению через водослив

$$Q = mL_{сл}\sqrt{2gH^3}, \quad (1)$$

где  $Q$  – переливной сбросной расход;  $H$  – превышение глубины воды над сливным порогом;  $m$  – коэффициент расхода водосливной стенки в конце гасителя;  $g = 9,81 \text{ м}^2/\text{с}$ , то глубина размыва за гасителем может быть оценена по зависимости вида

$$t = K \frac{q^{x_1} z^{x_2}}{d^{x_3}} \quad (2)$$

где  $q$  - удельный расход;  $z = H + P - h_б$  - действующий напор;  $P$  - высота порога;  $d$  - средний диаметр частиц грунта;  $K$  - общий коэффициент, учитывающий различные факторы на глубину размыва;  $x_1$ ,  $x_2$  и  $x_3$  - показатели степени, которые будут уточнены позже при заданных определённых условиях:  $h_б = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ ,  $K = \text{const}$ ,  $d = \text{const}$ .

Экспериментально установлено, что длина сливной грани, при которой имеет место интенсивное уменьшение  $t$ , составляет  $L_{сл} = (3 \div 4,5)B_0$ , где  $B_0$  - ширина водосливного отверстия. Анализ изменения осевых скоростей показал, что продольные составляющие скоростей в одних и тех же створах для гасителей с криволинейным порогом всегда меньше, чем для водобойного колодца [3]. Причем интенсивность их убывания происходит на более коротком интервале пути, что позволяет уменьшить длину крепления. Можно сделать заключение, что сопряжение бьефов лиманных сооружений при установке гасителя в виде криволинейного гасителя веерного типа даёт значительный эффект по сравнению с другими существующими типами гасителей (водобойная прямолинейная стенка, водобойный колодец, шашки, пирсы, растекатели и пр.).

Таким образом, в результате анализа эффективности сопряжения бьефов лиманных сооружений установлено, что одним из основных факторов, уменьшающих размыв за лиманным водосбросом и повышающих надёжность его эксплуатации, а также для дальнейшего развития водообеспечения и мелиорации сельскохозяйственных земель целесообразно применять веерообразный гаситель с криволинейным концевым порогом, дающий не только эффективное гашение энергии потока, но и предотвращающий образование опасных сбойных течений при пропуске разной величины нерегулируемых расходов воды с глубиной в нижнем бьефе, изменяющейся в довольно широком диапазоне.

### Библиографический список

1. Лоскин М.И. Влияние изменения метеорологических параметров на сроки затопления лиманов и урожайность многолетних трав в Якутии // Мелиорация и водное хозяйство. 2022. №5. С. 32-36.
2. Лоскин М.И. Особенности лиманного орошения в условиях Якутии // вестник Алтайского ГАУ. 2023. №11. С. 44-49.
3. Бекмухамедов М.Т., Носенко С.Н. Натурные исследования работы сбросных сооружений лиманов. // Труды КазНИИВХ, т. 5., 1970. 317 с.
4. Пэн Чэн. Гидроэнергетика в Китае в 21 веке. Пекин: Издательство водных ресурсов и гидроэнергетики Китая. 2006. 405 с.
5. Волков В.И., Черных О.Н., Журавлёва А.Г., Румянцев И.С., Алтунин В.И. Открытые береговые водосбросы. М.: Изд-во ФГБОУ ВПО МГУП. 2012. 244 с.

## ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ МЕЛИОРАЦИИ, ИСТОРИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ И ДВИЖУЩАЯ СИЛА ОСВОЕНИЯ КИТАЯ

*Лян Янь, студент 2 курса магистратуры Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, Кафедра гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 1223810872@qq.com*

**Научный руководитель – Зборовская Марина Ильинична**, к.т.н., доцент, доцент кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, <mailto:zborovskya@rgau-msha.ru>

**Научный руководитель – Фартуков Василий Александрович**, к.т.н., доцент, доцент кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, <mailto:fartukov@rgau-msha.ru>

**Аннотация.** В этой статье представлена текущая ситуация, историческая эволюция и движущие факторы проектов рекультивации в Китае, анализируются экологические и экономические выгоды, которые приносят проекты рекультивации в типичных городах и регионах Китая, а также анализируются масштабы и распространение проектов рекультивации. Использование дистанционного зондирования и геоинформационных систем для анализа экологических данных, пригодности и потенциальных рисков мелиоративных территорий.

**Ключевые слова:** прибрежная зона, дистанционное зондирование, мелиорация, длинная последовательность

## CURRENT STATUS OF LAND RECLAMATION, HISTORICAL EVOLUTION AND DRIVING FORCE OF CHINA'S DEVELOPMENT

*Liang Yan, second- year master's student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Department of Hydraulic Structures, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 1223810872@qq.com*

**Scientific supervisor – Zborovskaya Marina Ilyinichna**, Ph.D. Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hydraulic Engineering Structures, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, <mailto:zborovskya@rgau-msha.ru>

**Scientific supervisor – Fartukov Vasily Aleksandrovich**, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hydraulic Engineering Structures, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, <mailto:fartukov@rgau-msha.ru>

**Annotation:** *This article introduces the current situation, historical evolution and driving factors of reclamation projects in China, analyzes the environmental and economic benefits of reclamation projects in typical cities and regions in China, and analyzes the scale and distribution of reclamation projects. Using remote sensing and geographic information systems to analyze environmental data, suitability and potential risks of reclamation areas.*

**Key words:** *coastal zone, remote sensing, melioration, long sequence*

В последние десятилетия во всех прибрежных провинциях и крупных городах Китая проводились серьезные мероприятия по мелиорации прибрежных территорий из-за нехватки земли, вызванной быстрым экономическим ростом и урбанизацией. Однако ценность прибрежных водно-болотных угодий и экосистем не была полностью понята и оценена до недавнего времени, когда во многих развитых странах были разработаны выгодные методы восстановления мелиорированных земель прибрежных водно-болотных угодий. Общая цель этого исследования — предоставить подробное пространственное и временное распределение прибрежной мелиорации для анализа взаимосвязи между такими факторами, как прибрежная экономика, рост населения, а также урбанизация и интенсивность мелиорации;

Текущее состояние мелиорации Китая-Историческая эволюция

Китайские мелиоративные проекты широко осуществляются в прибрежных районах, особенно в Гуандуне, Шанхае, Хайнане и других местах. Эти проекты используются не только для расширения городов, промышленного развития и строительства инфраструктуры, но также включают в себя различные виды использования, такие как порты, туризм и защита окружающей среды. В настоящее время площадь рекультивации Китая превысила 10 000 квадратных километров, что делает его одной из стран с наиболее частыми мелиоративными мероприятиями в мире.

Древние времена: Историю мелиорации можно проследить с древних времен. Вначале он использовался в основном для сельскохозяйственного орошения и рыболовства. Во времена династий Тан и Сун в некоторых районах началась относительно систематическая мелиоративная деятельность.

Современное время: В 20 веке, особенно после реформ и открытости, мелиоративная деятельность быстро возросла. Спрос на землю в прибрежных городах резко возрос, что побудило правительства и компании широкомасштабно осваивать морские районы.

21 век: в последние годы мелиорационная деятельность еще более активизировалась. С ускорением урбанизации и потребностями экономического развития появилось больше мелиоративных проектов, особенно в области строительства островов и развития портов.

Движущие факторы

Урбанизация и экономическое развитие. С ускорением урбанизации спрос на землю в прибрежных районах продолжает расти, и мелиорация стала

важным средством удовлетворения этого спроса.

Строительство инфраструктуры: проекты мелиорации предоставляют место для строительства инфраструктуры, такой как порты и аэропорты, и способствуют развитию транспорта и торговли.

Политическая поддержка: под руководством экономического развития правительство запустило ряд мер по поддержке мелиорационной деятельности, включая политику землепользования и инвестиционные стимулы.

Экологические и экологические факторы. Некоторые мелиоративные проекты также включают экологическое восстановление и защиту морской среды, пытаясь найти баланс между развитием и защитой.

### **Масштаб и распространение**

Масштабность: мелиорационная деятельность Китая осуществляется во всех прибрежных районах, особенно в экономически развитых провинциях, таких как Гуандун, Чжэцзян, Шанхай и Хайнань. Совокупная площадь рекультивации превышает 10 000 квадратных километров, что делает ее одной из стран с наиболее частыми мелиоративными проектами в мире.

Расширение городов. Многие города увеличивают предложение земель за счет рекультивации для удовлетворения потребностей расширения городов и строительства инфраструктуры. Например, новый район Пудун в Шанхае и новый район Цяньхай в Шэньчжэне являются типичными проектами рекультивации.

### **Воздействие на окружающую среду**

Экологические проблемы: Мелиорация моря может иметь негативные последствия для морских экосистем, включая разрушение морской среды обитания и загрязнение воды. Правительства и научно-исследовательские учреждения начали уделять больше внимания этим вопросам и продвигать методы устойчивой рекультивации.

Изменение климата: мелиорированные территории подвергаются риску из-за повышения уровня моря и экстремальных погодных явлений, и повышение устойчивости этих территорий является важной задачей.

### **Применение дистанционного зондирования и географических информационных систем (ГИС)**

Тиан Бо, младший научный сотрудник Государственной ключевой лаборатории эстуариев и побережий, и другие использовали временные ряды изображений Landsat каждые пять лет с 1985 по 2010 год в сочетании с интерпретацией изображений дистанционного зондирования и пространственным анализом для изучения состояния и изменений мелиорации в прибрежных районах Китая. Также было изучено влияние экономических, демографических и урбанизационных факторов на освоение прибрежных территорий.

Результаты анализа показывают, что: (1) с 1985 по 2010 годы прибрежные провинции и города моей страны рекультивировали 754 697 га прибрежных водно-болотных угодий. После 2005 года объем рекультивации резко увеличился (2).

Увеличение интенсивности рекультивации прибрежных территорий

происходит главным образом за счет; энергичное развитие экономики, особенно после 2000 года, связано с урбанизацией и промышленным развитием прибрежных районов, что тесно связано с ВВП на душу населения.

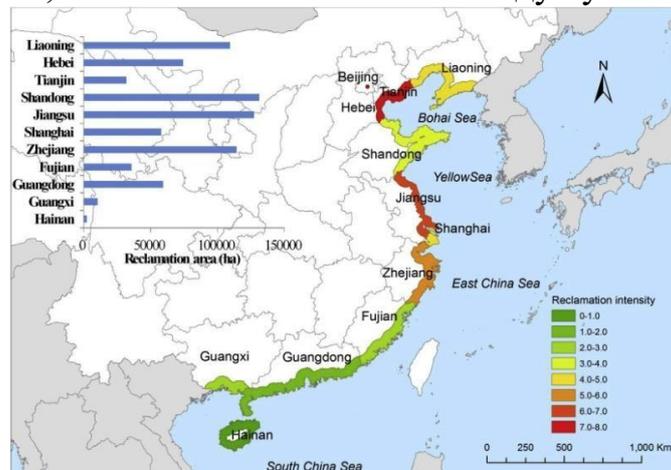


Рисунок 1 – Управление прибрежной зоной

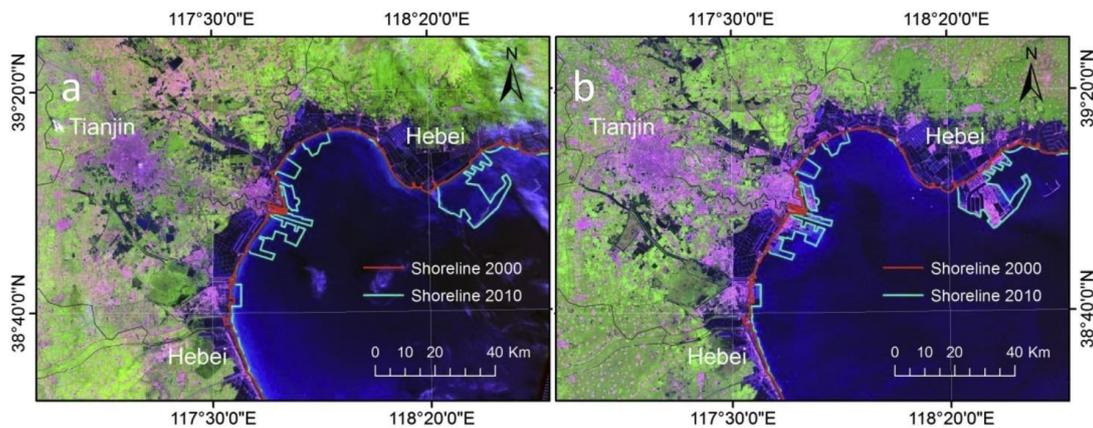


Рисунок 2 – Основные результаты

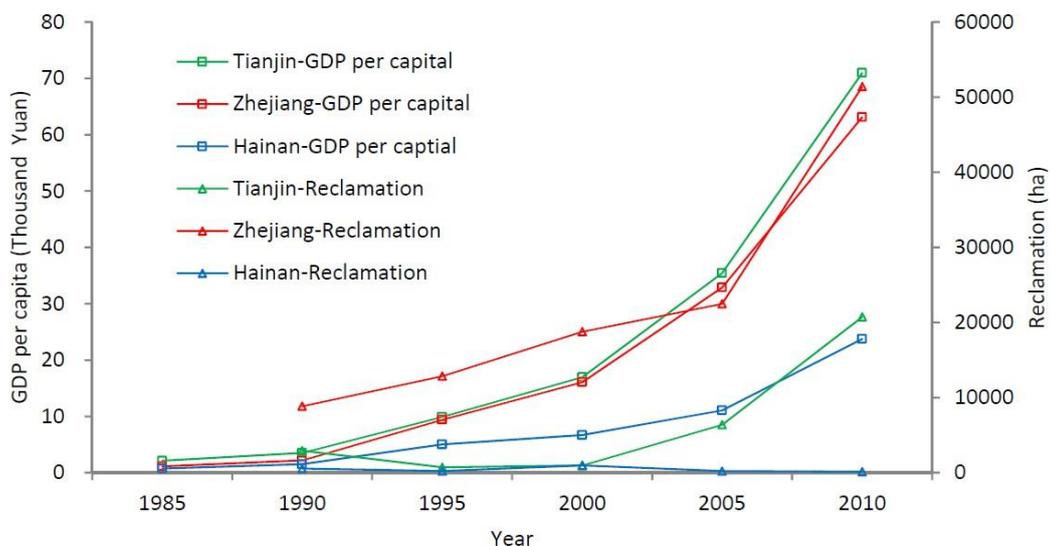


Рисунок 3 – Связь между площадью мелиорации и ВВП

### Библиографический список

1. Хуан Чжицян, Чжу Цзивэнь «Современные инженерные технологии и управление водными ресурсами, Пекин:2020
2. Ван Вэй, Чжао Синьюй «Управление водными ресурсами и гидротехника Пекин: 2018».
3. Чжан Х. и Ван Ю. «Влияние мелиорации земель на прибрежную экосистему Китая: обзор журнала прибрежных исследований», 36 (5), 999-1009.2020
4. Ли Дж., и Лю.Х. «Применение ГИС и дистанционного зондирования в мелиорации прибрежных земель: пример изучения воды», 11 (4), 765.2019
5. Чжао Цзин, Ли Мин «Исследование системы мониторинга мелиорации на основе Интернета вещей». Опубликовано на «Национальном форуме инноваций и развития технологий водного хозяйства».2020

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ ЦЕЛЯХ**

*Митрофанова Дарья Михайловна, студентка 3 курса Института мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А. Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, dvtm678999@mail.ru*

*Куликова Полина Андреевна, студентка 3 курса Института мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А. Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, kulikovapolina73@mail.ru*

*Научный руководитель – Глазунова Ирина Викторовна, к.т.н., доцент, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия, ivglazunova@mail.ru*

*Аннотация:* Данная статья посвящена изучению основных направлений применения нейросетей в гидромелиорации, включая прогнозирование потребности в воде, оптимизацию систем орошения, мониторинг качества воды, а также разработку мер по защите водных ресурсов.

*Ключевые слова:* нейросети, гидромелиорация, управление водными ресурсами, прогнозирование, оптимизация

## **APPLICATION OF NEURAL NETWORKS FOR HYDROMELIORATIVE PURPOSES**

*Mitrofanova Darya Mikhailovna, student, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, dvtm678999@mail.ru*

*Kulikova Polina Andreevna, student, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, kulikovapolina73@mail.ru*

*Annotation:* The review of the main areas of neural networks' application in hydro reclamation, including forecasting water demand, optimization of irrigation systems, monitoring of water quality, as well as the development of measures to protect water resources are given in the article.

*Key words:* neural networks, hydro-reclamation, water resources management, forecasting, optimization

Современная гидромелиорация все чаще сталкивается с необходимостью повышения эффективности и точности управления водными ресурсами. В этом контексте применение нейросетей, как инструмента для анализа больших объемов данных и прогнозирования сложных процессов, приобретает особую актуальность. Современная гидромелиорация, направленная на рациональное использование водных ресурсов для повышения продуктивности сельского хозяйства и обеспечения экологической устойчивости, все чаще сталкивается с

необходимостью повышения эффективности и точности управления водными ресурсами. В условиях изменения климата, роста населения и ограниченных водных ресурсов традиционные методы управления становятся недостаточно эффективными [1,2].

В этом контексте применение нейросетей, как инструмента для анализа больших объемов данных и прогнозирования сложных процессов, приобретает особую актуальность. Нейросети, основанные на принципах работы человеческого мозга, способны распознавать закономерности и прогнозировать поведение сложных систем, недоступных для традиционных методов.

Данная статья посвящена изучению основных направлений применения нейросетей в гидромелиоративных целях. Мы рассмотрим, как нейросети могут быть использованы для прогнозирования потребности в воде, оптимизации систем орошения, мониторинга качества воды и разработки мер по защите водных ресурсов. Статья также осветит преимущества и ограничения использования нейросетей в мелиоративной гидротехнике, а также рассмотрит перспективные направления развития нейросетевых технологий для решения актуальных задач отрасли.

Нейросети активно внедряются в мелиорацию, революционизируя подход к управлению водными ресурсами и повышению эффективности сельскохозяйственного производства. Вот несколько ключевых способов применения нейросетей в мелиорации:

#### 1. Анализ данных и прогнозирование:

- Прогноз потребности в воде: Нейросети могут анализировать исторические данные о погоде, влажности почвы, росте растений и других факторах для прогнозирования потребности в воде в будущем. Это позволяет оптимизировать полив и избежать перерасхода воды.

- Прогноз урожайности: Нейросети могут предсказывать урожайность в зависимости от различных факторов, таких как погода, качество почвы и использование удобрений. Это помогает фермерам планировать производство и использовать воду наиболее эффективно.

- Определение оптимальных сроков полива: Нейросети могут анализировать данные о развитии растений, потребности в воде, влажности почвы и погодных условиях, чтобы определить оптимальные сроки полива для различных культур.

#### 2. Управление системами орошения:

- Автоматизированное управление: Нейросети могут управлять автоматизированными системами орошения, которые позволяют оптимизировать подачу воды в зависимости от потребностей растений и погодных условий.

- Оптимизация режимов полива: Нейросети могут оптимизировать режимы полива, например, регулировать частоту и продолжительность полива, а также контролировать давление в системах капельного орошения.

- Анализ эффективности орошения: Нейросети могут анализировать данные об использовании воды и урожайности, чтобы оценить эффективность оросительных систем и оптимизировать их работу.

### 3. Мониторинг качества воды:

- Анализ качества воды: Нейросети могут анализировать данные о химическом составе воды, ее температуре и других параметрах, чтобы контролировать качество воды в источниках и оросительных системах.

- Прогнозирование загрязнения: Нейросети могут прогнозировать загрязнение воды, например, выявлять источники загрязнения и моделировать его распространение [3].

- Разработка мер по защите качества воды: Нейросети могут помогать в разработке мер по защите качества воды, например, оптимизируя системы водоотведения и контролируя использование удобрений и пестицидов.

### 4. Определение оптимальных способов мелиорации:

- Анализ данных о почве: Нейросети могут анализировать данные о составе почвы, ее влажности и других параметрах для определения оптимальных способов мелиорации, например, выбора типа оросительной системы или проведения дренажных работ.

- Оптимизация методов обработки почвы: Нейросети могут оптимизировать методы обработки почвы, например, выбор оптимальных сроков и способов обработки для повышения ее плодородия и снижения эрозии.

- Разработка стратегий управления водными ресурсами: Нейросети могут помогать в разработке стратегий управления водными ресурсами, учитывая особенности конкретного региона и потребности сельскохозяйственного производства [4,5].

Нейросети стремительно проникают в гидромелиорации, революционизируя управление водными ресурсами и оптимизируя сельскохозяйственное производство [6,7,8]. Рассмотрим несколько примеров реального применения нейросетей и их эффективность.

- Deep Learning for Water Management: Разработанная в Китае система использует нейросети глубокого обучения для прогнозирования потребности в воде для различных сельскохозяйственных культур на основе данных о погоде, влажности почвы, этапах развития растений и исторических данных.

- Convolutional Neural Networks for Soil Moisture Prediction: Исследователи из США разработали модель CNN для прогнозирования влажности почвы на основе данных дистанционного зондирования. Эта модель позволяет оптимизировать полив и предотвратить переувлажнение почвы.

- Smart Irrigation System Based on Deep Learning: Эта система, разработанная в Индии, использует нейросети для управления автоматическими системами орошения. Система анализирует данные о погодных условиях, влажности почвы и потребностях растений, чтобы оптимизировать подачу воды.

- Water Management System with Neural Networks: Эта система, разработанная в Австралии, использует нейросети для контроля и управления ирригационными системами, а также для оптимизации использования воды в зависимости от различных факторов, таких как тип почвы, урожайность, погодные условия.

- Convolutional Neural Networks for Water Quality Monitoring:

Исследователи из Бразилии разработали модель CNN для анализа данных о качестве воды, собранных с датчиков, установленных в реках и водохранилищах. Система позволяет обнаруживать загрязнения и предотвращать их распространение.

- Deep Learning for Water Quality Prediction: Эта система, разработанная в Китае, использует нейросети глубокого обучения для прогнозирования качества воды в водохранилищах на основе данных о стоке, погоде и других факторах.

- Machine Learning for Soil Salinity Management: Исследователи из США разработали систему машинного обучения для оптимизации мелиорации засоленных почв. Система анализирует данные о составе почвы, ее влажности и других параметрах, чтобы предложить наиболее эффективные методы мелиорации.

- Neural Networks for Precision Irrigation: Эта система, разработанная в Испании, использует нейросети для оптимизации систем капельного орошения. Система анализирует данные о погодных условиях, потребностях растений и типах почвы, чтобы оптимизировать подачу воды и повысить эффективность орошения.

Применение нейросетей в гидромелиорации открывает новые горизонты для эффективного управления водными ресурсами и оптимизации сельскохозяйственного производства. Разработка моделей машинного обучения, способных анализировать огромные объемы данных, прогнозировать потребность в воде, оптимизировать системы орошения и контролировать качество воды, позволяет повысить урожайность, снизить затраты на орошение и минимизировать экологический ущерб.

Несмотря на то, что нейросетевые технологии в мелиорации находятся в стадии развития, уже сегодня существуют многочисленные примеры успешного применения, демонстрирующие их потенциал для повышения эффективности и устойчивости сельского хозяйства [9,10].

В будущем можно ожидать дальнейшего развития и внедрения нейросетей в гидромелиорации. Это позволит создать более интеллектуальные и адаптивные системы управления водными ресурсами, способные эффективно реагировать на изменения климата, почвенных условий и других факторов, что в конечном счете приведет к повышению производительности сельского хозяйства и экологической устойчивости.

### **Библиографический список**

1. <https://www.researchgate.net/>
2. Рациональное водопользование / И. В. Глазунова, В. Н. Маркин, С. А. Соколова, Л. Д. Раткович. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – 136 с. – ISBN 978-5-907586-89-5. – DOI 10.47581/2022/Glazunova.01. – EDN DBCRCR.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023662849 Российская Федерация. Программа машинного обучения для

очистки сточных вод с учетом эффективности природных сорбентов: № 2023661907 : заявл. 02.06.2023 : опубл. 14.06.2023 / М. А. Ширяева, И. В. Глазунова, А. М. Бакштанин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN JSJGPU.

4. Кирейчева, Л. В. Экологически безопасные ресурсы. Технические решения очистки дренажно-сбросных вод / Л. В. Кирейчева, И. В. Глазунова // Вода Magazine. – 2008. – № 4. – С. 44-47. – EDN PTUNOZ.

5. Карпенко, Н. П. Управление земельными и водными ресурсами для снижения загрязнения рек на основе экспертных оценок эффективности природоохранных мероприятий / Н. П. Карпенко, И. В. Глазунова // Природообустройство. – 2019. – № 4. – С. 102-108. – DOI 10.34677/1997-6011/2019-4-102-108. – EDN YXWIGK.

6. Классификатор методов и технических решений восстановления плодородия деградированных земель / Л. В. Кирейчева, И. В. Глазунова, В. М. Яшин, С. Х. Нгуен // Плодородие. – 2014. – № 6(81). – С. 30-34. – EDN TEDBOX.

7. Глазунова, И. В. Устойчивое развитие и научная обоснованность интегрированного использования водных ресурсов на основе европейского опыта / И. В. Глазунова, Н. П. Карпенко // Вестник Научно-методического совета по природообустройству и водопользованию. – 2019. – № 14. – С. 17-26. – EDN TULJIG.

8. Гидромелиорация земель и водное хозяйство / Х. А. Абдулмажидов, Н. А. Александров, М. С. Али [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2022. – 358 с. – ISBN 978-5-6049409-4-5. – EDN HNSMXI.

9. Карпенко, Н. П. Оценка фитотоксического воздействия нефтепродуктов на всхожесть овса посевного (*Avena sativa* L.) / Н. П. Карпенко, И. В. Глазунова, М. А. Ширяева // Природообустройство. – 2024. – № 2. – С. 13-20. – DOI 10.26897/1997-6011-2024-2-13-20. – EDN IYSTUC.

10. Районирование при обосновании вероятности необходимости осушения земель и методы снижения загрязненности дренажного стока / А. М. Бакштанин, В. Н. Маркин, И. В. Глазунова [и др.] // Мелиорация и гидротехника. – 2023. – Т. 13, № 4. – С. 202-223. – DOI 10.31774/2712-9357-2023-13-4-202-223. – EDN HSQOOA.

## **ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ НА РАЗВИТИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ И СЕЛЕВЫХ ПРОЦЕССОВ**

*Садова Владлена Анатольевна, студентка 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, vkamushkina22@mail.ru*

*Научный руководитель – Жукова Татьяна Юрьевна, ассистент кафедры гидротехнических сооружений, института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, t.zhukova@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Статья посвящена актуальной проблеме влияние природных условий на развитие оползневых и противоселевых процессов, так как для каждого геолого-генетического комплекса горных пород определенной инженерно-геологической области характерны определенные типы оползневых и противоселевых процессов. Большое влияние на характер и интенсивность развития оползневых и селевых процессов оказывает направление падения горных пород по отношению к склону.

*Ключевые слова:* оползень, сель, процесс, развитие, мониторинг, мероприятия.

## **INFLUENCE OF NATURAL CONDITIONS ON THE DEVELOPMENT OF LANDSLIDE AND MUDFLOOD PROCESSES**

*Sadovaya Vladlena Anatolyevna, 4th year bachelor's student of the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, vkamushkina22@mail.ru*

*Scientific supervisor – Zhukova Tatyana Yuryevna, assistant the chair of Hydraulic engineering constructions, Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, t.zhukova@rgau-msha.ru*

*Annotation.* The article is devoted to the current problem of the influence of natural conditions on the development of landslide and anti-mudflow processes, since for each geological and genetic complex of rocks of a certain engineering and geological area, certain types of landslide and anti-mudflow processes are characteristic. The direction of the fall of rocks in relation to the slope has a great influence on the nature and intensity of the development of landslide and mudflow processes.

*Key words: landslide, mudflow, process, development, monitoring, activities.*

Развитие оползневых и селевых процессов представляют собой важные и актуальные явления, с которыми сталкиваются многие регионы мира, особенно те, которые расположены вблизи водоемов, горных склонов и других природных образований. Эти процессы могут иметь серьезные последствия как для окружающей среды, так и для человеческой деятельности, включая разрушение инфраструктуры, потерю земель и угрозу жизни людей. В условиях глобальных изменений климата, увеличения антропогенной нагрузки на природные системы и изменяющихся гидрологических условий, понимание механизмов, причин и последствий береговых оползней и селевых потоков становится особенно важным [1].

Важность изучения этих процессов также обусловлена их влиянием на экосистемы и биоразнообразие. Оползни и селевые потоки могут изменять ландшафт, разрушать местообитания флоры и фауны, а также приводить к загрязнению водоемов. В связи с этим, понимание этих процессов и разработка эффективных методов их мониторинга и предотвращения становятся критически важными для устойчивого развития территорий.

Оползни представляют собой движения грунтовых масс, которые происходят в результате различных факторов, таких как изменение уровня воды, осадки, сейсмическая активность и человеческая деятельность. Эти процессы могут проявляться в виде обрушения склонов, осыпей и других форм перемещения грунта, которые могут приводить к разрушению береговых линий, изменению ландшафта и потере земельных ресурсов. Важно отметить, что оползни могут происходить как в сухую, так и в дождливую погоду, и их интенсивность может варьироваться в зависимости от состояния грунта и других условий [2].

Селевые процессы, в свою очередь, связаны с перемещением воды и осадков, которые могут вызывать наводнения и селевые потоки. Сели формируются в результате интенсивных осадков, таяния снега или ледников, а также в результате человеческой деятельности, такой как вырубка лесов или изменение ландшафта. Эти процессы могут быть особенно опасными в горных и предгорных районах, где рельеф способствует быстрому стеканию воды и накоплению осадков. Сели могут вызывать разрушения зданий, повреждение инфраструктуры и представлять угрозу для жизни людей.

Сложность и многообразие оползневых и селевых процессов требуют комплексного подхода к их изучению и управлению. Для понимания этих явлений необходимо учитывать не только геологические и климатические факторы, но и социально-экономические аспекты, такие как использование земель, планирование городской инфраструктуры и меры по охране окружающей среды. Например, в районах с высокой степенью застройки и изменением природного ландшафта риск возникновения оползней и селей значительно возрастает. Поэтому важно разрабатывать стратегии управления, которые учитывают все эти аспекты и направлены на снижение рисков и минимизацию ущерба [3].

Геологические условия играют ключевую роль в формировании оползней и селей. Типы грунтов, их структура и состав, а также наличие подземных вод могут существенно влиять на стабильность склонов.

Например, глинистые и песчаные грунты имеют разные механические свойства, что определяет их склонность к оползням. Кроме того, наличие трещин и разломов в породах может способствовать быстрому движению воды и, как следствие, увеличивать вероятность оползней и селей. Важно также учитывать влияние подземных вод, которые могут повышать уровень грунтовых вод и снижать прочность грунта, что делает его более подверженным к сдвигам [4].

Климатические условия также оказывают значительное влияние на оползни и сели. Изменения температуры, интенсивность осадков и частота экстремальных погодных явлений могут способствовать увеличению частоты и интенсивности этих процессов. Например, резкие изменения температуры могут вызывать замерзание и оттаивание грунта, что приводит к его разрушению и увеличению вероятности оползней. Интенсивные осадки, особенно в сочетании с уже ослабленным грунтом, могут приводить к быстрому накоплению воды и образованию селевых потоков. Таким образом, изменение климата и его последствия становятся важными факторами, которые необходимо учитывать при оценке рисков и разработке мер по предотвращению оползней и селей.

Человеческая деятельность также играет важную роль в формировании оползневых и селевых процессов. Строительство дорог, зданий и других объектов может значительно изменить природный ландшафт и увеличить риск оползней. Вырубка лесов и изменение растительности могут привести к уменьшению стабильности склонов, поскольку корни деревьев помогают удерживать грунт на месте. Кроме того, неумеренная эксплуатация природных ресурсов, такая как добыча полезных ископаемых, может ослабить грунты и способствовать их разрушению. Поэтому важно разрабатывать и внедрять устойчивые практики управления природными ресурсами, которые помогут минимизировать воздействие человеческой деятельности на окружающую среду.

Важным аспектом борьбы с оползнями и селями является мониторинг и оценка рисков. Современные технологии, такие как спутниковые снимки, геоинформационные системы и модели прогнозирования, позволяют более точно оценивать состояние склонов и предсказывать потенциальные угрозы. Регулярный мониторинг состояния склонов и уровня грунтовых вод может помочь выявить опасные участки и своевременно принять меры по их укреплению. Также важно проводить научные исследования, направленные на изучение механизмов возникновения оползней и селей, что позволит более эффективно разрабатывать меры по их предотвращению.

Мониторинг оползневых и селевых процессов является важным элементом системы управления рисками. Современные методы мониторинга включают использование геодезических технологий, дистанционного зондирования, а также геофизических и геохимических методов. Эти

технологии позволяют получать актуальную информацию о состоянии склонов и предсказывать возможные оползни и селевые потоки.

Важно, чтобы мониторинг проводился на постоянной основе, что позволит своевременно реагировать на изменения и предотвращать потенциальные угрозы [5].

Мероприятия по предотвращению и защите от оползневых и селевых процессов могут быть разделены на несколько категорий: инженерные, биологические и управленческие. Инженерные мероприятия включают в себя строительство дренажных систем, укрепление склонов с помощью различных конструкций, таких как подпорные стены и геосетки, а также создание защитных сооружений, таких как водоотводы и защитные дамбы. Биологические методы заключаются в использовании растительности для укрепления склонов и предотвращения эрозии. Управленческие меры включают в себя разработку и внедрение нормативных актов, направленных на регулирование строительства и землепользования в зонах риска.

Важно подчеркнуть, что эффективность этих мероприятий зависит от комплексного подхода, координации усилий различных ведомств и организаций, а также от активного участия населения.

Таким образом, оползневые и селевые процессы представляют собой сложные и многогранные явления, которые требуют комплексного подхода к их изучению и управлению. Понимание механизмов их возникновения и факторов, способствующих их развитию, является ключевым для разработки эффективных мер по предотвращению и минимизации ущерба. Важно учитывать как природные, так и антропогенные факторы, а также разрабатывать стратегии, направленные на устойчивое управление природными ресурсами и защиту окружающей среды.

### **Библиографический список**

1. Жукова Т.Ю., Бакштанин А.М. Инженерно-экологические аспекты строительства объектов природообустройства. Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства // В книге материалы III междунар. науч.-практ. конф. ф.-та землеустройства и кадастров ВГАУ, 2021.С.172-179.

2. Атабиев И.Ж., Бакштанин А.М., Жукова Т.Ю. Влияние природных условий на развитие оползневых процессов // Вестн. науч.-метод. совета по природообустройству и водопользованию. 2021. №21. С.42-46.

3. Аллямов Р.Р. О применении геотекстиля для противифльтрационной защиты каналов и водоемов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы. 2017. №1. С. 377-380

4. Хомченко Ю.В. Устойчивость откосов и склонов, укрепленных геотекстильными материалами//Вестн. Полоц. гос. ун.-та. 2014. №16 С.54-59.

5. Мельникова Е.П. Повышение устойчивости грунтовых сооружений путем армирования геосинтетическими материалами // Современные тенденции развития и перспективы внедрения инновационных

технологий в машиностроении, образовании и экономике. 2016. № 1. С. 29-34.  
УДК 528.88

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММЫ GOOGLE EARTH PRO ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

*Садова Владлена Анатольевна, студентка 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, vkamushkina22@mail.ru*

*Кашин Артём Олегович, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, artemkashin200393@gmail.com*

*Попова Полина Михайловна, студентка 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, poliiinaropova@gmail.com*

*Научный руководитель – Семенова Кристина Сергеевна, к.т.н., доцент кафедры гидротехнического строительства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kristi11.05.88@yandex.ru*

*Аннотация:* Дистанционным зондированием Земли является получение информации о поверхности Земли и расположенных на ней объектах. «Google Earth Pro» является программой, содержащей космические снимки поверхности земли с высоким разрешением. Целью работы является возможности использования программы Google Earth Pro для изучения параметров гидротехнических сооружений «Google Earth Pro».

**Ключевые слова:** SAGA GIS, гидроузел

## **POSSIBILITIES OF USING THE GOOGLE EARTH PRO PROGRAM TO STUDY THE PARAMETERS OF HYDRAULIC STRUCTURES**

*Sadovaya Vladlena Anatolyevna, 4th year bachelor's student of the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, vkamushkina22@mail.ru*

*Kashin Artyom Olegovich, 4th year bachelor's student of the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, artemkashin200393@gmail.com*

*Popova Polina Mikhailovna, 4th year bachelor's student of the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, poliiinaropova@gmail.com*

*Scientific supervisor – Semenova Kristina Sergeevna, PhD in Engineering sciences, Associate Professor of the Department of Hydraulic Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, kristi11.05.88@yandex.ru*

**Annotation.** *Remote sensing of the Earth is the acquisition of information about the Earth's surface and objects located on it. "Google Earth Pro" is a program containing high-resolution satellite images of the Earth's surface. The purpose of the work is the possibility of using the Google Earth Pro program to study the parameters of hydraulic structures "Google Earth Pro".*

**Key words:** *SAGA GIS, hydraulic structure*

Google Earth Pro (Google Планета Земля Pro) - трехмерный глобус, это мощный инструмент для работы с геопространственной информацией, позволяющий обрабатывать, анализировать и визуализировать геоданные на основе данных дистанционного зондирования высокого разрешения. Данная программа, являющаяся расширенной версией Google Earth Free, предоставляя доступ аэрофотоснимкам, ГИС-данным, панорамам просмотра улиц, историческим снимкам. Благодаря широкому функционалу Google Планета Земля Pro позволяет осуществлять анализ и визуализацию геоданных, создавать планы местности, измерять объекты на карте, включая трёхмерные модели [1].

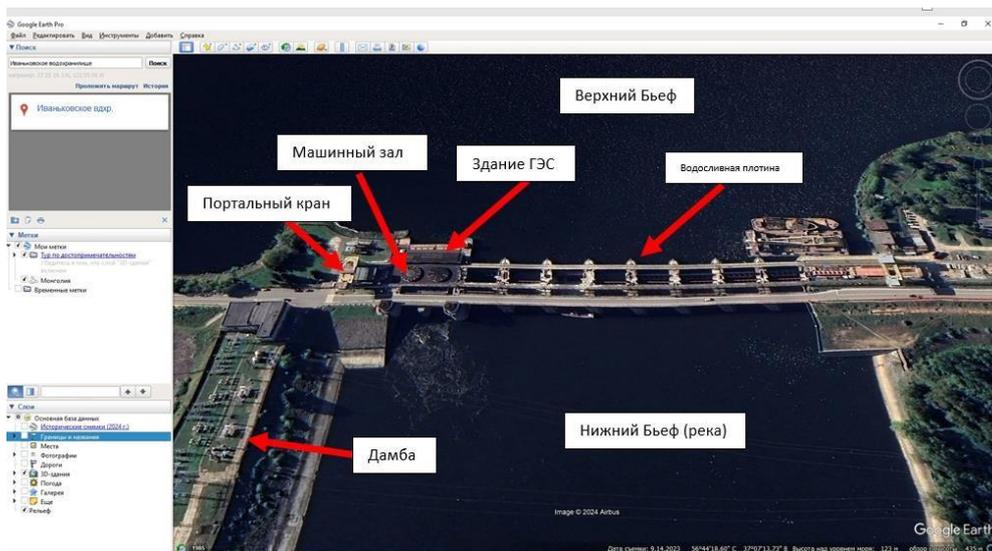
Доступ к программе бесплатный, работа в программе возможно с любого компьютера, что достаточно удобно для любого пользователя и профессионала.

В работе по изучению возможностей Google Earth Pro использовался такое гидротехнические сооружения как Иваньковский гидроузел, расположенного в Иваньковском водохранилище. Иваньковское водохранилище - водохранилище долинного типа в Европейской части России на реке Волге, второе в её течении после Верхневолжского, расположено в южной части Верхневолжской низменности. Образовано плотиной Иваньковской ГЭС, первой станцией Волжского каскада [1].

В состав сооружений Иваньковского гидроузла входят [1] [2] (рис.1):

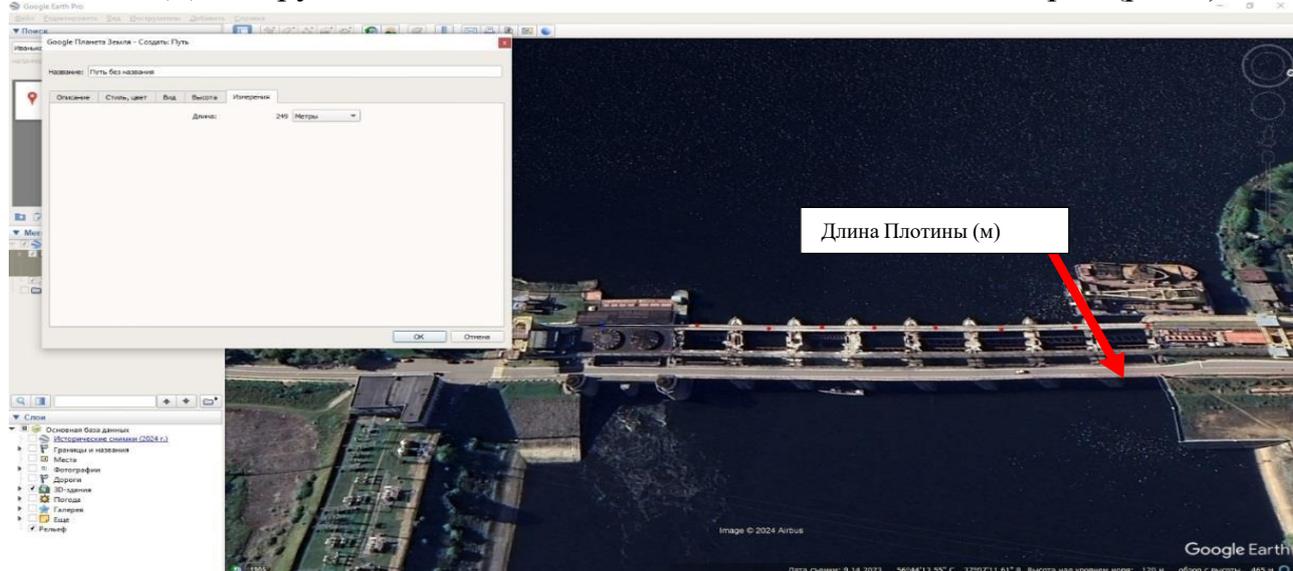
1. русловая земляная плотина (намыта из песковс противофильтрационным диафрагмой из дерева и металлического шпунта);
2. левобережная земляная насыпная дамба;
3. бетонная 8-пролётная водосливная плотина;
4. одниточный однокамерный судоходный шлюз;
5. русловое здание ГЭС полуоткрытого типа.

С помощью программы Google Earth Pro можно узнать состав и расположение сооружений гидроузла.



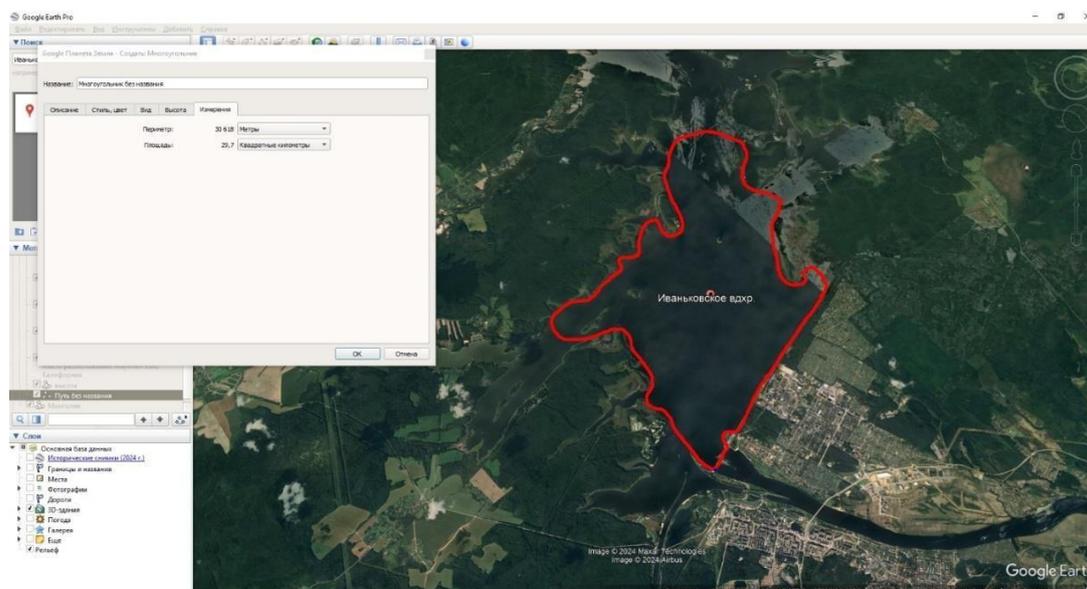
**Рисунок 1 - Состав сооружений гидроузла на карте Google Earth Pro**

На такой карте можно измерить длину, ширину сооружения гидроузла и отдельных видимых элементов гидроузла, например определяем длину плотины. Длина русловой земляной плотины составляет 249 метров (рис.2).



**Рисунок 2 – Определение длины бетонной плотины на карте Google Earth Pro**

С помощью Google Earth Pro можно определим площадь водохранилища. На рисунке 3 показано оцифровка площади водохранилища. На основе этой оцифровки можно расчитали периметра водохранилища  $L=30618$  м и площадь водохранилища  $A=29,7$  км<sup>2</sup>.



**Рисунок 3 – Определение площади и периметра водохранилища в программе Google Earth Pro**

По таким снимкам удобно выбирать створ проектируемых гидротехнических узлов, указывать параметры существующих объектов. Добавлять объекты и подписи к ним. Если произошла авария на гидротехническом объекте можно оперативно и точно определить площадь разрушения, а также определить координаты.

Проведенные исследования показали высокую эффективность использования Google Earth Pro как доступной и удобной программы при анализе параметров различных сооружений.

### **Библиографический список**

1. SOFTPORTAL: сайт. –URL: <https://www.softportal.com/software-38433-google-earth.html> (дата обращения 26.10.2024)
2. 1. Абакумов В. А. и др. Иваньковское водохранилище: современное состояние и проблемы охраны. – 2000.
3. Бурдин Е. А. Проблемы создания Иваньковского водохранилища (1933- 1937 гг.) // Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2011.

УДК 631.6

## **ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И ОБСЛЕДОВАНИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

*Смелов Константин Сергеевич, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А. Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, cost.smelow@yandex.ru*

*Научный руководитель – Каблук Олег Викторович, к.т.н., доцент кафедры сельскохозяйственных мелиораций, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, kablukov@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Обосновано применение беспилотных летательных аппаратов при дистанционном зондировании земель сельскохозяйственного назначения, а также для инженерных изысканий и других эксплуатационных процессов на различных типах гидротехнических сооружений. Определены конструктивные свойства и преимущества БПЛА перед другими средствами и устройствами наблюдения и контроля, позволяющие быстро и точно собирать данные, обеспечивать оперативное принятие правильных решений на основе полученной информации.

*Ключевые слова:* беспилотные летательные аппараты, мелиорация сельскохозяйственных земель, аэрофотосъемка, гидротехнические сооружения.

## **THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN REMOTE SENSING OF AGRICULTURAL LANDS AND INSPECTION OF HYDRAULIC STRUCTURES**

*Konstantin Sergeevich Smelov, 4th year undergraduate student of the A. N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, cost.smelow@yandex.ru*

*Scientific supervisor – Oleg Viktorovich Kablukov, Ph.D., Associate Professor of the Department of Agricultural Land Reclamation, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, kablukov@rgau-msha.ru*

*Annotation.* The use of unmanned aerial vehicles in remote sensing of agricultural lands, as well as for engineering surveys and other operational processes on various types of hydraulic structures is justified. The design properties and advantages of the UAV over other means and devices of surveillance and control have been determined, allowing for fast and accurate data collection, ensuring prompt decision-making based on the information received.

**Key words:** *unmanned aerial vehicles, agricultural land reclamation, aerial photography, hydraulic structures.*

**Введение.** Сельскохозяйственные земли в РФ играют важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. Они используются для выращивания различных сельскохозяйственных культур, а также для разведения животных. Правовой режим сельскохозяйственных земель в РФ регулируется Федеральным законом «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения», который устанавливает основные принципы использования и охраны земельного фонда. [1]. На 1 января 2024 г. земли сельскохозяйственного назначения занимали 379,8 млн га, что составляет 22,2% площади земельного фонда Российской Федерации (1712,5 млн га) [2]. Нецелевая и неразумная разработка сельскохозяйственных угодий приводит к их стагнации, заключающаяся непосредственно в потере плодородия, заболачиванию, загрязнению и появлению других нежелательных явлений, препятствующих потенциалу стабильного получения высоких урожаев.

Для эффективной работы и увеличения производительности сельскохозяйственных земель необходимо строгое соблюдение правил эксплуатации гидротехнических сооружений. Эти сооружения включают в себя различные инженерные конструкции (например, каналы, коллекторы, трубопроводы, дренаж, дамбы, насосные станции), которые обеспечивают оптимальные условия влажности, тепла и питания для почв на мелиорированных участках.

Целью данного исследования является анализ применения геоинформационных и геопространственных систем для наиболее точного осуществления сельскохозяйственных работ, полного или частичного исключения неблагоприятных эксплуатационных эксцессов, а также для предотвращения негативных явлений, связанных с почвенной и ветровой эрозией земель. Кроме того, данная работа направлена на оптимизацию эксплуатации гидротехнических сооружений.

**Методика исследований.** Настоящее исследование основано на изучении научных трудов учёных из международных и российских наукометрических баз данных (РИНЦ; Scopus; Web of Science и Agris), в том числе российских научных издательств (Наука; Стройиздат, АСВ) в целях исследования применения беспилотных летательных аппаратов в дистанционном мониторинге сельскохозяйственных земель и гидротехническом строительстве.

**Результаты исследований.** Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) являются ключевым ресурсом для быстрой агрегации информации о землях, предназначенных для сельского хозяйства. Этот метод включает в себя сбор данных об объекте без необходимости физического взаимодействия с ним. В последнее время изображения, полученные с помощью спутников, становятся важным инструментом для извлечения данных ДЗЗ в аграрном секторе. Тем не менее, у данного метода имеются и существенные недостатки. К ним относятся ограниченная пространственная разрешающая способность,

зависимость от погодных условий, высокая стоимость доступа к данным, необходимость специализированного оборудования и обучения.

С учетом изложенного, перспективным решением является применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), которые отличаются такими преимуществами, как экономическая эффективность, сканирование больших участков земли и составление точных карт, отображающих плодородие почвы, распределение урожаев, а также места для внесения удобрений и химических обработок. Для обработки информации, собранной с помощью БПЛА, задействуются изображения, координаты точек съемки и опорных объектов, что позволяет создавать ортофотопланы, облака точек и трехмерные, цифровые модели местности.

Применение такого рода оборудования на сельскохозяйственных полях в частности и в агропромышленном секторе в целом, создаёт все необходимые условия для решения важных производственных задач – мониторинг роста и состояния культурных растений, определение уровня урожайности, планирование полива и удобрений, мониторинг границ земельного участка, а также наблюдение за защитой растений от вредителей и болезней.

Организация аэрофотосъемки в период начала весны направлена на выявление зон эрозии на землях и внесение изменений в методы и характеристики агрономических практик с предотвращения ухудшения состояния почвы (рис. 1).



Рис. 1 – Участки поля с эрозией



Рис. 2 – Движение водных потоков

Исходя из полученной информации проведенной аэрофотосъемки становится возможным создание высокоточного математического аналога исследуемой местности и создать аналогию цифрового двойника, который бы с большой точностью изобразил процесс того, по каким законам осуществляется перенос водных масс по грунтовой поверхности того или иного поля (рис. 2). Этот метод дает возможность глубже анализировать масштаб эрозионных процессов и определить объем утраченных питательных веществ.

Таким образом, использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в рамках дистанционного зондирования земли представляет собой эффективный инструмент для выполнения конкретных многопрофильных задач в сельскохозяйственном производстве. К числу основных задач относятся:

определение границ полей и площадей для посевов; выявление участков земли с проблемами, такими как угнетённая растительность или подверженность водной эрозии; тщательное исследование микрорельефа сельскохозяйственных угодий; мониторинг состояния элементов ирригационных и дренажных систем. [3].

В случае гидротехнических сооружений важнейшими показателями надёжности, которые оказывают влияние на их функциональность, являются допустимые горизонтальные смещения и трещины [3]. Применение спутниковых технологий в этой области сталкивается с ограничениями, обусловленными высокой стоимостью, погрешностями и износом существующего оборудования. Дроны, напротив, являются более доступным и эффективным инструментом для проведения геодезических измерений и контроля состояния объектов.

По мнению экспертов, БПЛА на несколько шагов опережают все существующие методы для анализа дефектов и трещин. Осмотр гидротехнических объектов на наличие повреждений и трещин занимает важное место в мероприятиях по мониторингу состояния таких сооружений. Появление необратимых трещин может привести к катастрофическим последствиям, в том числе к полному разрушению несущих конструкций.

Таким образом, регулярное обследование становится необходимым условием для обеспечения безопасности и долговечности гидротехнических объектов, что подчеркивает значимость применения беспилотников в этой сфере.

Трещины на гидротехнических сооружениях могут возникать по различным причинам. На рис. 3 представлены примеры трещин, возникающих в бетонных конструкциях [4]. К основным разрушающим факторам относятся климатические условия, нагрузка, превышающая нормативы, ошибки в проектировании, неправильная эксплуатация объекта и отсутствие регулярного обслуживания. При внимательном анализе состояния плотин, дамб, гидроэлектрических станций (ГЭС), гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС) и некоторых типов мелиоративных насосных станций можно заметить определенные особенности. Например, дамбы и плотины в течение всего периода эксплуатации подвергаются воздействию как атмосферного воздуха, так и воды.



**Рисунок 3 – Один из видов микротрещин в бетонных конструкциях**

Для эффективного исследования дефектов в подобных сооружениях необходимо разработать универсальное устройство, которое будет совмещать функции как беспилотного летательного аппарата, так и подводного. В нашей стране уже имеются проекты устройств такого типа. Участие в этом проекте

принимают ученые Московского авиационного института (НИУ МАИ) К.А. Коваленко и И.Д. Бородин [5].

Задачи, которые данный аппарат может выполнять при обследовании гидротехнических мелиоративных сооружений, включают: визуальный осмотр конструкций снизу и сверху, измерение глубины воды, наблюдение за состоянием конструкций и выявление дефектов, сбор данных об уровне загрязнения и качестве воды, исследование биологического разнообразия.

Преимущества комплексного аппарата перед другими средствами наблюдения и исследования включают: многофункциональность (возможность проведения как аэрофотосъемки, так и подводных исследований); доступность; эффективность (комплексный аппарат позволяет проводить обширные обследования за короткое время и с минимальными затратами); точность данных (использование современных датчиков и оборудования обеспечивает высокую точность и достоверность получаемых результатов).

Разработка комплексного устройства, объединяющего функции беспилотного летательного аппарата и подводного аппарата, является важным шагом в области мониторинга и исследования плотин, водосбросных и водовыпускных сооружений, шлюзов и предоставляет уникальные возможности для проведения комплексных и всесторонних обследований.

**Заключение.** Результаты исследования показали, что использование беспилотных летательных аппаратов при дистанционном мониторинге сельскохозяйственных угодий и изучении гидросооружений, в том числе мелиоративных, имеет большой потенциал для улучшения качества работ в мелиорации и оптимизации и конкретизации инженерных изысканий. БПЛА позволяют быстро и точно собирать данные, что позволяет более оперативно принимать решения. Дальнейшее совершенствование и обследование данного направления поможет оптимизировать процессы в агропромышленном комплексе и в области гидротехники, повышая их результативность и производственную выгоду.

### **Библиографический список**

1. Гольдяпин В.Я., Мишуров Н.П., Федоренко В.Ф., Голубев И.Г., Балабанов В.И., Петухов Д.А. Цифровые технологии для обследования состояния земель сельскохозяйственного назначения беспилотными летательными аппаратами: аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 88 с.

2. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2018 году. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 340 с.

3. Дубенок, Н.Н., Каблуков, О.В., Пчелкин, В.В., Семенова, К.С. Гидромелиорация земель. Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Гидромелиорация» / Издательство: Российский государственный аграрный университет, Москва, 2023, 383 с.

4. Партон В. З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения. М., 1985. 504 с.

5. Коваленко К. А., Бородин И.Д., Беляков А.Ю. Разработка надводно-подводного комплекса на базе беспилотного летательного аппарата // Гагаринские чтения 2017. Тезисы докладов. Коломна, 2017. С. 76.

## СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОРОШЕНИЯ В КИТАЕ

**Ся Вэйтун**, студент 1 курса магистратуры Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, Кафедра гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 1211350371@qq.com

**Научный руководитель – Абидов Мурат Мухамедович**, к.т.н., доцент, доцент кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, [mailto:msuu\\_gts@mail.ru](mailto:msuu_gts@mail.ru)

**Аннотация.** В этой статье обсуждается, как Китай может повысить эффективность использования воды в сельском хозяйстве, обеспечить продовольственную безопасность и способствовать устойчивому развитию сельского хозяйства с помощью современных проектов ирригации и водосбережения под влиянием изменения климата и роста населения. В статье анализируется современное состояние китайских проектов ирригации и водосбережения, подчеркивается важность использования новых материалов и технологий для сокращения потерь при транспортировке воды и повышения эффективности использования водных ресурсов, а также обсуждается необходимость оптимизации управления и научных стратегий водозабора.

**Ключевые слова:** проекты модернизации ирригации и водопользования; технология орошения; устойчивое развитие.

## MODERN DEVELOPMENT OF IRRIGATION HYDRAULIC SYSTEMS IN CHINA

**Xia Weitong**, first-year master's student, Institute of Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Department of Hydraulic Structures, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy 1211350371@qq.com

**Scientific supervisor – Abidov Murat Mukhamedovich**, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hydraulic Structures, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [msuu\\_gts@mail.ru](mailto:msuu_gts@mail.ru)

**Annotation:** This article discusses how China can improve the efficiency of water use in agriculture, ensure food security, and promote sustainable agricultural development through modern irrigation and water-saving projects under the

*influence of climate change and population growth. The article analyzes the current state of Chinese irrigation and water-saving projects, emphasizes the importance of using new materials and technologies to reduce water transportation losses and increase water resource use efficiency, and discusses the need to optimize management and scientific water intake strategies.*

**Key words:** *irrigation and water use modernization projects; irrigation technology; sustainable development*

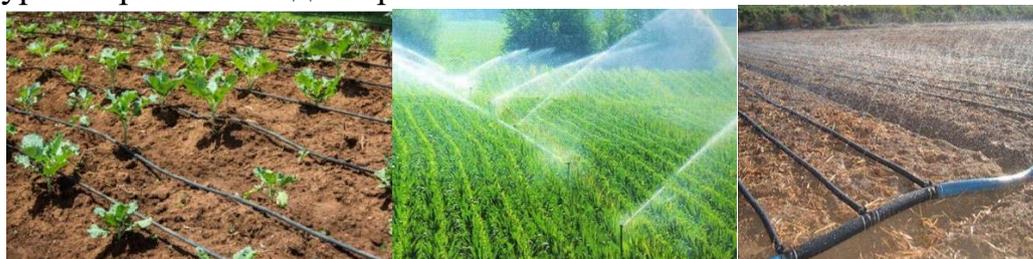
Вода является ключом к жизни и сельскому хозяйству, но китайское сельское хозяйство сталкивается с проблемами, связанными с изменением климата, ростом населения и нехваткой воды, и существует острая необходимость модернизации ирригационных систем. Хотя Китай имеет большую ирригационную площадь, его система устарела и неэффективна, и страна остро нуждается в новых технологиях для повышения устойчивости. Современная ирригация может улучшить способность справляться с изменением климата, сократить количество отходов, защитить экологию и способствовать развитию зеленого сельского хозяйства. В этой статье анализируются проблемы китайских проектов ирригации и водосбережения, представлены меры по модернизации и рассматриваются будущие тенденции развития. Целью статьи является предоставление политикам и менеджерам сельского хозяйства справочника по содействию модернизации ирригации и водосбережения, достижению эффективного использования водных ресурсов. водные ресурсы и добиться устойчивого развития сельского хозяйства.

Модернизация проектов ирригации и водосбережения имеет решающее значение для борьбы с изменением климата, нехваткой воды и содействия устойчивому развитию сельского хозяйства. Перед лицом экстремальных погодных явлений, таких как засухи и наводнения, современные ирригационные системы должны быть более устойчивыми и гибкими, чтобы быстро реагировать и обеспечивать стабильное орошение сельскохозяйственных угодий. Поскольку испарение увеличивается из-за потепления климата, потребность в орошении может возрасти. Поэтому необходимо увеличить емкость хранилищ, например, построить резервуары и резервуары, повысить гибкость системы, разработать планы орошения, которые можно быстро корректировать, и поддержать посадки, чтобы противостоять засухе и экономить воду сельскохозяйственных культур, снижая зависимость от водных ресурсов. В современном сельском хозяйстве на смену приходят новые материалы облицовки каналов, такие как предварительно напряженный бетон, высокопрочный бетон, пластиковые облицовки (полиэтилен, поливинилхлорид), композитные облицовки (стеклопластики, углепластики) и геомембранные облицовки (полиэтилен высокой плотности). традиционная футеровка из земли и камня повышает долговечность и надежность ирригационной системы, уменьшает утечки, повышает коррозионную стойкость и продлевает срок службы. Эти материалы просты в установке, обладают хорошими герметизирующими свойствами, обеспечивают

индивидуальный дизайн и экономичны. Они особенно подходят для небольших и временных ирригационных проектов и имеют решающее значение для повышения эффективности орошения и получения экономической выгоды.

Новая конструкция футеровки значительно повышает эффективность ирригационной системы за счет снижения потерь на утечки и повышения эффективности подачи воды. Облицовка из предварительно напряженного бетона повышает герметизацию канала за счет уменьшения трещин и утечек, а технология сварки горячим расплавом пластиковой облицовки обеспечивает герметизацию швов и эффективную защиту от просачивания. Благодаря своей высокой прочности и химической стойкости композитные футеровки сохраняют стабильные характеристики в изменяющихся условиях окружающей среды и уменьшают утечки, вызванные изменениями окружающей среды. Геомембранная подкладка сочетает в себе технологию сварных швов и защитные слои для дальнейшего уменьшения утечек и повышения эффективности подачи воды.

Современные ирригационные технологии, такие как капельное орошение, спринклерное орошение и микро-спринклерное орошение, необходимы для повышения эффективности использования водных ресурсов, снижения затрат и увеличения урожайности. Капельное орошение доставляет воду непосредственно к корням сельскохозяйственных культур, уменьшая испарение и образование отходов. Оно подходит для засушливых районов и может сочетаться с системами внесения удобрений для повышения эффективности использования питательных веществ, контроля влажности и температуры почвы, а также уменьшения количества вредителей и болезней. Спринклерное орошение равномерно распыляет воду через спринклерные головки, покрывая большую площадь, уменьшая глубокое просачивание и сток, регулируя количество и частоту распыления воды в соответствии с потребностями сельскохозяйственных культур и улучшая условия выращивания. Микроспринклерное орошение сочетает в себе преимущества капельного орошения и спринклерного орошения для уменьшения испарения и обеспечения широкого охвата. Оно подходит для посадки культур с высокой плотностью и низким потреблением воды и может точно орошать различные культуры на разных стадиях роста.



**Рисунок 1 – Капельное орошение, спринклерное орошение, микро-дождевальное орошение**

Интеллектуальные ирригационные системы и технологии автоматического управления имеют решающее значение для повышения эффективности

орошения. Эти системы могут автоматически корректировать планы орошения в зависимости от потребностей сельскохозяйственных культур в воде и условий окружающей среды, включая датчики, контроллеры и исполнительные механизмы, контролировать влажность почвы, температуру и т. д. в режиме реального времени, точно рассчитывать потребности в воде, автоматически управлять ирригационным оборудованием и сокращать потери воды, особенно в засушливых районах. Повышение эффективности использования воды.

Технология автоматического управления упрощает управление орошением и автоматически настраивает оборудование на основе заданных программ или данных в реальном времени, например, ночное орошение для уменьшения испарения и приостановка орошения после дождя, повышая эффективность и снижая затраты.

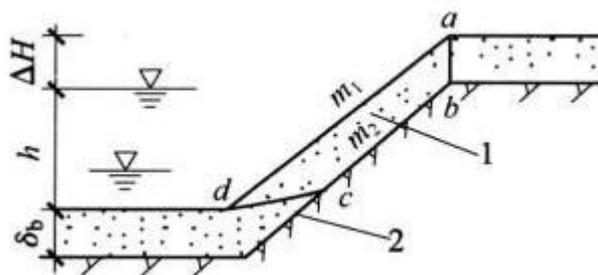


Рисунок 2 – Схематическая диаграмма неустойчивости защитного слоя почвы: 1 - Связный защитный слой почвы 2 - Противофильтрационный слой мембранного материала

Поверхностные и подземные воды являются двумя основными источниками воды для сельскохозяйственного орошения, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Поверхностные воды имеют сезонный характер и легко загрязняются, а грунтовые воды стабильны и хорошего качества, но чрезмерное использование может вызвать экологические проблемы. Совместное управление несколькими источниками воды уравнивает сезонные колебания и повышает эффективность орошения и устойчивость к рискам. Сбор дождевой воды и использование оборотной воды являются нетрадиционными источниками воды, которые, соответственно, уменьшают количество наводнений, обеспечивают дополнительные источники воды и уменьшают зависимость от пресной воды, но оба этих источника должны обеспечивать безопасность качества воды. Реализация этих стратегий должна учитывать местные условия и сочетать политику, технологии и участие общественности для содействия эффективному использованию воды и устойчивому развитию сельского хозяйства.

В рамках проекта модернизации крупного ирригационного района на северо-западе Китая эффективность орошения и устойчивое использование водных ресурсов были значительно улучшены за счет технологических инноваций и оптимизации управления. В проекте использование предварительно напряженного бетона и геомембраны HDPE повысило

долговечность канала, уменьшило протечки и улучшило коэффициент использования воды. Внедрение систем капельного орошения и спринклерного орошения, особенно для культур с высокой добавленной стоимостью, привело к повышению урожайности и качества, снижению затрат, а также к объединению воды и удобрений для повышения эффективности удобрений. Интегрированный рабочий процесс управления, обслуживания и эксплуатации проектов, а также создание механизма обратной связи с пользователями повышают скорость реагирования и качество обслуживания. Реализация совместного управления несколькими источниками воды и системами сбора дождевой воды оптимизирует распределение водных ресурсов и снижает зависимость от традиционных источников воды.

Комплексная оценка эффекта показывает, что затраты на орошение сокращаются на 30%, урожайность сельскохозяйственных культур увеличивается более чем на 20%, а эффективность использования водных ресурсов увеличивается почти на 40%, что положительно влияет на экономические выгоды сельского хозяйства и экологическую защиту окружающей среды. Этот случай предоставляет опыт и рекомендации для других регионов, а также новые идеи для устойчивого развития глобальной сельскохозяйственной ирригации.

Столкнувшись с проблемами современных проектов ирригации и водосбережения, необходимы комплексные меры на техническом, экономическом и социальном уровнях. С точки зрения технологий необходимо интегрировать передовые материалы, информационные технологии и технологии автоматического управления, чтобы обеспечить адаптируемость и надежность, одновременно укрепляя исследования и разработки, а также подготовку талантов. С экономической точки зрения необходимо сбалансировать инвестиции и эффективность, привлечь частный капитал, разумно оценить права водопользования и повысить уровень собираемости платы за воду. На социальном уровне необходимо решить вопросы отвода земель и переселения, а также улучшить принятие фермерами новых технологий. Направление исследований заключается в повышении интеллекта ирригационных систем, разработке адаптируемых материальных технологий, снижении экономических порогов и увеличении социальных выгод. Путь устойчивого развития должен интегрировать технические, экономические и социальные воздействия, продвигать водосберегающие технологии, оптимизировать распределение водных ресурсов, укреплять сотрудничество, создавать инвестиционные механизмы, поощрять участие частного сектора и принимать законы для обеспечения рационального использования водных ресурсов. Посредством инноваций, анализа и управления мы будем изучать устойчивое развитие проектов ирригации и водосбережения, которые соответствуют национальным условиям, повышают эффективность, обеспечивают продовольственную безопасность, способствуют устойчивому использованию водных ресурсов, а также способствуют модернизации сельского хозяйства и строительству экологической цивилизации.

### Библиографический список

1. Лян Синьшу. Исследования по технологиям строительства водосберегающих ирригационных и водосберегающих проектов [J]. Сельскохозяйственная наука, технологии и информация, 2022 (3): 69-71.
2. Чжоу Син. Обсуждение технологий строительства водосберегающих ирригационных и водосберегающих проектов [J]. Водные науки и инженерные технологии, 2021 (4): 60-62.
3. Чжан Ху. Исследование технологий строительства водосберегающих ирригационных и водосберегающих проектов [J].
4. Цзун На. Влияние водосберегающей технологии орошения на урожайность пшеницы в Шаньдуне [J].
5. Хуан Чжэнь. Исследования по применению высокоэффективной водосберегающей технологии орошения сельскохозяйственных угодий [J]. Southern Agricultural Machinery, 2023, 54(09): 196-198.
6. Ли Юбо. Изучение статуса применения и тенденций развития водосберегающих технологий орошения риса [J], 2023(06): 27.
7. Чжэн Юэ. Меры управления небольшими сельскохозяйственными угодьями и проектами по сохранению водных ресурсов [J]. Сельскохозяйственная наука, технологии и информация, 2022 (8): 96-98.
8. Сунь Линь. Обсуждение проблем орошения сельскохозяйственных угодий и мер по водосбережению [J]. Фермер-консультант, 2023 (25): 147-149.
9. Ван Дань. Проблемы орошения сельскохозяйственных земель и меры водосбережения [J]. Новый Шелковый путь: первые годы, 2020 (7): 1.

УДК 556.52: 624.9

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДРЕНАЖНОГО СТОКА ПРИ ПОДБОРЕ ПАРАМЕТРОВ БИОИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

**Фролина Екатерина Александровна**, студентка 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, [fffrolina@mail.ru](mailto:fffrolina@mail.ru)

**Научный руководитель – Глазунова Ирина Викторовна**, к.т.н., доцент, доцент кафедры гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, [ivglazunova@mail.ru](mailto:ivglazunova@mail.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрены популярные виды биоинженерных сооружений (БИС). На примере мелиоративной системы на реке Яхроме и самой реке показана актуальность внедрения БИС. Приведены расчеты для снижения концентраций биогенов.

**Ключевые слова:** дренажные воды, биоинженерные сооружения, биоплато, загрязнение, очистка.

## **ASSESSMENT OF DRAINAGE QUALITY WHEN SELECTING PARAMETERS OF BIOENGINEERING STRUCTURES**

**Frolina Ekaterina Aleksandrovna**, 4th year bachelor's student of the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [fffrolina@mail.ru](mailto:fffrolina@mail.ru)

**Scientific supervisor – Glazunova Irina Viktorovna**, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hydraulics, Hydrology and Water Resources Management, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [ivglazunova@mail.ru](mailto:ivglazunova@mail.ru)

**Annotation.** Popular types of bioengineering structures (BIS) are discussed in the article. The relevance of the implementation of BIS is shown on the example of the melioration system situating in the Yakhroma River basin. To reduce the concentration of biogens calculations of bioengineering structures parameters are given.

**Key words:** drainage waters, bioengineering structures, bioplateau, pollution, purification.

Неочищенные дренажные воды – серьезная угроза для экосистем. При правильном и рациональном подходе такие воды могут стать дополнительным источником воды, направленных на орошение земли.

Продуктом работы дренажной системы является большой объем дренажных вод с неудовлетворительным качеством. Дренажные воды негативно влияют на экологическую обстановку в области оросительной системы. Обусловлено это взаимодействием с природными условиями. Качественный состав таких вод достаточно разнородный и зависит от гидрохимического режима и сельскохозяйственной деятельности в регионе. В дренажных водах могут содержаться различные ионы солей, фенолы, биогенные вещества, пестициды, тяжелые металлы и другие загрязняющие вещества [1,2,7,8].

Такой, достаточно сложный состав, требует комплексной многоступенчатой технологии очистки. На данный момент существует множество различных способов и средств для этих целей.

В нашем случае были проведены анализы в ФГБНУ "ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова" на системе капиллярного электрофореза «Капель – 105М» пробы воды из мелиоративной системы на реке Яхроме и из самой реки, которые показали превышения уровня ПДК в большей степени по аммонии, фосфитам и фосфатом (таблица 1).

Таблица 1

**Результаты анализа на содержания аммония, фторид-ионов, фосфат-ионов**

№ пробы	NH4+	F-	PO4---
1 (Я-6)	4,98	0,2133	2,039
2	—	0,1404	0,02779
3	—	0,0958	0,05521
4 (Я-8)	4,83	0,1752	0,8391
5	—	0,112	0,1036

Для отбора проб воды в натуральных условиях использовалась методика согласно ГОСТ 31942-2012. Пробы отбирались с глубины 10-30 см до 12 часов дня, маркировались и регистрировались [3].

В случае загрязнения дренажного стока биогенными веществами актуальным вопросом является использование биоинженерных технологий для снижения опасности поступления переизбытка биогенов, в частности, в мелиоративные системы для снижения опасности эвтрофирования водных объектов.

Определенные виды растений имеют свойство забирать и накапливать различные вредоносные вещества, такие как биогенные элементы и вещества, ионы тяжелых металлов, пестициды и др [4,5].

В настоящее время одним из самых эффективных способов очистки сельскохозяйственных стоков от различных видов биогенных элементов и других загрязняющих веществ является биологический метод, который заключается в применении высших водных растений в биоплато и биоинженерных сооружений. Этот метод достаточно популярен среди исследователей и служб эксплуатации из-за дешевизны в сравнении с другими физико-химическими методами очистки.

Популярными видами БИС в настоящее время являются биопруды, фитофильтры, биофильтрационные каналы и склоны, биоплато.

Биопруд представляет собой понижение рельефа, которое может быть искусственным и естественным. Он предназначен для накопления стока. В свою очередь сточные воды очищаются во время пребывания в биопруду. Из-за возможности застаивания воды, у пруда снижается его эффективность.

Фитофильтром называют пониженный участок, на дне которого насыпана фильтрующая загрузка.

Биофильтрационный канал – это открытый канал с небольшой глубиной и уклона, на дне которого посажены растения для биофильтрации воды.

Для организации биофильтрационного склона используется засаженная специальными видами растений территория с незначительным уклоном, для движения поверхностного стока.

Биоплато является водоохраным сооружением или особой конструктивный элемент гидротехнического сооружения. Набор высших водных растений в нем могут быть искусственного и естественного происхождения. Растения используются в качестве биофильтра, который способен очистить воды от вредоносных веществ.

Для подбора параметров биоинженерного сооружения по типу инфильтрационного биоплато можно использовать компьютерную программу БИС-Excel, разработанную на кафедре гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами ИМВХиС имени А.Н. Костякова РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева [4,5,6]. По проведенным расчетам для снижения полученных превышений концентраций биогенов до ПДК потребуется устройство инфильтрационного биоплато площадью 0,14 га, при ширине 10 м и длине 140 м. Схема инфильтрационного биоплато приведена на рисунке 1.

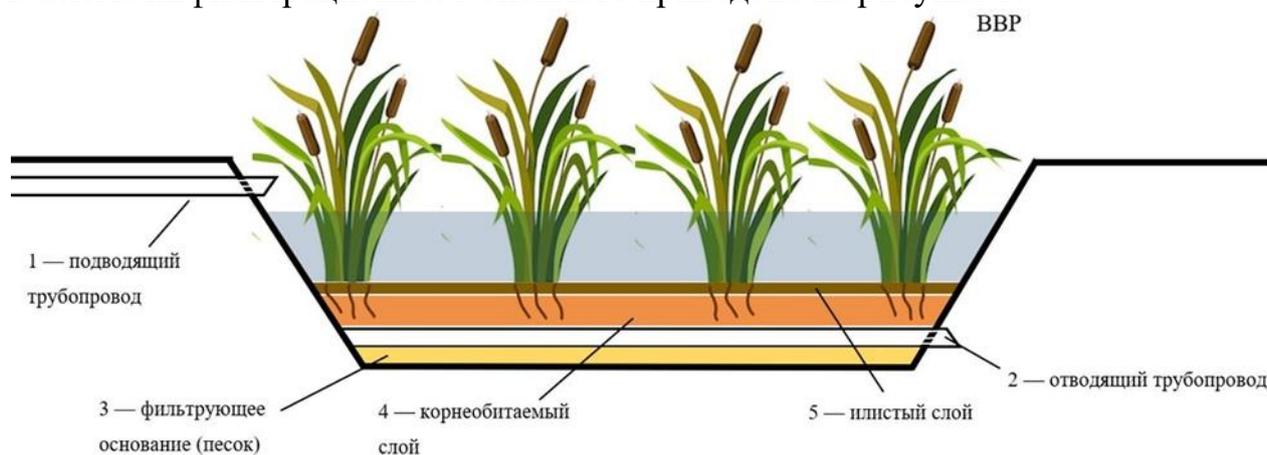


Рисунок 1 – Схема инфильтрационного биоплато

### Библиографический список

1. Карпенко, Н. П. Управление земельными и водными ресурсами для снижения загрязнения рек на основе экспертных оценок эффективности природоохранных мероприятий / Н. П. Карпенко, И. В. Глазунова // Природообустройство. – 2019. – № 4. – С. 102-108. – DOI 10.34677/1997-6011/2019-4-102-108. – EDN YXWIGK.

2. Оценка количества и качества дренажных и поверхностных вод, поступающих в речную сеть бассейна реки волги с осушительных систем нечерноземной зоны РФ Кирейчева Л.В., Лентяева Е.А. В сборнике: Мелиорация земель - неотъемлемая часть восстановления и развития АПК Нечерноземной зоны Российской Федерации. Материалы международной научно-практической конференции. 2019. С. 215-221.

3. Фролина, Е. А. Исследования по оценке качества воды на пойме реки Яхромы на основе отбора проб и лабораторных анализов / Е. А. Фролина // Сборник трудов, приуроченных к 77-й всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Алексея Григорьевича Дояренко, Москва, 12–14 марта 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. – С. 150-153. – EDN XKVFAO.

4. Глазунова, И. В. Биоинженерные сооружения и накопители местного стока водосборов для наиболее эффективного использования водных ресурсов речных бассейнов / И. В. Глазунова, А. К. Ромащенко, К. А. Тишина // Природообустройство. – 2018. – № 2. – С. 46-54. – EDN XNSHXV.

5. Глазунова, И. В. Технические решения при проектировании биоинженерных сооружений для улучшения качества вод / И. В. Глазунова, С. А. Соколова, Л. Д. Раткович. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – 87 с. – ISBN 978-5-907884-28-1. – DOI 10.47581/2024.Glazunova-Sokolova-01. – EDN UFHGGO.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024614489 Российская Федерация. «Программа расчёта параметров биоинженерных сооружений для очистки сточных вод и коллекторно - дренажного стока»: № 2024612319: заявл. 08.02.2024: опубл. 26.02.2024 / И. В. Глазунова, М. А. Ширяева; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN DBVZNW.

7. Карпенко, Н. П. Оценка влияния лесонасаждений на обоснование гидролесомелиоративных мероприятий и качество водной среды на водосборном бассейне / Н. П. Карпенко, И. В. Глазунова, С. Н. Редников // Природообустройство. – 2023. – № 2. – С. 36-42. – DOI 10.26897/1997-6011-2023-2-36-42. – EDN PBWHKX.

8. Маркин, В. Н. Комплексное использование водных ресурсов и охрана водных объектов / В. Н. Маркин, Л. Д. Раткович, С. А. Соколова. – Москва: ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2015. – 312 с. – EDN KBSS

УДК 631.6

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЗОБОЛОЧНЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ ВОДОВОДОВ НА ОСНОВЕ ФИБРОСУБСТРАТА ДЛЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ**

*Хрулев Захар Александрович, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, zakhkhru01@yandex.ru*

*Научный руководитель – Каблук Олег Викторович, к.т.н., доцент кафедры сельскохозяйственных мелиораций, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, o.kablukov@rgau-msha.ru*

*Аннотация:* Рассмотрены результаты изучения параметров влагопроводности безоболочных мелиоративных водоводов-влагообменников, созданных на основе каолинового волокна. Исследования показали, что влагосодержание фибросубстрата приобретает постоянное значение при взаимодействии с пористой структурой почвенного слоя, что позволяет переносить необходимый объём воды для полива. Фибросубстрат, обладающий уникальными свойствами капиллярной проводимости, способен эффективно увлажнять почву при внутрисочвенном орошении.

*Ключевые слова:* безоболочные мелиоративные водоводы-влагообменники, влагосодержание, влагоперенос, внутрисочвенное орошение.

## **USE OF SHELL-LESS MELIORATION WATER CONDUITS BASED ON FIBROUS SUBSTRATE FOR SUBSURFACE IRRIGATION**

*Khrulev Zakhar Aleksandrovich, 4th-year bachelor's student of the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, zakhkhru01@yandex.ru*

*Scientific supervisor – Kablukov Oleg Viktorovich, PhD, Associate Professor of the Department of Agricultural Land Reclamation, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, o.kablukov@rgau-msha.ru*

*Annotation:* The results of studying the moisture conductivity parameters of shell-free reclamation water pipelines-moisture exchangers created on the basis of kaolin fiber are considered. Studies have shown that the moisture content of the fibrosubstrate acquires a constant value when interacting with the porous structure of the soil layer, which makes it possible to transfer the necessary. The fiber substrate, which has unique properties of capillary conductivity, is able to effectively moisten the soil with intra-soil irrigation.

**Key words:** *shell-less melioration water conduits-moisture exchangers, moisture content, moisture transfer, subsurface irrigation.*

Современные мелиоративные комплексы невозможно представить без водопроводящей сети, отвечающей требованиям экологичности и надежности. Одним из важнейших технологическим элементов сети являются закрытые водоводы, используемые как для отвода избыточных вод на осушительных системах, так для доставки воды на оросительных системах в требуемых объемах. За последние десятилетия этот элемент гидромелиоративных систем существенно модернизировался с развитием научно-технического прогресса, особенно в области использования новых технологичных материалов и способов изготовления трубопроводов фасонных частей и регулирующей арматуры. Независимо от улучшений у имеющихся видов водоводов оставались присущие им недостатки: высокая стоимость и большие затраты на монтаж и укладки в траншеях при строительстве, необходимость и трудоёмкость процесса периодической очистки от наносов, колыматации и зарастания, подверженность коррозии, возможность разрушения от избыточных нагрузок.[1]

Безоболочный водовод способен устранить эти недостатки. Для достижения результата необходимо обеспечить укладку по всей длине полости влагоёмкого, фильтрующего инертного наполнителя, имеющего достаточную плотность, чтобы выдерживать нагрузки от внешнего грунта и не сминаться под его тяжестью. В качестве наполнителя используют фибросубстрат на основе каолинового волокна [2]. Сравнительные водно-физические свойства фильтрующих материалов, возможных для использования безоболочных водоводов представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Сравнительные характеристики диффузионного переноса парообразной влаги в пористых материалах**

Материал	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Пористость	Диффузионная массопроводимость $\lambda_M$ , мг/(м*ч*Па)	Коэффициент диффузии D, м <sup>2</sup> /ч	Коэффициент сопротивления диффузии $\mu$
Фибросубстрат из каолинового водокна	400	0,80	0,37	$1,5 \cdot 10^{-6}$	2,11
Фильтрующие материалы из песка	600	0,77	0,17	$4,6 \cdot 10^{-6}$	4,65
Минераловатная плита	250	0,88	0,16	-	4,94

Водоводы-влагообменники выполняются из фибросубстрата, образованного из сухой цементной фибросмеси, предварительно затворенной

водой, которая наносится на стенки и полости траншей или кротовин. Фибросубстрат формируется послойно, толщина и размеры поперечного сечения зависят от влагопроницаемости орошаемых почв. Фибросубстрат формируется послойно, толщина и размеры поперечного сечения зависят от влагопроницаемости орошаемых почв. В верхней четверти толщины фибросубстрата укладывается полиэтиленовый шланг с микроводовыпусками, расположенными через определённое расстояние.

Целью исследований являлось изучение параметров влагопроводности безоболочных мелиоративных водоводов-влагообменников и технологии его использования при внутрипочвенном орошении.

Фибросубстрат - твёрдое пористое тело плотностью 400 кг/м<sup>3</sup>, имеющее в своей структуре капилляры достаточно малых размеров, диаметром 0,5-10 мкм, которое в соответствии с законом Кельвина согласно известной формуле

$$\frac{P_r}{P_0} = \exp \left[ \frac{M}{RT(\rho_{ж} - \rho_c)} * \frac{2\sigma_2}{r} \right] (1),$$

при контакте с влажной средой увлажняются за счёт капиллярного впитывания. Со временем влагосодержание материала приобретает некоторое постоянное значение, называемое равновесным. При расчёте увлажнительного эффекта фибросубстрата, работающего в контакте с массивом влажного грунта, следует принимать значения равновесного влагосодержания.

Динамика влагонасыщения за счёт диффузии оросительной влаги из пористой структуры фибросубстрата при контакте с массивом влажного грунта определяется по закону изотермической диффузии влаги  $q_m = -D \text{grad} UV$  (2), обусловленной градиентом концентрации влаги в материале

В качестве расчётной схемы рассматривается уравнение изотермического влагопереноса:

$$\frac{\partial U_v}{\partial \tau} = D \frac{\partial^2 U_v}{\partial x^2} \quad (3)$$

Расчёт влагонасыщения почвы из водовода-фибросубстрата производился при значениях массообменного критерия Фурье с использованием коэффициента диффузии влаги

$$F_{om} = \frac{D\tau_{увл}}{\sigma^2} \quad (4)$$

Полученные данные приведены в таблице 2

Таблица 3

**Равновесное влагосодержание фибросубстрата U кг/кг, в контакте с влажным грунтом**

Материал	Грунт														
	песчаный					супесь					глина				
	Влагосодержание грунта, кг/кг														
	0,0 5	0,1 0	0,2 0	0,3 0	0,3 5	0,0 5	0,1 0	0,2 0	0,3 0	0,3 5	0,0 5	0,1 0	0,1 5	0,2 0	0,2 5
Фибросубстрат	0,1 4	0,1 7	0,2 0	0,2 8	0,3 2	0,0 7	0,1 2	0,1 5	0,2 4	0,3 0	0,0 1	0,0 3	0,0 4	0,0 6	0,1 0
Волокни	0,3	0,4	0,8	1,1	1,2	0,0	0,1	0,4	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1

стый	2	8	0	2	0	8	7	8		4	08	16	4	8	2
------	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	----	----	---	---	---

Исследования показывают, что фибросубстрат способен переносить требуемые объёмы воды, в соответствии с режимом водопотребности растений. В условиях дефицита влажности корнеобитаемого слоя почвы, необходимые для развития сельскохозяйственных культур объемы воды доставляются непосредственно в активную зону влагообмена при использовании разработанной системы внутрипочвенного орошения [3].

В 2022 и 2023 году на базе ООО «СЕВ-07» с. Приволжье, Приволжского района, Самарской области была построена система внутрипочвенного орошения на площади 28 га. В качестве эксперимента оценивались результаты внутрипочвенного орошения сои, кукурузы и пшеницы в сравнении с поверхностным орошением - дождеванием.

Как показали результаты исследования, по сравнению с другими видами орошения, внутрипочвенное орошение, несмотря на множество его технических недостатков по неравномерному влагообеспечению, показало существенный эффект по экономии воды на тонну продукции – на 77% по сравнению с дождеванием и, соответственно, в меньшем водопотреблении на 1 га на 101%. Безоболочные водоводы на основе фибросубстрата благодаря своей структуре способны устранить неравномерное распределение влаги внутри почвы, что в конечном итоге способствует увеличению урожая при существенно низком водопотреблении по сравнению с дождеванием [4].

Фибросубстрат, обладающий уникальными свойствами капиллярной проводимости, способен эффективно увлажнять почву при внутрипочвенном орошении. Исследования показывают, что этот материал может переносить необходимые объёмы воды, что особенно актуально в условиях дефицита водных ресурсов для растениеводства в зоне неустойчивого увлажнения. Полученные результаты могут быть полезными для разработки современных эффективных водосберегающих оросительных систем в засушливых регионах Российской Федерации.

### **Библиографический список**

1. Дубенок, Н.Н., Каблуков, О.В., Пчелкин, В.В., Семенова, К.С. ГИДРОМЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ. Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Гидромелиорация» / Издательство: Российский государственный аграрный университет, Москва, 2023, 383 с.

2. Каблуков, О.В. СПОСОБ СОЗДАНИЯ БЕЗОБОЛОЧНЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ ВОДОВОДОВ-ВЛАГООБМЕННИКОВ. Патент на изобретение RUS 2762404. Заявка № 2021101196 от 21.01.2021.

3. Каблуков, О.В. СИСТЕМА ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ. Патент на изобретение RU 2779071 С1, 31.08.2022. Заявка № 2021134653 от 26.11.2021.

4. Письмо Исх. № 14 от 14.06.2024 Зернового Соевого Союза ПФО и Инжиниринговой компании ООО «ЮГПОЛИВ КОРОЛЕВ АГРО».

УДК 626.83

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОТЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ЗАКРЫТЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

*Чимукоко Кудакваши, студент 2 курса Института мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А. Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, viv@rgau-msha.ru*

*Научный руководитель – Али Мунзер Сулейман, и.о. заведующего кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, viv@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Частые изменения режима работы закрытой оросительной системы приводят к возникновению переходных процессов во всех элементах системы, что может сопровождаться значительными повышениями давления (гидравлическими ударами), в отдельных случаях эти повышения давления приводят к прорывам труб, поломке трубопроводной арматуры и насосов.

*Повышение эффективности и долговечности закрытых оросительных систем, зависит как от их правильного проектирования (выбора машин, труб, трубопроводной арматуры, разветвлённости и протяжённости сети и т.д.), так и от организации технологических процессов эксплуатации (определение параметров и режимов работы).*

*Ключевые слова:* насосный агрегат, напорный трубопровод, осевой насос, переходные процессы, скорость распространения ударной волны, гидроудар, гидравлические потери.

## **INCREASING THE EFFICIENCY AND DURABILITY OF PUMPING STATIONS OF CLOSED IRRIGATION SYSTEMS**

*Chimukoko K. 2nd year student, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, viv@rgau-msha.ru*

*Scientific supervisor – Ali M.S. Acting head of the department of agricultural water supply, sanitation, pumps and pumping stations, PhD, associate professor, FGBOU VO RGAU - MTAА named after K.A. Timiryazev, viv@rgau-msha.ru*

*Annotation.* Frequent changes in the operating mode of a closed irrigation system lead to transient processes in all elements of the system, which can be accompanied by significant increases in pressure (water hammer), in some cases these increases in pressure lead to pipe breaks, failure of pipeline fittings and pumps.

*Increasing the efficiency and durability of closed irrigation systems depends*

*both on their correct design (selection of machines, pipes, pipeline fittings, branching and length of the network, etc.), and on the organization of technological processes of operation (determination of parameters and operating modes).*

**Key words:** *pump unit, pressure pipeline, axial pump, transient processes, shock wave propagation velocity, water hammer, hydraulic losses.*

В связи с тем, что на мелиоративных системах очень широко применяется один из наиболее эффективных способов орошения – полив дождеванием с использованием широкозахватных дождевальных машин, в мелиоративном строительстве большое распространение получили закрытые оросительные системы (ЗОС), важнейшим элементом современных мелиоративных систем являются насосные станции, представляющие собой сложный комплекс сооружений и оборудования, технические показатели и параметры которых во многом определяют надежность и экономическую эффективность подачи воды. [1].

Эффективность и долговечность закрытых оросительных систем зависит как от их правильного проектирования (выбор машин, труб, трубопроводной арматуры, разветвленности и протяженности сети и т. д.), так и от организации технологических процессов эксплуатации (определение параметров и режимов работы, создание систем автоматического регулирования, защита ЗОС от недопустимого повышения давления при переходных процессах). [2].

Частые изменения режима работы закрытой оросительной системы, связанные с включением и отключением дождевальных машин (ДМ), приводит к возникновению переходных процессов во всех элементах закрытой оросительной системы, что может сопровождаться значительными повышениями давления в этих элементах (гидравлическими ударами). В отдельных случаях эти повышения давления приводят к прорывам труб закрытой оросительной сети, поломке трубопроводной арматуры и насосов. [3, 4, 5].

Причинами этих аварий в одних случаях могут быть неправильно принятое проектное решение, в других – неправильная эксплуатация. Для предотвращения недопустимых повышений давления в закрытой оросительной системе при переходных процессах, необходимо иметь возможность выполнять с достаточной точностью расчёты этих процессов.

Повышение давления в закрытых оросительных системах происходит при переходных процессах, возникающих при пуске и остановке насосных агрегатов на насосных станциях, включении и выключении дождевальной техники.

Резкое повышение давления в трубопроводе с движущейся жидкостью, возникающее при быстром перекрытии запорных устройств, которое распространяется по трубопроводу в виде упругой волны со скоростью  $C$ .

Он зависит от упругости жидкости и стенок водовода, длительность стадии сжатия не зависит от силы гидроудара, а определяется лишь временем распространения ударной волны по трубе, поэтому у заглушки она равна

времени, необходимому для прохода ударной волны по трубе «туда» и «обратно»: [6].

$$T = 2 \cdot L / C \quad (1)$$

где  $T$  — длительность стадии сжатия возле заглушки;  $L$  — длина трубы от входа до заглушки;  $C$  — скорость распространения ударной волны,

$$C = \pm \frac{9900}{\sqrt{43.3 + \beta \cdot \left(\frac{D}{\delta}\right)}}; \quad (2)$$

где  $\beta$ - коэффициент зависит от материала труб; для сталь(0.5); для металлических труб(1); бетон(3); асбестоцементные, (20).

$D$ - Диаметр трубопровод, м

$\delta$ - Толщина стенки труб, м.

В зависимости от времени распространения ударной волны  $T$  и времени перекрытия задвижки (или другой запорной арматуры)  $t_z$ , в результате которого возник гидроудар, можно выделить 2 вида ударов:

- Полный (прямой) гидравлический удар, если  $t_z < T$ ;
- Неполный (непрямой) гидравлический удар, если  $t_z > T$ ;

В стадии проектирования закрытых оросительных систем, должны учитываться переходные процессы, сопровождающиеся гидравлическими ударами. Таким образом, необходимо выполнять расчеты переходных процессов для обоснованного назначения прочных показателей элементов системы, кроме расчетов стационарных режимов.

Если проводить расчеты на возможность возникновения переходных процессов в ЗОС, то необходимо учитывать все основные факторы, влияющие на эти процессы: конфигурации закрытой оросительной сети, длины, диаметры и материал трубопроводов сети, профили трубопроводов, скорости распространения в них волн изменения давления, отборы воды ДМ в узлах сети, образование кавитационных разрывов сплошности потока (в трубопроводах при уменьшении давления ниже величины предельного вакуума в сети), характеристики насосов и двигателей, инерция насосных агрегатов, влияние трубопроводной (запорной, предохранительной, противоударной) арматуры. [ 1 ].

Для расчета переходных процессов, нами были предложены простые формулы для определения максимального и минимального давления при гидроударе:

-  $C$  — скорость распространения ударной волны, можно определить по формуле (2);

- Повышение или понижение напора при положительном полном, и отрицательном прямом гидроударе.

$$\Delta H = \pm \frac{C \cdot V_0}{g}; \quad (4)$$

где:  $\Delta H$ - величина повышения или понижения напора, м;  $C$ - скорость ударной волны;  $V_0$ - скорость движения воды в трубопроводе до закрытия задвижки, м/с.

- Положительный непрямой гидроудар

$$\Delta H = \pm \frac{c \cdot v_0}{g} \left( \frac{l}{c \cdot t_3 - l} \right); \quad (5)$$

- Отрицательный непрямо́й гидроудар

$$\Delta H^+ = \left( \frac{2 \cdot \Delta}{2 - \Delta} \right) \cdot H; \quad (6)$$

$$\Delta H^- = \left( \frac{2 \cdot \Delta}{2 + \Delta} \right) \cdot H; \quad (7)$$

где:

$$\Delta = \left( \frac{l \cdot v_0}{g \cdot H \cdot t_3} \right) \cdot H$$

$l$ - длина трубы м;  $H$ - расчетный напор, м;  $t_3$ - время *перекрытия* задвижки; с, [7].

Для борьбы с недопустимым повышением давления в ЗОС при переходных процессах могут быть использованы следующие мероприятия:

- Средства, предназначенные для сброса воды (Неограниченный сброс воды через насосы, ограниченный сброс воды через насосы и Сброс воды через специальные устройства);

- Средства, предназначенные для уменьшения скоростей движения воды (Водовоздушные резервуары, аэрационные клапаны, устройства для впуска воды),

### **Выводы**

По результатам многочисленных расчётов переходных процессов насосных станции закрытых оросительных насосов, для повышения надежности и безаварийной эксплуатации закрытых оросительных систем, рекомендуется:

1. Неограниченный сброс воды через насосы используются при  $Q > 2$  м<sup>3</sup>/с, и напор  $H < 20$  м;

2. Ограниченный сброс воды с использованием обратного клапана с отводной трубой, при  $Q > 0,5$  м<sup>3</sup>/с; и  $H > 50$  м;

3. Уменьшение скорости движения воды в обратном направлении, применяются при  $Q < 0,5$  м<sup>3</sup>/с, и  $H > 50$  м.

### **Библиографический список**

1. Али М.С., Бегляров Д.С., Насосы и насосные установки: Учебник – М.: Москва, РГАУ-МСХА, 2022. – 130 с.

2. Карамбиров С.Н. Новые подходы в моделировании и оптимизации трубопроводных систем. Основы, концепции, методы. – LAP Lambert Academic Publishing, Германия, 2012. – 355 с.

3. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: Учебник для вузов, 5-е изд., стер. – М.: Лань, 2015. – 656 с.

4. Али М.С., Бегляров Д.С., Титаева А.Ю., Лентяева Е.А. Решение практических задач с использованием модели насосов при переходных режимах в напорных системах // Природообустройство. – 2020. – №1 – с. 100-104.

5. Али М.С., Бегляров Д.С., Сухарев Ю.И., Назаркин Э.Е. Особенности работы насосных станций на закрытых оросительных системах, Научная жизнь.

2021. Т. 16. № 5 (117). С. 538-553.

6. Ali M.S., Features of transient processes in pumping stations with controlled shut-off devices. Beglyarov D.S., Benin D.M., Gavrilovskaya N.V., Zhuravleva L.A. Advances in Dynamical Systems and Applications. 2021. Т. 16. № 2. С.

УДК 628. (1-21):628.113

## **ОСОБЕННОСТИ РУСЛОВОГО ПРОЦЕССА И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЙМЕННОЙ МНОГОРУКАВНОСТИ РЕК КИТАЯ**

*Ян Тэнсэнь, студент второго курса магистратуры института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 1279733957@qq.com*

*Научный руководитель – Черных Ольга Николаевна, к.т.н., доцент, доцент кафедры гидротехнических сооружений института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, gtsmgup@mail.ru*

*Аннотация:* Рассмотрены актуальные аспекты русловых процессов, трансформации речных русел в результате хозяйственной деятельности на самой реке и на её водосборе, характерные для водотоков России и Китая, приводящие к деградации рек. Предложена классификация типов руслового процесса и схематизации пойменного потока. Отмечена необходимость формирования производственного опыта службы эксплуатации и защиты поймы методами фитомелиорации.

*Ключевые слова:* река, русловой процесс, пойма, фитомелиорация.

## **FEATURES OF THE CHANNEL PROCESS AND REGULATION OF FLOODPLAIN MULTI-BRANCH RIVERS IN CHINA**

*Yan Tengsen, 2<sup>nd</sup> year master's student at the A.N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 1279733957@qq.com*

*Scientific supervisor – Olga Nikolaevna Chernykh, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hydraulic Structures at the A.N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, gtsmgup@mail.ru*

*Annotation:* The article considers the current aspects of channel processes, transformation of river channels as a result of economic activity on the river itself and on its catchment area, typical for watercourses of Russia and China, leading to degradation of rivers. A classification of types of channel process and

*schematization of floodplain flow is proposed. The need for the formation of production experience of the service of operation and protection of floodplain by methods of phytomelioration is noted.*

**Key words:** *river, channel process, floodplain, phytomelioration.*

Реки – живые создания природы. Ответственность за их состояние лежит на человеке. Во многих странах мира деградация рек зашла непоправимо далеко. Потребительское отношение к природе, начиная с распашки земель, регулирования стока, изъятия аллювиальных отложений и пр. отразилось на реках больше, чем на других ландшафтах. С деградируемым состоянием реки начинают обычно считаться лишь на стадиях, когда водоток становится неузнаваемым. Анализ литературных источников [1, 2] показывает, что в России и Китае в настоящее время технологический уход за реками ведётся в малых масштабах, объём которых много меньше требуемого из-за экологической опасности, которым подвергаются реки, пользователи и обитатели прибрежных территорий. Охрана водных ресурсов, контроль их состояния и комплексного использования, централизованное водораспределение составляют лишь часть единого комплекса, в котором природовосстановительные мероприятия должны занимать приоритетное место [3]. Преобладающим гидротехническим методом, например, для р. Ока в Московской области остаётся пока удаление илов из русла и добыча песка и гравия с пойменных и береговых участков механическим путём или с помощью земснарядов. Это мероприятие с сомнительной экологической и технической эффективностью не требует создания постоянных служб ухода за реками и регулярного контроля за их состоянием. Опыт ряда стран показывает, что при эксплуатации водотока необходим информационный раздел технологии, отражающий текущее состояние реки, его развитие и анализ реакции её элементов или конкретных участков на регуляционное (выправительное) воздействие [3, 4].

В данной работе как объекта исследования среди основных рек Китая в качестве аналога взята р. Дахэба, проблемы которой в устьевой части, близки к проблемам р. Оки. Река Дахэба характеризуется сильно разветвлённым руслом («косым» по терминологии специалистов КНР), образованным в результате понижения бассейна Синхай-Тонгде в истоке великой Желтой реки [5, 6]. Боковое развитие русла ограничено с обеих сторон долинами, что осложняет условия формирования русла на Цинхай-Тибетском нагорье. На основе анализа полевых исследований, снимков дистанционного зондирования и метеорологических данных о температуре воды было выявлено, что основными факторами, влияющими на формирование русла водотока и придания ему «косого» типа, являются изменение стока в течении года и уклон долины.

Бассейн р. Дахэба расположен в уезде Синхай провинции Цинхай, к северо-востоку от истока Желтой реки, с координатами 35°21'-36°07'N и 99°00'-100°10'E (рис. 1). Общая длина р. Дахэба составляет около 119 км, а площадь бассейна - 4 782 км<sup>2</sup>, из которых горная часть - 2 318 км<sup>2</sup>, а площадь бассейна - 2

464 км<sup>2</sup>. В бассейне имеется четвертичный кайнозойский слой, состоящий из речных и озерных отложений, в которых преобладает галечный гравий с большим количеством крупного песка, толщина отложений составляет около 100...200 м. По данным метеорологической станции Синхай, расположенной на р. Дахэба среднегодовое количество осадков составляет около 363,4 мм, основные месяцы выпадения осадков приходятся на июнь-август, среднегодовая температура - 13,9°.

Большая часть водосборного бассейна покрыта альпийскими лугами, пастбищами и в южной части кустарниками. Климат континентальный с сильным испарением. Поскольку в верховьях рыхлые отложения в долине содержат гальку, гравий и крупный песок, то под воздействием гидравлической эрозии в прибрежной зоне время от времени происходят оползни, возможны и сели [6,7].

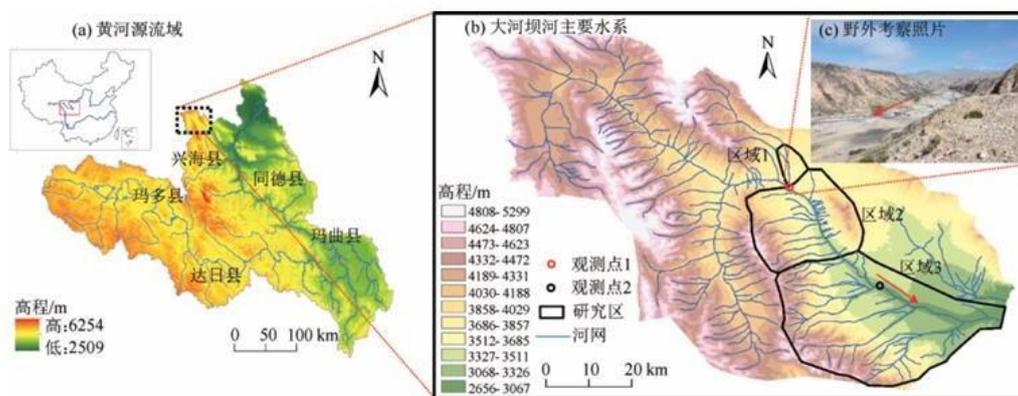


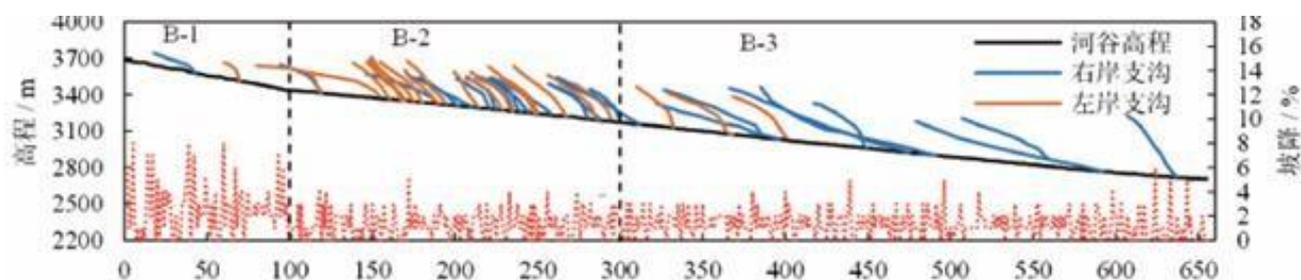
Рисунок 1 – Территория водосбора р. Дахэба, разделённая на районы исследования (V1, V2 и V3)

Район анализируемых исследований расположен в нижнем течении р. Дахэба, где большинство участков представляют собой гравийные «косые» русла. На основании распределения притоков по руслу были выделены три района исследования, обозначенные как V-1, V-2 и V-3 соответственно, где: V-1 - приток среднего течения р. Дахэба (с узкой долиной длиной 10,6 км и слабо развитым «косым» руслом); V-2 - в среднем течении р. Дахэба, длина русла 20,3 км, долина широкая, притоки хорошо развиты и есть ветвистые ущелья с ручьями, стекающими в речную долину; V-3 длиной 35,5 км, расположенным в нижнем течении реки Дахэба (рис. 2), по которому можно судить о характере переформирования и возможной реакции на изменение факторов эродированных прибрежных зон. Долина водотока сильно расширяется и меандрирует. Однако правый борт долины развит с явно более длинными разветвлениями-притоками, в то время как на левом борту притоки почти отсутствуют, а площадь зон эрозии и деградации береговых участков явно увеличивается.



## Рисунок 2 – Выбранный для исследования участок реки Дахэба (В3)

Максимальное количество осадков за год выпадает в июле, среднее многолетнее значение составляет 84,47 мм, в то время как сухой период с ноября по март характеризуется малым количеством осадков. Сток в р. Дахэба испытывает сильные сезонные изменения, с небольшим расходом зимой (около 4 м<sup>3</sup>/с) с декабря по май. Расход стока растёт с увеличением количества осадков в июне и достигает максимума 23,1 м<sup>3</sup>/с в июле. Максимальный расход 74,2 м<sup>3</sup>/с был в 2014 г., а процессы стока, превышающие 30 м<sup>3</sup>/с, происходили 19 раз. В период обилия воды и частых изменений величины стока р. Дахэба более склонна к образованию новых ответвлений притоков и формированию многорукавных сильно меандрирующих русел. На рисунке 3 показано изменение высотного положения долины и уклона р. Дахэба. Для того чтобы проанализировать способность притоков пополнять запасы воды вдоль реки была нанесена глубина притоков реки. Анализируя графики, приведённые на рисунке можно констатировать, что участок В-1 обладает наибольшим уклоном, степень меандрирования его наименьшая, а на устьевом участке В-3 наблюдается более 10 притоков с увеличенной глубиной подрезания береговых зон (длина самого крупного меандрирующего притока составляет около 11,3



км).

## Рисунок 3 – Продольный разрез по водотоку для анализа условий формирования его долины и русловых деформаций

Установлены основные факторы, влияющие на формирование меандр рек, которые включают в себя: скорость течения, уклон речной долины, растительность, грунт аллювиальных отложений и т.д. Эти факторы по-разному влияют на русло разветвлённых рек. Расчёт энергетической мощности потока показал, что на участке В1 она примерно в 0,74 раза больше чем на участках В-2 и В-3, на котором самое высокое соотношение мощности к уклону, что свидетельствует о совместном влиянии этих факторов на степень меандрирования русла водотоков.

После того как Желтая река прорезала ущелье Лунъян река Дахэба сократилась, образовав аллювиальную реку с большим удельным падением.

Обильные летние дожди усиливают поток наносов, а резкое увеличение скорости течения и гидравлический уклон, в сочетании с отсутствием растительности на дне долины вкуче вызывают интенсивную эрозию русла, пойменных островов и краёв песчаных отмелей. На этом участке тип руслового процесса становится побочным, где наблюдается перемещение ленточных гряд, река легко отклоняется, что ускоряет формирование многорукавности [5, 6]. Это характерно и для русской реки Оки после впадения в неё крупного притока р. Угры [1, 4]. На тех участках, где долина рек имеет сужения наблюдается ограниченное меандрирование. На многих участках этих рек, где пойма достигает большой ширины, происходит свободное меандрирование. Наконец, имеются и такие участки на них где русловой процесс осуществляется по типу незавершённого меандрирования. Произведённый анализ состояния различных участков водотока позволил выделить в качестве характерных следующие типы руслового процесса: свободное меандрирование; несвободное меандрирование; осередковый тип; пойменная многорукавность. Для стабилизации русла и пойменных русловых процессов необходимо использовать методы фитомелиорации, которые оструктурируют русловой массообмен, защищают среду обитания рыб и растений, оказывают выправительное и защитное воздействие на берега и донные области водотока (заросли тростника, полосы ивняка, дамбы, шпоры, буны из местных природных материалов, нерестилища, фитофильтры и пр.).

Таким образом, при реализации экологических программ требуется индивидуальный подход для каждой реки, входящей в водный бассейн с её «косыми» притоками. В основу взаимодействия с рекой должна ставиться эксплуатация гидротехнической системы в целом. Основными влияющими факторами при эксплуатации гидротехнической системы водотока и разработки комплексных мероприятий на отдельных пойменных массивах являются крутой уклон долины и внутригодовые процессы стока. Переменчивый поток и крутой уклон долины создают большую мощность потока, что делает внутриводный поток склонным к повышению эрозионной способности, приводя к быстрому развитию русла в «косую» многорукавную форму. Знание этих факторов важны для управления реками, охраны окружающей среды и планирования землепользования. Уточнённые исследования и мониторинг участков с сильно разветвлёнными руслами должны привести к устойчивому управлению водными ресурсами, охране окружающей среды и повышению её экологической безопасности.

### **Библиографический список**

1. Черных О. Н., Бурлаченко А. В. Особенности использования методов ландшафтной гидротехники при восстановлении рек. Сборник статей V Международной научно-практической конференции. Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», – 2023. – 475 с. С.327 – 333.

2. Черных О.Н. Пути решения проблем комплексной экологической реабилитации и природоприближенного восстановления малых рек русских усадеб Москвы / О.Н. Черных, Н.В. Ханов, А.В. Бурлаченко. //

Природообустройство, 2019. – №1. С. 47-55.

3. Восстановление и охрана малых рек: Теория и практика /пер. с англ. А.Э. Габриэлян, Ю.А. Смирнов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 317 с.

4. Корюкин С. Н., Букреев В. П., Натальчук Ю. М. Регулирование русловых процессов на пойме при ограниченном меандрировании // Труды т. 52, выпуск Гидравлика, использование водной энергии, М.: – 1977. С. 9 – 13.

5. Чжоу Лиянь, Лань Сян, Чэнь Цюйся. Исследование типа реки и генезиса главного течения Желтой реки в Нинся // Исследование осадочных пород, 2016.

– №2. С. 52-56.

6. Ли Цицзюнь, Фан Сяомин, Ма Хайчжоу и др. Геоморфологическая эволюция верховьев Желтой реки и поднятие Тибетского нагорья в позднем кайнозое // Наука в Китае (Серия D: Науки о Земле), 1996. – №4. С. 316-322.

7. Xie Zhehui, Huang Heqing, Zhou Yuanyuan, et al. Progress of research on the evolution law of wandering rivers and its river type attribution // Progress of eoscience, 2016. – №35(7). С. 898-909.

## СЕКЦИЯ «УПРАВЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ»

УДК 4414

### ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ И НЕИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЗЕМЛИ С/Х НАЗНАЧЕНИЯ В ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Андреев Дмитрий Романович, студент 2 курса бакалавриата института Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, andrre.dmitry@yandex.ru*

*Научный руководитель – Гупалова Татьяна Николаевна, к.э.н., доцент, и.о. Зав. Кафедрой экономической безопасности и права, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, gupalova@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Проанализирована информация о используемых и неиспользуемых землях с/х назначения в Ярославской области и дан комментарий о том, как можно повысить вовлечение в оборот неиспользованных земель с/х назначения в ЯО.

*Ключевые слова:* используемые земли, неиспользуемые земли, оборот, с/х земли, Ярославская область

### USED AND UNUSED AGRICULTURAL LANDS IN THE YAROSLAVL REGION

*Andreev Dmitry Romanovich, 2nd year undergraduate student of the Institute of Agrobiotechnology, FSUE VO RGAU – MSHA named after K. A. Timiryazev, andrre.dmitry@yandex.ru*

*Scientific supervisor – Gupalova Tatyana Nikolaevna, Candidate of Economics, Associate Professor, Acting Head. Department of Economic Security and Law, Federal State Budgetary Educational Institution of the Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, gupalova@rgau-msha.ru*

*Annotation.* The information on used and unused agricultural lands in the Yaroslavl region is analyzed and a comment is given on how to increase the turnover of unused lands in the nuclear power plant.

*Key words:* used lands, unused lands, turnover, agricultural lands, Yaroslavl region

В России по поручению Президента РФ была запущена Государственная программа эффективного введения в оборот земельных участков

сельхозназначения и мелиорационного комплекса РФ в период с 2022 по 2031 год.

Целью государственной программы является получение достоверных и актуальных данных о количественной характеристике и границе всех сельскохозяйственных земель. Для реализации данной программы выделяется порядка 500 млрд рублей из федерального бюджета.

### **Ярославская область**

В соответствии с данными Министерства по сельскому хозяйству Тверской и Ярославской областях за 8 месяцев 2024 года в Ярославской области обследовано 33 421 га земель сельскохозяйственного назначения, из которых на площади 32 828 га выявлены нарушения. Выявлено несоблюдение целевого назначения на 15 участках общей площадью 91,2 га по целевым назначениям в течение трех лет. В сентябре 2024 г. суд решил изъять 9 земель площадью 54-75 га. В 2023 г., по данным Россельхознадзора, 80% из обследованных земель Ярославской области по назначению не использовались.

Министерство имущественных отношений Ярославской области проводит мероприятия по изъятию земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения в связи с их неиспользованием по целевому назначению. Например, в октябре 2024 года департамент изъясил участки на территории Борисоглебского муниципального района.

До конца года регион планирует провести проверку и оценку использованных и неиспользованных сельскохозяйственных участков с помощью БПЛА.

Всего инвентаризации и цифровизации подлежат 1,2 млн. га с х земельных участков ЯО.

Также будет изъята земля, заросшая борщевиком. Уже ведется работа по составлению электронных карт для районов ЯО, где он произрастает. Собственники, которые не будут должным образом ухаживать за своими земельными участками, будут привлечены к административной ответственности, а в случае повторных нарушений будет ставиться вопрос об изъятии земельных участков.

В целом в Ярославской области на данный момент из 900 тысяч гектаров земель сельскохозяйственного назначения и только 300 тысяч находятся в активном состоянии.

Изучив данные по обстановке используемых и неиспользуемых земель в ЯО, предлагаю ознакомиться с методами увеличения вовлечения с/х земель в оборот Ярославской области:

*1. Разработка программ по использованию неиспользуемых земель для сельскохозяйственного назначения. Это может включать в себя проведение информационной кампании среди собственников земли, оказание консультационной помощи и поддержки при разработке схем использования земель.*

*2. Заключение долгосрочных арендных договоров с собственниками земли. Это позволит гарантировать стабильность использования земли для сельскохозяйственного назначения на долгосрочный период.*

3. Организация сельскохозяйственных кооперативов или агрофирм, которые могут брать в аренду неиспользуемые земли и эффективно управлять ими.

4. Проведение мероприятий по мелиорации и восстановлению плодородности неиспользуемых земель, что позволит увеличить урожайность и использовать их более эффективно.

5. Организация сельскохозяйственных культур, которые могут успешно выращиваться на неиспользуемых землях, учитывая их особенности и потенциал.

6. Привлечение инвестиций для развития сельскохозяйственного производства на неиспользуемых землях, в том числе за счет государственных программ поддержки сельского хозяйства.

7. Создание специальных программ и механизмов финансовой поддержки для использования неиспользуемых земель для сельскохозяйственных целей, например, субсидии на мелиорацию или поддержку приобретения семян и удобрений.

### **Библиографический список**

1. Постановление от 12 августа 2024года №843-п «Об утверждении Порядка предоставления из областного бюджета субсидий на возмещение части затрат на поддержку введения в оборот выбывших сельскохозяйственных угодий и о внесении изменений в постановление Правительства Ярославской области от 31 января 2011года №32-п» // А.М. Колядин - исполняющий обязанности губернатора Ярославской области

2. Постановление от 14 мая 2021года №732 «О государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации» // М. Мишустин- Председатель Правительства Российской Федерации

3. Россельхознадзор: Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному контролю Тверской и Ярославской областях («Земля сельхозназначения в Борисоглебском районе не используется по назначению») URL:<https://69.fsvps.gov.ru/news/zemlja-selhoznaznachenija-v-borisoglebskom-rajone-ne-ispolzuetjsja-po-naznacheniju/?ysclid=m2whhwe8ix484505254>

4. РИА-новости по Ярославской области («Бесхозные с/х земли в Ярославской области будут изымать и продавать») URL:<https://ria.ru/20240626/zemlya-1955679677.html?ysclid=m2whmgjs2873683255>

УДК 351.85

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

*Баймлер Анна Сергеевна, студентка 3 курса бакалавриата Института экономики и управления АПК, ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, savina04\_29@icloud.com*

*Научный руководитель – Гупалова Татьяна Николаевна, к.э.н., доцент кафедры экономической безопасности и права Института экономики и управления АПК, ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, gupalova@rgau-msha.ru*

**Аннотация.** Статья анализирует актуальные проблемы государственного контроля использования сельскохозяйственных угодий в России, такие как неэффективное использование земель и недостаточная прозрачность системы. Предлагаются пути решения, включающие в себя совершенствование правовой базы, внедрение цифровых технологий и усиление ответственности за нарушения. Статья призывает к комплексному подходу к повышению эффективности контроля и стимулированию рационального использования сельскохозяйственных земель.

**Ключевые слова:** государственный контроль, сельскохозяйственные угодья, землепользование, продовольственная безопасность, эффективность, информационные технологии

## IMPROVEMENT OF STATE CONTROL OVER THE USE OF AGRICULTURAL LAND

*Anna Sergeevna Baimler, 3th year undergraduate student at the Institute of Economics and Management of the Agro-Industrial Complex, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, savina04\_29@icloud.com*

*Scientific supervisor – Gupalova Tatyana Nikolaevna, Ph.D. in Economics, Associate Professor of the Department of Economic Security and Law at the Institute of Economics and Management of the Agro-Industrial Complex, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, gupalova@rgau-msha.ru*

**Annotation.** The article analyzes the current problems of state control over the use of agricultural land in Russia, such as inefficient land use and insufficient transparency of the system. Solutions are proposed, including improving the legal framework, introducing digital technologies and strengthening liability for violations. The article calls for an integrated approach to improving the effectiveness of control and stimulating the rational use of agricultural land.

*Key words: state control, agricultural lands, land use, food security, efficiency, information technology*

Сельскохозяйственные угодья — это стратегический ресурс, от которого зависит производство продуктов питания, сырья и материалов для промышленности. Государственный контроль за использованием земель включает следующие аспекты:

Сохранение плодородия: земли должны использоваться таким образом, чтобы их плодородие сохранялось для будущих поколений. Нарушение агротехнических норм может привести к деградации почвы.

Соблюдение правовых норм: законодательство устанавливает требования к использованию сельскохозяйственных земель, и нарушение этих требований должно строго контролироваться.

Экологическая устойчивость: земельные ресурсы часто подвергаются воздействию химических веществ, которые при чрезмерном или неправильном применении могут нанести ущерб экосистеме.

Государственный контроль за использованием сельскохозяйственных угодий является важнейшим аспектом, обеспечивающим рациональное землепользование и охрану окружающей среды. Основными направлениями этого контроля выступают законодательное регулирование и мониторинг, позволяющие обеспечивать эффективное использование земель.

В различных странах, включая государства Европейского Союза, контроль за использованием земель осуществляется через четкое законодательное регулирование. Оно включает в себя:

Определение правового статуса сельскохозяйственных угодий;

Установление категорий земель (сельскохозяйственные, лесные, природоохранные);

Регламентацию видов разрешенного использования и ограничений.

Законодательство также накладывает ограничения на использование угодий, которые могут угрожать охране окружающей среды и биологическому разнообразию. Например, могут быть введены запреты на строительство промышленных объектов на сельскохозяйственных землях или использование химических удобрений в определенных зонах.

Среди основных механизмов регулирования землепользования выделяются:

Аренда: предоставляет фермерам право пользования землей на определенный срок, что снижает финансовую нагрузку.

Покупка: дает право собственности на землю, что позволяет фермерам свободно распоряжаться ею, но требует значительных вложений.

Концессия: позволяет использовать землю на определенный срок с последующим возвратом её владельцу.

Ключевым элементом контроля является система мониторинга эффективного использования земель, в том числе с помощью современных технологий, таких как спутниковый мониторинг и геоинформационные системы

(ГИС). Эти инструменты помогают отслеживать изменения в землепользовании и выявлять нарушения.

Успешные примеры государственного управления сельскохозяйственными угодьями можно наблюдать в следующих странах:

Европейский Союз: здесь действует комплексная система мониторинга, использующая спутниковые технологии и аэрофотосъемку. Точное законодательство обеспечивает высокие экологические стандарты, но может быть сложным для понимания небольшими фермами.

США: реализуется система, направленная на сохранение ресурсов, включая программы, такие как Conservation Reserve Program, которая предоставляет субсидии фермерам за добровольное изъятие земель из эксплуатации для восстановления экосистем.

Китай: строгий контроль за использованием сельскохозяйственных угодий и ограничения на продажу земель помогают предотвращать спекуляцию и обеспечивать рациональное использование ресурсов.

В последние годы в России активно развиваются системы контроля за использованием сельскохозяйственных угодий. Ярким примером является единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН), которая собирает и агрегирует данные о земельных участках и их собственниках. Коммерческие системы, такие как «Агромониторинг», позволяют отслеживать состояние сельскохозяйственных культур и оптимизировать использование ресурсов.

Кроме того, государственные программы поддержки, включая субсидии на приобретение техники и налоговые льготы для фермеров, способствуют развитию сельскохозяйственного производства и повышению его конкурентоспособности.

### **Библиографический список**

1. Глушко О.А. Особенности земельных правоотношений в отечественном сельском хозяйстве / О.А. Глушко, М.О. Ключников // Аграрное и земельное право. – 2020. – №1(181). – С 37-38.

2. Дербенева Е.В., Полушкина Т.М. Сравнительный анализ зарубежного и российского опыта организации использования сельскохозяйственных земель // Научное обозрение. Экономические науки. – 2016. – № 6. – С. 51-54.

3. Кивейша Е.И. Землевладение и землепользование: [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://bseu.by:8080/bitstream/edoc/4633/2/Kiveysha\\_E\\_I\\_Zemlevladenie\\_i\\_zemlepolzovanie\\_osr.pdf](http://bseu.by:8080/bitstream/edoc/4633/2/Kiveysha_E_I_Zemlevladenie_i_zemlepolzovanie_osr.pdf) (дата обращения: 29.09.2024).

4. Кошкин Л.И. Управление земельными ресурсами / под ред. Л.И. Кошкина. – М.: ВШПП, 2004. – 520 с.

5. Линьфэй Х. Рынок земли Китая в новых экономических условиях: [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://vasilievaa.narod.ru/12\\_6\\_98.htm](http://vasilievaa.narod.ru/12_6_98.htm) (дата обращения: 01.10.2024).

6. Лысенко Е.Н. Эффективность использования земель / Е.Н. Лысенко // Экономист. – 2004. – №6. – С. 87-92.
7. Мишина З.А. Зарубежный опыт в области земельных отношений / З.А. Мишина. – Вестник НГИЭИ – №1(2), Том 1. – Княгинино: НГИЭИ, 2011г. – с. 107-116
8. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций (ФАО): [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.fao.org/index\\_ru.htm](http://www.fao.org/index_ru.htm) (дата обращения: 29.09.2024).
9. Сейфуллин Ж.Т. Управление земельными ресурсами: учебник / Ж.Т. Сейфуллин, Г.Ж. Сейтхамзина, А.А. Токбергенова – Алматы: АГУ, 2011. – с. 130.

УДК 332.3

## **ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО ПОСТАНОВКЕ НА КАДАСТРОВЫЙ УЧЁТ УЧАСТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В КИМРСКОМ РАЙОНЕ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Безусенко Ангелина Викторовна, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, bezusenko.lina@mail.ru*

*Ветрова Ксения Владимировна, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, kseniya\_vetrova2003@mail.ru*

*Засыпкин Станислав Анатольевич, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, staszasyr@mail.ru*

*Научный руководитель – Безбородов Юрий Германович, д.т.н., доцент, профессор, и.о. заведующего кафедрой землеустройства и лесоводства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, ubezborodov@rgau-msha.ru*

*Аннотация. В статье рассматривается комплекс мероприятий, направленный на определение точных границ и площади земельного участка, предназначенного для сельскохозяйственной деятельности, с целью его официального внесения в государственный кадастр недвижимости. Этот комплекс мероприятий необходим для эффективного использования земель, используемых в сельскохозяйственном хозяйстве.*

*Ключевые слова: межевание земель, сельскохозяйственные земли, кадастровая деятельность, межевой план, геодезическая аппаратура*

## **AND MANAGEMENT WORKS FOR CADASTRAL REGISTRATION OF AN AGRICULTURAL LAND IN THE KIMRSKY DISTRICT OF THE TVER REGION**

*Bezusenko Angelina Viktorovna, 4th year undergraduate student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, bezusenko.lina@mail.ru*

*Vetrova Ksenia Vladimirovna, 4th year undergraduate student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, kseniya\_vetrova2003@mail.ru*

*Zasypkin Stanislav Anatolyevich, 4th year undergraduate student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural*

**Scientific supervisor – Bezborodov Yuri Germanovich**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor, Acting Head of the Department of Land Management and Forestry, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [ubezborodov@rgau-msha.ru](mailto:ubezborodov@rgau-msha.ru)

**Annotation.** The article examines a set of measures aimed at determining the exact boundaries and area of a land plot intended for agricultural activities, with the purpose of its official inclusion in the state real estate cadastre. This set of measures is necessary for the effective use of lands used in agriculture.

**Key words:** land surveying, agricultural lands, cadastral activities, cadastral plan, geodetic equipment

### Введение

Актуальность: в последние годы наблюдается рост интереса к развитию аграрного сектора в Тверской области, что делает землеустроительные работы по постановке на кадастровый учёт участков сельскохозяйственного назначения особенно важными для стимулирования экономического развития региона.

Новизна проекта заключается в применении современных технологий и оборудования для проведения землеустроительных работ, что позволяет повысить точность и эффективность процесса постановки на кадастровый учёт участка сельскохозяйственного назначения. Использование геодезической спутниковой аппаратуры EFT M4 GNSS является инновационным подходом в данной сфере.

Целью проекта является обеспечение юридической и геодезической точности данных об объекте недвижимости для его последующей регистрации в государственном кадастре недвижимости.

Задачи:

1. Определить границы участка и выбрать метод землеустройства в соответствии с требованиями законодательства РФ.
2. Провести геодезическую съёмку территории для определения точных координат угловых точек участка.
3. Подготовить кадастровый план и сформировать межевое дело.

Проект "Землеустроительные работы по постановке на кадастровый учёт участка сельскохозяйственного назначения в Кимрском районе Тверской области" имеет практическую значимость для различных сторон, включая землевладельцев, местные органы власти и специалистов в области землеустройства. Основными ее аспектами являются применение современных геодезических инструментов и программного обеспечения для повышения точности работ, разработка плана действий по подготовке документов для постановки участков на кадастр.

Проект демонстрирует важность систематизации земельных ресурсов, что

является ключевым фактором для развития сельского хозяйства и привлечения инвестиций. Результаты могут быть использованы как примерный план действий для других в аналогичных ситуациях.

### **Подготовка технического задания**

Реестровая ошибка – это несоответствие между данными, содержащимися в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН), и фактическим положением дел. В случае сельскохозяйственного участка, такая ошибка может заключаться в неправильных границах участка, его площади или местоположении [3].

Перечень работ, подлежащих выполнению:

- Проведение подготовительных работ: Проверка и анализ документов, Составление программы выполнения работ;
- Проведение кадастровых работ по координированию земельных участков с К№ 69:14:0132301:2 и с К№ 69:14:0132301:3;
- Подтверждение факта наложения земельных участков с К№ 69:14:0132301:2 и с К№ 69:14:0132301:3 на земельный участок с К№ 69:14:0000013:459;
- Подготовка Межевого плана земельного участка с кадастровым номером № 69:14:0000013:459, с целью исправления реестровой ошибки в сведениях ЕГРН в описании местоположения границы земельного участка.[3]

Для сельскохозяйственного участка, который имеет реестровую ошибку и расположен в Кимрском районе Тверской области, необходимо выбрать метод землеустройства, соответствующий требованиям законодательства РФ. В соответствии с действующим законодательством (Федеральный закон "О государственном кадастре недвижимости" № 221-ФЗ и Федеральный закон "О государственной регистрации недвижимости" № 218-ФЗ), для уточнения границ участка применяется межевание [4].

Межевание земельного участка, представляет собой процесс определения, восстановления или установления на местности границ земельного участка. Для сельскохозяйственных угодий часто используется геодезический метод межевания с применением современных технологий [3].

Процедура межевания заключалась в выборе лицензированного кадастрового инженера, подготовке межевого плана участка, включающего в себя описание местоположения, площади и других характеристик участка. С заявлением о кадастровом учете и государственной регистрации прав на земельный участок подаются подготовленные кадастровым инженером документы, после проверки представленных документов, Росреестр вносит изменения в ЕГРН, а владелец участка получает новые документы с исправленными границами и данными об участке [3].

### **Геодезическая съемка территории**

При съемке территории был использован относительный метод наблюдения, подразумевающий использование сети геодезических пунктов (треугольников), где каждый новый пункт устанавливается относительно уже известных, аппаратурой геодезической спутниковой EFT M4 (профессиональный приемник ГНСС (глобальная навигационно-спутниковая

система), который сочетает в себе возможности GPS, GLONASS и других систем), принцип действия заключается в измерении времени прохождения сигнала от спутника до приёмной антенны и вычислении значения расстояния до спутника). Комплект приемника ГНСС состоит из четырех элементов:

- основная часть — приемник, который обрабатывает и записывает спутниковые сигналы;

- принимающая часть — антенна;

- управляющее устройство — контроллер;

- передающее устройство — модем [2].

### **Подготовка кадастрового плана и формирование межевого дела**

Необходимые документы:

- Свидетельство о праве собственности

- Выписка из ЕГРН

- Проект межевания

- Техническая документация на участок (например, план участка, схема расположения на местности).

- Документы, подтверждающие границы участка [1].

А) Выявление и подтверждение реестровой ошибки: сравнив сведения о границах участка в выписке с реальным положением на местности и проведя геодезическую съемку, составили акт об установлении границ участка, согласованный с соседями и заверенный кадастровым инженером.

Б) Создание кадастрового плана - документа, содержащего информацию о земельном участке и его местоположении на кадастровом плане территории.

В) Подача межевого дела в Росреестр для постановки участка на кадастровый учет и получение кадастрового номера участка [1].

При проведении кадастровых по земельным участкам с К№ :2 и с К№ :3 было выявлено наложение на эти участки земельного участка с К№ :459. В сведениях ЕГРН об описании местоположения границы земельного участка с К№ 69:14:000013:459 содержится реестровая ошибка [5].

Земельный участок с К№ :459 был сформирован и поставлен на государственный кадастровый учет в 2010 году. В 2010 году при проведении кадастровых работ по земельному участку с К№ :459 выявить факт наложения земельного участка в силу разных систем координат оказалось невозможным. В сведениях ЕГРН была внесена реестровая ошибка, которая подлежит исправлению [4].

Согласно пункту 26 статьи 26 Закона № 218-ФЗ к каждому участку должен быть обеспечен доступ, проход или проезд от земельных участков общего пользования к образуемому или изменяемому земельному участку, в том числе путем установления сервитута. Земельные участки с К№ :2, с К№ :3 имеют доступ с земель общего пользования только через земельный участок :459. Поэтому возникает необходимость формирования части земельного участка с К№ :459, площадью 459 кв.м с целью ограничения прав и обременения объекта недвижимости частным сервитутом для обеспечения доступа с земель общего пользования к участкам с К№ :2, с К№ :3 [5].

### **Выводы**

1. В соответствии с действующим законодательством (Федеральный закон "О государственном кадастре недвижимости" № 221-ФЗ и Федеральный закон "О государственной регистрации недвижимости" № 218-ФЗ) определили границы участка и выбрали метод землеустройства – межевание [4].

2. Использовали относительный метод наблюдения в сочетании с современной спутниковой аппаратурой EFT M4 GNSS, что позволило провести точную геодезическую съемку территории участка сельскохозяйственного назначения.

3. Подготовили кадастровый план территории участка сельскохозяйственного назначения в Кимрском районе Тверской области, сформировали межевое дело.

### **Библиографический список**

1. Корнилова А. А. Порядок и правовая процедура межевания земельных участков //Перспективы развития науки в современном мире. – 2017. – С. 97-102.

2. Купреева Е. Н., Колевинская В. П., Морозова А. А. Инженерно-геодезические изыскания и методы геодезических съемок с применением GNSS-технологий //Академический журнал Западной Сибири. – 2019. – Т. 15. – №. 1. – С. 4-7.

3. Симакова Т. В., Рацен С. С. Особенности установления и исправления реестровых ошибок //Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2022. – №. 4. – С. 1310-1327.

4. Федеральный закон от 24 июля 2007 г. № 221-ФЗ "О государственном кадастре недвижимости" // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2007. – № 30 (ч. 1). – Ст. 3617.

5. Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ "О государственной регистрации недвижимости" // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2015. – № 28 (ч. 1). – Ст. 4142.

УДК 631.363

## **ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО ВЫДЕЛЕНИЮ ЗЕМЕЛЬНЫХ ДОЛЕЙ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ КРЕСТЬЯНСКИХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ**

*Карелова Евгения Эдуардовна, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, karelova-03@mail.ru*

*Волкова Валерия Максимовна, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, lera.volkova.20@internet.ru*

*Кононова Софья Алексеевна, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, kononova\_1906@mail.ru*

*Научный руководитель – Безбородов Юрий Германович, д.т.н., доцент, профессор, и.о. заведующего кафедрой землеустройства и лесоводства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, izezborodov@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Доклад посвящен теме землеустроительных работ, направленных на выделение земельных долей для образования крестьянских фермерских хозяйств (КФХ). В условиях современных экономических и социальных трансформаций создание крепких и жизнеспособных фермерских хозяйств становится важным фактором развития аграрного сектора и сельских территории. В заключительной части доклада акцентируется внимание на внедрении новых технологий в процесс землеустройства.

*Ключевые слова:* выделение земельных долей, развитие аграрного сектора, оценка состояния земельных ресурсов, этапы разработки проекта землеустройства

## **LAND MANAGEMENT WORK ON THE ALLOCATION OF LAND SHARES FOR THE FORMATION OF PEASANT FARMS**

*Karelova Evgeniya Eduardovna, 4th year undergraduate student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, karelova-03@mail.ru*

*Volkova Valeria Maksimovna, 4th year undergraduate student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, lera.volkova.20@internet.ru*

*Kononova Sofya Alekseevna, 4th year undergraduate student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,*

**Scientific supervisor – Bezborodov Yuri Germanovich**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor, Acting Head of the Department of Land Management and Forestry, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, *ubezborodov@rgau-msha.ru*

**Annotation.** *The report is devoted to the topic of land management works aimed at allocating land shares for the formation of peasant farms (KFH). In the context of modern economic and social transformations, the creation of strong and viable farms is becoming an important factor in the development of the agricultural sector and rural areas. The final part of the report focuses on the introduction of new technologies into the land management process.*

**Key words:** *allocation of land shares, development of the agricultural sector, assessment of the state of land resources, stages of development of the land management project.*

Землеустроительные работы играют ключевую роль в формировании эффективной структуры землевладения и землепользования в аграрном секторе. В условиях современного сельского хозяйства, где важность малых и средних форм хозяйствования возрастает, выделение земельных долей для крестьянских фермерских хозяйств становится особенно актуальным. Эти процессы не только способствуют развитию фермерства, но и обеспечивают устойчивое использование земельных ресурсов.

Землеустройство – это система мероприятий, направленных на упорядочение, рациональное использование и охрану земельных ресурсов. Оно охватывает различные аспекты, включая проектирование, планировку, исследование и управление земельными ресурсами. Землеустройство учитывает как юридические, так и экономические аспекты использования земельных объектов [1].

Законодательство Российской Федерации регулирует вопросы землеустройства через ряд нормативных актов, включая Земельный кодекс и законы о крестьянских (фермерских) хозяйствах. Основные положения, касающиеся выделения земельных долей, определяют права и обязанности землевладельцев и землепользователей, а также процедуры, связанные с оформлением и использованием земельных участков [1].

1. Идентификация земель: на первом этапе необходимо провести инвентаризацию земель, определить их границы и характеристики. Это включает в себя кадастровые работы, которые обеспечивают точное определение местоположения и площади участков [7].

2. Разработка проектной документации: на основе собранных данных разрабатывается проект землеустроительных работ. В проекте учитываются не только технические характеристики земель, но и социальные, экономические и экологические аспекты [2].

3. **Согласование проекта:** Проект подлежит согласованию с заинтересованными сторонами, включая местные органы власти, общественные организации и самих землевладельцев. Это важный этап, который обеспечивает прозрачность процесса и учет интересов всех участников [3].

4. **Выделение земельных долей:** после утверждения проекта происходит фактическое выделение земельных долей. Важно, чтобы процесс был справедливым и учитывал потребности будущих фермеров. Это может включать как выделение новых участков, так и перераспределение существующих [3].

5. **Оформление прав на землю:** Завершающим этапом является оформление прав на землю. Это включает регистрацию прав собственности или аренды в государственных органах, что обеспечивает юридическую защиту интересов фермеров [6].

Несмотря на значимость землеустроительных работ, процесс выделения земельных долей сталкивается с рядом проблем:

- **Недостаток информации:** часто отсутствуют актуальные данные о состоянии земельного фонда, что затрудняет планирование и распределение участков [5].

- **Конфликты интересов:** Разные группы заинтересованных лиц могут иметь противоречивые интересы, что усложняет согласование проектов [5].

- **Неэффективное управление:** в некоторых случаях наблюдается недостаточная координация между различными органами власти, что приводит к задержкам и неэффективности в процессе землеустройства [5].

Для повышения эффективности землеустроительных работ необходимо:

- **Усовершенствовать законодательство,** обеспечивающее более гибкие механизмы выделения земельных долей [5].

- **Внедрить современные технологии** в процесс землеустройства, такие как геоинформационные системы (ГИС), которые позволяют более точно и быстро обрабатывать данные [4].

- **Укрепить сотрудничество** между государственными органами, местными сообществами и фермерскими ассоциациями для более эффективного решения возникающих проблем [4].

Землеустроительные работы по выделению земельных долей для создания крестьянских фермерских хозяйств играют важную роль в развитии сельского хозяйства в России. Эти работы не только способствуют более эффективному использованию земельных ресурсов, но и помогают решить социальные проблемы, связанные с занятостью и уровнем жизни на селе. Правильное оформление и распределение земельных долей могут стать основой для устойчивого развития фермерства, что, в свою очередь, повлияет на продовольственную безопасность страны.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, процесс выделения земельных долей сталкивается с рядом серьезных вызовов. Бюрократические барьеры, недостаток информации о состоянии земель, а также конфликты интересов между различными участниками процесса могут затруднить реализацию землеустроительных мероприятий. Для успешного решения этих

проблем необходимо наладить эффективное взаимодействие между государственными органами, местными сообществами и фермерскими хозяйствами, а также обеспечить доступ к актуальной информации о земельных ресурсах.

Кроме того, важно развивать правовую базу, регулирующую выделение земельных долей, чтобы минимизировать риски и повысить прозрачность процессов. Обучение и повышение квалификации специалистов в области землеустройства также играют ключевую роль в успешной реализации проектов по созданию крестьянских фермерских хозяйств. Землеустроительные работы по выделению земельных долей являются неотъемлемой частью аграрной реформы в России. Их успешная реализация может значительно повысить эффективность сельского хозяйства, способствовать развитию территорий и улучшению качества жизни сельского населения. При условии комплексного подхода к решению существующих проблем и активного участия всех заинтересованных сторон, можно ожидать позитивные изменения в аграрном секторе и устойчивое развитие крестьянских фермерских хозяйств в стране.

#### **Библиографический список**

1. Земельный кодекс Российской Федерации (в ред. Федерального закона от 29.12.2020 № 487-ФЗ). – М.: КонсультантПлюс, 2020.
2. Гаврилова, Т. В. Землеустройство: теория и практика. – М.: Издательство "Академия", 2019.
3. Кузнецов, В. А., Сидорова, Е. Н. Управление земельными ресурсами: проблемы и решения. – СПб.: Издательство "Наука", 2021.
4. Михайлов, И. В. Геоинформационные системы в землеустройстве. – М.: Издательство "Геоцентр", 2022.
5. Петров, А. С. Аграрная реформа в России: история и современность. – М.: Издательство "Экономика", 2020.
6. Рябов, С. П., Федоров, Д. А. Земельные отношения в России: современное состояние и перспективы. – Новосибирск: Издательство "Сибирское университетское издательство", 2021.
7. Шевченко, Н. В. Экологические аспекты землеустройства. – М.: Издательство "Экология", 2018.

УДК 332.3

## **ПРОВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ С ЦЕЛЬЮ ВЫДЕЛЕНИЯ ДОЛИ ДЛЯ СДАЧИ В АРЕНДУ**

***Коростелева Анна Олеговна**, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mashaanya2013@mail.ru*

***Родионова Татьяна Сергеевна**, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, rodionovatania555@gmail.com*

***Бегичева Евгения Евгеньевна**, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, begicheva.evgenya24@gmail.com*

***Научный руководитель – Безбородов Юрий Германович**, д.т.н., доцент, профессор, и.о. заведующего кафедрой землеустройства и лесоводства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, izezborodov@rgau-msha.ru*

***Аннотация.** Проведение землеустроительных работ с целью выделения доли для сдачи в аренду является важным этапом оптимизации земельных ресурсов. В процессе выполнения работ были использованы современные приборы и методы, что позволило значительно повысить точность и эффективность кадастровых измерений. Практическая значимость данных работ заключается в создании условий для увеличения доходов от аренды и оптимизации использования земельного фонда, что, в свою очередь, обеспечивает положительный экономический эффект для хозяйствующих субъектов и местного бюджета.*

***Ключевые слова:** землеустройство, аренда, выдел доли, земельный участок*

## **CARRYING OUT LAND MANAGEMENT WORKS IN ORDER TO ALLOCATE A SHARE FOR LEASING**

***Korosteleva Anna Olegovna**, 4th year undergraduate student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, mashaanya2013@mail.ru*

***Rodionova Tatyana Sergeevna**, 4th year undergraduate student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, rodionovatania555@gmail.com*

***Begicheva Evgenia Evgenievna**, 4th year undergraduate student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N.*

*Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, begicheva.evgenya24@gmail.com*

*Scientific supervisor – Bezborodov Yuri Germanovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor, Acting Head of the Department of Land Management and Forestry, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ubezborodov@rgau-msha.ru*

***Annotation.** Carrying out land management works in order to allocate a share for leasing is an important stage in optimizing land resources. In the course of the work, modern instruments and methods were used, which significantly improved the accuracy and efficiency of cadastral measurements. The practical significance of these works lies in creating conditions for increasing rental income and optimizing the use of the land fund, which, in turn, provides a positive economic effect for business entities and the local budget.*

***Key words:** land management, lease, allocation of shares, land plot*

### **Введение**

Землеустройство – это комплекс мероприятий, направленных на организованное и рациональное использование земельных ресурсов. В условиях современных экономических реалий эффективность использования земельных ресурсов приобретает особое значение. Одной из ключевых задач землеустройства является выделение доли земли для сдачи в аренду. Это предоставляет возможности не только для развития бизнеса, но и для улучшения экономической ситуации в регионе в целом.

### **Обсуждение**

Землеустройство – это система мероприятий, направленных на упорядочение, рациональное использование и охрану земельных ресурсов. Оно охватывает различные аспекты, включая проектирование, планировку, исследование и управление земельными ресурсами. Землеустройство учитывает как юридические, так и экономические аспекты использования земельных объектов [1].

Землеустройство имеет важное значение для устойчивого развития территорий. Оно способствует эффективному использованию земель, предотвращает их деградацию и сохраняет природные ресурсы. В условиях растущей урбанизации и экономической глобализации необходимо внедрение грамотных методов землеустройства, чтобы обеспечить сбалансированное развитие. В большинстве стран существуют четкие законодательные рамки, регламентирующие процесс землеустройства. В России это закон «О землеустройстве», который определяет порядок выполнения землеустроительных работ, права и обязанности сторон, а также ответственность за нарушения закона [1].

Нормативные акты играют важную роль в процессе землеустроительных работ. Они устанавливают требования к проектированию, проведению

кадастровых работ и оформлению прав на землю. Основные документы включают Градостроительный кодекс, Земельный кодекс и различные государственные стандарты.

Перед началом землеустроительных работ необходимо выполнить комплекс предварительных мероприятий. Это включает в себя исследование земельного участка, сбор необходимых документов и анализ целевого назначения земель [9].

Следующий этап — это сбор и обработка исходной информации. На этапе происходит сбор информации о земельном участке. Это может включать в себя кадастровые данные, данные о качестве почвы, наличии коммуникаций и других факторов, влияющих на использование земли [9].

Разработка проекта землеустройства — один из ключевых этапов. Проект должен включать планировку выделяемой доли земли, её функциональное назначение и схемы границ. На этом этапе также происходит оценка воздействия на окружающую среду [9].

После разработки проект необходимо согласовать с местными органами власти и другими заинтересованными сторонами. Это критически важный этап, так как недостаток согласований может привести к конфликтам и правовым спорам [9].

Финальным этапом является оформление договора аренды. Договор должен содержать условия аренды, размер арендной платы, ответственность сторон и другие важные аспекты. Регистрация договора в установленном порядке обеспечивает правовую защиту интересов сторон [9].

Геоинформационные системы (ГИС) действуют как инструменты для анализа пространственных данных. Они позволяют визуализировать данные о земельных участках, что облегчает процесс планирования и проектирования. ГИС активно используются для выделения земельных долей и анализа их потенциальной стоимости [6].

Современные кадастровые технологии обеспечивают точную и быструю обработку данных о земельных участках. Это включает в себя использование высокоточных GPS-устройств и автоматизированных систем управления кадастром [6].

Сдача в аренду земельных долей может стать важным источником дохода для собственников. Эффективное использование земельных ресурсов способствует развитию бизнеса и созданию новых рабочих мест.

Выделение земельных долей для аренды влияет на рынок недвижимости в регионе. Это приводит к увеличению предложения и снижению цен на аренду, что, в свою очередь, стимулирует экономическую активность.

Часто возникают ситуации, когда интересы собственника земли конфликтуют с интересами местного населения и бизнеса. Это может привести к правовым спорам и задержкам в процессе землеустройства.

Недостаток информации о земельных участках может создать значительные препятствия в проводимых землеустроительных работах. Это особенно актуально для участков с неопределённым статусом или собственности.

В настоящее время сложилась устойчивая тенденция к цифровизации процессов землеустройства. Использование новых технологий, таких как блокчейн для регистрации прав собственности, может значительно улучшить процесс управления земельными ресурсами [5].

Будущее землеустройства должно учитывать принципы устойчивого развития, что связано с охраной окружающей среды и рациональным использованием ресурсов. Устойчивое землеустройство станет основой для создания комфортной среды [10].

### **Заключение**

Проведение землеустроительных работ с целью выделения доли для сдачи в аренду — это важный процесс, который требует серьезного подхода и внимательного выполнения всех шагов. Осознанное и рациональное использование земельных ресурсов не только дает возможность получения экономической выгоды, но и способствует развитию устойчивых земельных отношений и улучшению качества жизни на территориях.

В свете современных вызовов необходимо учитывать юридические, экономические и экологические аспекты, чтобы обеспечить устойчивое развитие и гармоничное взаимодействие между интересами владельцев земли, арендаторов и общества в целом.

Работа в этой сфере нуждается в постоянном мониторинге и совершенствовании методов, чтобы быть способной адаптироваться к быстро меняющимся условиям и требованиям времени.

### **Библиографический список**

1. Земельный кодекс Российской Федерации (Кодекс от 25.10.2001 N 136-ФЗ).
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации (Кодекс от 29.12.2004 N 190-ФЗ).
3. Стороженко, В. И. Землеустройство: учебное пособие. – М.: Издательство «ГЕОС», 2020. – 352 с.
4. Киселев, А. В., Ревякин, А. И. Правовые основы землеустройства в Российской Федерации. – М.: Издательство «Юрайт», 2019. – 240 с.
5. Безбородов, Ю. Г. Наполнение кадастра недвижимости сведениями о границах объектов недвижимости путём проведения комплексных кадастровых работ / Ю. Г. Безбородов, И. А. Чиркин, К. С. Семенова // Цифровизация землепользования и землеустройства: тенденции и перспективы : Материалы IV международной научно-практической конференции, Москва, 14 ноября 2024 года. – Москва: Государственный университет по землеустройству, 2024. – С. 12-17.
6. Блувштейн, В. Б. Геоинформационные системы в землеустройстве. – М.: Издательство «Лань», 2018. – 320 с.
7. Гвоздев, С. Н., Кузнецова, Е. А. Основы земельного права в Российской Федерации. – М.: Издательство «Статут», 2021. – 280 с.
8. Бондаренко, С. А. Экономика земельных ресурсов: учебное пособие. – М.: Издательство «Наука», 2020. – 320 с.

9. Безбородов, Ю. Г. Государственное регулирование оборота земель сельскохозяйственного назначения / Ю. Г. Безбородов, А. Г. Безбородов. – Москва : ООО "НИПКЦ Восход-А", 2017. – 128 с.

10. Безбородов, Ю. Г. Актуализация кадастра недвижимости при проведении комплексных кадастровых работ / Ю. Г. Безбородов, И. А. Чиркин, К. С. Семенова // Современные тенденции развития экономики, политики и права : Материалы XXVIII Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 15 ноября 2023 года. – Рязань: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Концепция", 2023. – С. 17-21.

УДК 528.4

## **ВОВЛЕЧЕНИЕ В ОБОРОТ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В КОЛОМЕНСКОМ РАЙОНЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Ласицкая Ева Григорьевна, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, eva.lasitskaya@yandex.ru*

*Беденко Алексей Евгеньевич, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, timbothdoom@gmail.com*

*Ильяс Айдын, студент 2 курса бакалавриата Южно-Казахстанского университета имени М. Ауэзова, iliyas.aidyn@mail.ru*

*Научный руководитель – Безбородов Юрий Германович, д.т.н., доцент, профессор, и.о. заведующего кафедрой землеустройства и лесоводства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, ubezborodov@rgau-msha.ru*

*Аннотация. Проведено обследование участка АО «Северка» в пойме реки Северка, разработан землеустроительный проект по вовлечению в оборот мелиорируемых земель.*

*Ключевые слова: землеустройство, мелиорация, сельское хозяйство*

## **INVOLVEMENT IN THE TURNOVER OF RECLAIMED LANDS IN THE KOLOMENSKIY DISTRICT OF THE MOSCOW REGION**

*Lasitskaya Eva Grigoryevna, 4th year undergraduate student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, eva.lasitskaya@yandex.ru*

*Bedenko Aleksey Evgenyevich, 4th year undergraduate student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, timbothdoom@gmail.com*

*Ilyas Aydin, 2th year undergraduate student at the M. Auezov South Kazakhstan University, iliyas.aidyn@mail.ru*

*Scientific supervisor – Bezborodov Yuri Germanovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor, Acting Head of the Department of Land Management and Forestry, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ubezborodov@rgau-msha.ru*

*Annotation. A survey of the Severka JSC site in the floodplain of the Severka River was conducted. A land management project was developed to involve reclaimed land in turnover.*

*Key words: land use planning, land reclamation, agriculture*

**Введение.** Землеустройство — это система правовых, экономических и инженерно-технических действий и мероприятий по устройству территории [1].

В Российской Федерации землеустройство включает в себя:

- изучение состояния земель;
- планирование и организацию рационального использования земель и их охраны;
- описание местоположения и (или) установление на местности границ объектов землеустройства;
- организацию рационального использования гражданами и юридическими лицами земельных участков для осуществления сельскохозяйственного производства [1].

**Цель** исследования – разработать землеустроительный проект по вовлечению в оборот мелиорируемых земель.

**Задачи:**

1. Провести анализ территории на основе данных дистанционного зондирования;
2. Отрисовка границ участков;
3. Отрисовка объектов мелиоративной системы;
4. Разбивка полей и составление севооборотов.

**Материалы и методы.** Исследование включало обзор литературы, анализ данных дистанционного зондирования, изучение проектно-сметной документации мелиоративной системы, а также изучение спроса на конкретные с/х культуры в регионе. Были составлены атрибутивные таблицы и цифровые план-схемы объекта с использованием геоинформационных систем Google Earth Pro и Qgis.

**Результаты исследования.** Объект исследования – массив земельных участков общей площадью 951,31 га, расположенный в пойме реки Северка, вблизи села Шкинъ и деревни Борисово, в Коломенском районе Московской области (рисунок 1).

Рассматриваемый массив располагается в умеренном климатическом поясе. Среднегодовая сумма осадков составляет 602 мм, при этом минимум осадков наблюдается в марте — 32 мм, а максимум в июле — 68 мм.

Амплитуды высот рельефа к северу от реки 110-153 метра, а к югу от реки 106-134 метра. Такие перепады высот объясняются принадлежностью данной территории к пойме реки [2].

Главным гидрологическим объектом массива является река Северка. Течение быстрое по холмистой равнине, средний уклон — 0,446 м/км. Длина реки — 98 км, площадь водосборного бассейна — 1430 км<sup>2</sup>[2].

По данным Почвенной карты РСФСР 1:2 500 000 на большей части проектируемого массива почвы дерново-подзолистые преимущественно мелко- и неглубокоподзолистые.

Почвенная карта Московской области 1:300 000 (1989г) даёт нам более подробные сведения. А именно: карта говорит нам о том, что на проектируемой территории вблизи реки находятся аллювиальные луговые кислые почвы с частой сменой по глубине и площади пород различного механического состава с преобладанием суглинков и глин. При удалении от реки в южном направлении аллювиальные почвы сменяются смытыми и намытыми почвами, а также дерново-подзолистыми смытыми почвами, в северном – смытыми и намытыми почвами, и дерново-подзолистыми слабogleеватыми.

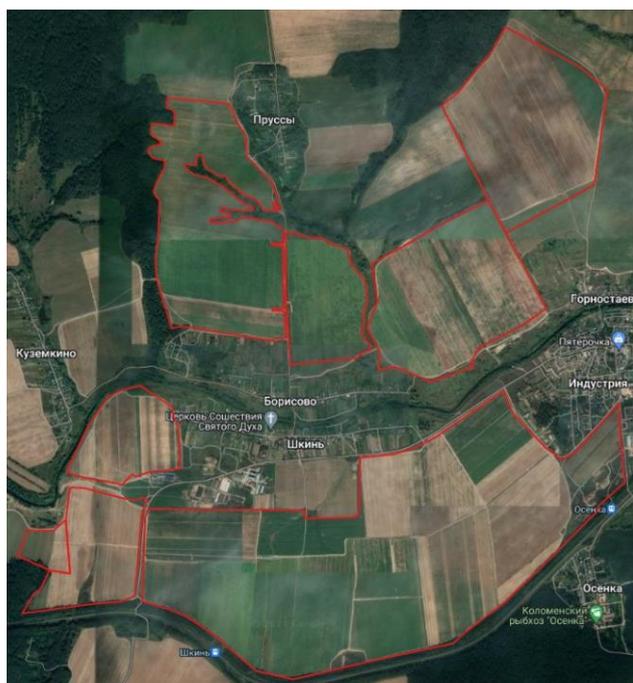


Рисунок 1 – Аэрокосмический снимок с нанесёнными границами объектов

На данном массиве имеется работоспособная оросительная мелиоративная система. В неё входят 3 насосные станции, сеть подземных трубопроводов, дождевальные машины кругового действия (7 шт.) и барабанного типа (2 шт.) (рисунок 2).



Рисунок 2 – Схема оросительной мелиоративной системы

Первым этапом очерчиваем границы земель, на которых не представляется возможным выращивать с/х культуру из-за особенностей ландшафта. На участках наблюдаются эрозионные формы рельефа, поэтому необходимо вести почвозащитные мероприятия на этих землях [3].

Далее, исходя из наличия мелиоративной системы и с учетом потребностей рынка в с/х продукции в данном регионе, разбиваем территорию на поля и составляем схемы севооборотов на 2025-2029 гг. (рисунок 3, таблица 1).



Рисунок 3 – План-схема мелиорируемых полей

Таблица 1

Схема севооборотов на 2025-2029гг.

№ поля	2025	2026	2027	2028	2029
1	морковь	зерновые	картофель	сидераты	картофель
2	картофель	зерновые	сидераты	сидераты	картофель
3	сидераты	картофель	картофель	картофель	зерновые
4	свекла	зерновые	сидераты	картофель	морковь
5	свекла	картофель	морковь	картофель	зерновые
6	зерновые	свекла	картофель	морковь	картофель
7	зерновые	сидераты	картофель	сидераты	картофель
8	картофель	сидераты	картофель	картофель	зерновые
9	зерновые	картофель	картофель	картофель	морковь
10	картофель	зерновые	картофель	сидераты	свекла
11	картофель	зерновые	картофель	свекла	картофель
12	зерновые	сидераты	морковь	картофель	картофель
13	зерновые	сидераты	свекла	картофель	картофель
14	зерновые	картофель	свекла	картофель	свекла
15	сидераты	зерновые	сидераты	сидераты	зерновые
16	свекла	картофель	картофель	свекла	зерновые

## Продолжение таблицы 1

17	зерновые	морковь	картофель	свекла	картофель
18	картофель	морковь	свекла	сидераты	сидераты
19	картофель	свекла	морковь	сидераты	сидераты
20	картофель	свекла	свекла	морковь	зерновые

**Выводы.** В результате данного исследования составлен землеустроительный проект, благодаря которому АО «Северка» имеет возможность рационально использовать мелиорируемые земли и осуществлять производство сельскохозяйственной продукции.

Также на основе имеющихся данных есть возможность составить проект мелиорации, который позволит наиболее эффективно использовать мелиоративную систему и водные ресурсы.

### Библиографический список

1. Позднякова Е., Боголюбов С. Земельное право. Практикум. Учебное пособие для СПО. – Litres, 2020.
2. Брыль, С. В. Методические рекомендации по применению методов дистанционного мониторинга на гидромелиоративных системах / С. В. Брыль, М. С. Зверьков. – Коломна: Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», 2020. – 60 с. – ISBN 978-5-6045282-3-5. – EDN PZNDZS.
3. ГОСТ Р 70611-2022 НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ Методика оценки дистанционными методами технического и экологического состояния

УДК 332.3

**ПРОЕКТ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ  
ЗЕМЕЛЬНОГО МАССИВА РАЙОНА ЮЖНОЕ БУТОВО, ГОРОДА  
МОСКВЫ**

***Рыжова Надежда Александровна**, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, nadezhda\_nsdezhda\_03@mail.ru*

***Перепичаев Артем Александрович**, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, perepichaev23@mail.ru*

***Новосёлова Валерия Витальевна**, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, lera.novoselova.034@mail.ru*

***Научный руководитель – Безбородов Юрий Германович**, д.т.н., доцент, профессор, и.о. заведующего кафедрой землеустройства и лесоводства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, ubezborodov@rgau-msha.ru*

***Аннотация:** Проект направлен на территориальное планирование района Южное Бутово, с целью повышения качества жизни его жителей и создания привлекательного общественного пространства. В работе будут описаны основные задачи, которые были поставлены в ходе создания проекта. Данный проект является важным шагом на пути преобразования района Южное Бутово в современное и удобное место для жизни, работы и отдыха.*

***Ключевые слова:** район Южное Бутово, территориальное планирование, земельный массив, город Москва*

**THE PROJECT OF TERRITORIAL PLANNING ON THE EXAMPLE OF  
THE LAND MASS OF THE YUZHNOYE BUTOVO DISTRICT, THE CITY  
OF MOSCOW**

***Ryzhova Nadezhda Alexandrovna**, 4th year undergraduate student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, nadezhda\_nsdezhda\_03@mail.ru*

***Perepichaev Artyom Alexandrovich**, 4th year undergraduate student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, perepichaev23@mail.ru*

***Novoselova Valeria Vitalievna**, 4th year undergraduate student at the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural*

**Scientific supervisor – Bezborodov Yuri Germanovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor, Acting Head of the Department of Land Management and Forestry, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ubezborodov@rgau-msha.ru**

**Annotation:** *The project is aimed at territorial planning of the Yuzhnoye Butovo district, in order to improve the quality of life of its residents and create an attractive public space. The paper will describe the main tasks that were set during the creation of the project. This project is an important step towards transforming the Yuzhnoye Butovo district into a modern and convenient place to live, work and relax.*

**Key words:** *Yuzhnoye Butovo district, territorial planning, land mass, the city of Moscow*

Территориальная планирование – это теория и практика наиболее рациональной организации территории размещения в её пределах производственных предприятий, коммуникаций и мест расселения с комплексным учётом его географических, экономических, архитектурно-строительных и инженерно-строительных форм и условий [3].

Район расположен к югу от Московской кольцевой автодороги. Отсутствие крупных промышленных предприятий, близость лесного массива (Бутовский лесопарк), а также обширные парки среди городской застройки способствуют сохранению благоприятной экологической обстановки [2].

Южное Бутово, как и вся Москва, находится в умеренно-континентальном климатическом поясе. Холодная, с морозными днями и снежными осадками. Средняя температура января около  $-7^{\circ}\text{C}$ , но может опускаться ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ . Снежный покров устойчив с конца ноября до начала марта. Средняя температура июля около  $+18^{\circ}\text{C}$ . Относительная влажность воздуха в среднем составляет около 70%. Среднегодовое количество осадков составляет около 650 мм. Большая часть осадков выпадает в летний период [2, 4].

Район расположен на территории Московской синеклизы, которая представляет собой огромную впадину в земной коре, заполненную осадочными породами. Район находится на Теплостанской возвышенности, самом высоком месте Москвы (абсолютные высоты до 260 м) [2].

#### **Анализ состояния территории района «Южное Бутово» города Москвы для реализации проекта**

1. Общая характеристика района: Район Южное Бутово – это один из районов города Москвы, расположенный в ЮЗАО. Площадь: около 14 кв. км. Население: около 200 000 человек [1, 2].

2. Основные направления развития: Жилая застройка: район активно развивается в этом направлении. Общественно-деловая зона: присутствует, но требует дальнейшего развития. Инфраструктура: развивается, но требует

модернизации и расширения.

3. Проблемы: Недостаток зеленой инфраструктуры: низкий уровень озеленения в некоторых районах. Дефицит парковочных мест: особенно остро стоит проблема вблизи жилой застройки. Пробки на дорогах: недостаток транспортных развязок и узкие дороги создают проблемы с транспортом. Недостаток социальных объектов: нехватка школ, детских садов и медицинских учреждений в некоторых районах.

4. Анализ основных элементов территории:

- *Геологические условия:* Рельеф: равнинный, с небольшим уклоном. Грунты: преимущественно песчаные и глинистые. Глубина промерзания грунтов: до 1,4 метра. Подземные воды: залегают на различной глубине, что может влиять на выбор типа фундамента и гидроизоляцию [2].

- *Инженерная инфраструктура:* Водоснабжение и канализация: в основном, централизованные системы. Электроснабжение: имеются подстанции и сети. Газоснабжение: в основном, централизованное. Теплоснабжение: в основном, централизованное. Связь: хорошее покрытие мобильной и интернет-связи. Транспорт: имеются автобусные маршруты, метро, а также развивается сеть велосипедных дорожек.

- *Социальная инфраструктура:* Образование: школы, детские сады, вузы. Здравоохранение: больницы, поликлиники. Торговля и услуги: магазины, рынки, торговые центры. Культура и досуг: театры, музеи, кинотеатры, парки.

Проанализировав основные аспекты района «Южное Бутово», был составлен план по территориальному планированию. Который будет исключает недостатки территории. Он включает в себя:

- Увеличение озеленения: создание новых парков, скверов, бульваров.
- Создание зеленых зон с ландшафтным дизайном: организация прогулочных зон, спортивных площадок, детских игровых площадок.
- Развитие транспортной инфраструктуры: строительство новых дорог, развязок, расширение существующих дорог, улучшение общественного транспорта.
- Увеличение количества парковочных мест: создание подземных паркингов, строительство многоярусных парковок.
- Развитие социальной инфраструктуры: строительство новых школ, детских садов, поликлиник, культурных центров.
- Развитие коммерческой недвижимости: создание новых торговых центров, офисных центров, гостиниц.

### **Оценка территории Южное Бутово.**

1. Анализ существующего землепользования:

- *Целевое назначение земель:* все участки территориальной зоны № 1 и отданы под строительство: многоэтажной застройки; под здания, обслуживающие жилую застройку; под хранение автотранспорта; под бытовое обслуживание; под строительство школьных и дошкольных учреждений и другие необходимые здания для бытового и социального использования. Участки территориальной зоны №2 отданы под строительство: магазины;

банковскую и страховую деятельность; улично-дорожную сеть; под благоустройство территории, а именно размещение декоративных, технических, планировочных, конструктивных устройств, элементов озеленения и другое.

- *Степень застройки:* плотность застройки в Южном Бутово относительно высокая. По данным на 2024 год, плотность населения района составляет 8266,93 чел/км<sup>2</sup> [2].

- *Инвентаризация земельных участков:* Участки, на которых будет производиться территориальное планирование ранее были использованы под промышленное производство, которое на данный момент стало неактуальным и не рентабельным. В связи с этим эти участки и были отданы под планирование и развитие данной территории.

- *Кадастровая информация:*

Целевое назначение земель, участки размещения промышленно-производственных объектов: объекты размещения промышленных предприятий (1.2.9); объекты размещения складских предприятий (1.2.9). Категория земель: земли населенных пунктов. Статус участка: ранее учтенный, то есть данные территории уже не используются под промышленный вид деятельности [1].

2. Оценка экологических условий:

- *Площадь зеленых зон:* совсем недавно в районе Южное Бутово был организован ландшафтного парка «Южное Бутово». Площадь парка составляет 142,5 гектара. Это показатель дает высокую экологическую оценку району

3. Оценка инженерно-геологических условий:

Геологические условия района Южное Бутово характеризуются наличием аллювиальных отложений надпойменной террасы, состоящих из песков и суглинков мощностью до 40 метров. Район подвержен процессам карста и оползней, особенно на южной окраине [2].

Глубина промерзания грунтов: В Москве глубина промерзания может достигать 1.4 метра. Это важно учитывать при выборе типа фундамента, чтобы избежать его деформации в зимний период.

4. Оценка транспортной доступности:

Транспортная доступность в районе Южное Бутово хорошая. Здесь есть станции метро «Улица Горчакова» и «Бунинская аллея», а также остановки наземного транспорта. Благодаря этому можно легко добраться до других районов Москвы и области.

5. Оценка социально-экономических условий:

- *Население:* по данным на 2024 год, численность населения района Южное Бутово — 211 116 человек [2].

- *Социальная инфраструктура:* в районе Южное Бутово развита хорошо. Практически все дворы благоустроены, в каждом есть детская площадка. Вблизи любого дома есть продуктовый магазин и парикмахерская. В районе построено несколько торговых центров. Старые скверы обновлены, появились новые пешеходные зоны.

- *Рынок недвижимости:* Цены на жильё в районе Южное Бутово зависят

от типа недвижимости (первичный или вторичный рынок) и местоположения. Средняя цена квадратного метра на первичном рынке составляет 128,8 тыс. рублей, а на вторичном — 118,2 тыс. рублей. Объем предложения на первичном рынке почти в два раза больше, чем на вторичном [2].

### **Заключение**

Проект территориального планирования района Южное Бутово г. Москвы, направленный на разработку концепции благоустройства с учетом особенностей района, представляет собой комплексный подход к решению актуальных задач развития территории. В ходе работы были проведены следующие действия:

Изучение природно-климатических характеристик района «Южное Бутово»: определены особенности рельефа, грунта, климатические условия, которые будут оказывать непосредственное влияние на выбор материалов и технологий благоустройства.

Анализ состояния территории: изучены особенности существующей инфраструктуры, степень озеленения, наличие пешеходных зон, транспортная доступность, а также социальная инфраструктура района.

Оценка территории: выделили целевое назначение территорий, их правовой статус, оценили инженерно-геологические условия.

В результате реализации проекта планируется:

- Создание зеленых зон с ландшафтным дизайном: новых парков, скверов, бульваров, спортивных площадок, детских игровых площадок.
- Развитие транспортной инфраструктуры: строительство новых дорог, развязок, расширение существующих дорог, улучшение общественного транспорта.
- Увеличение количества парковочных мест: создание подземных паркингов, строительство многоярусных парковок.
- Развитие социальной инфраструктуры: строительство новых школ, детских садов, поликлиник, культурных центров.
- Развитие коммерческой недвижимости: создание новых торговых центров, офисных центров, гостиниц.

### **Библиографический список**

1. Публичная кадастровая карта URL: <https://clck.ru/3EMuC9> (дата обращения: 20.10.24).
2. Район Южное Бутово // Википедия URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Южное\\_Бутово](https://ru.wikipedia.org/wiki/Южное_Бутово) (дата обращения: 20.10.24).
3. Стафийчук И.Д., Хисамов Р.Р., Безбородов Ю.Г. Территориальное планирование. - Часть первая изд. - М.: ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. - 124 с.
4. Южное Бутово, Москва, Россия Климат // Погода и климат URL: <https://weatherandclimate.com/russia/moscow/yuzhnoye-butovo> (дата обращения: 20.10.24).



## СЕКЦИЯ «УПРАВЛЕНИЕ ЛЕСНЫМИ РЕСУРСАМИ»

УДК 630.181

### ПРОЕКТ ПО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЮ В АРОМАСHEВСКОМ РАЙОНЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Артамонов Андрей Игоревич, студент 4 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, andrartamon2003@gmail.com*

*Научный руководитель – Таллер Евгений Борисович, к. с.-х.н., доцент, доцент кафедры экологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, etallereb@rgau-msha.ru*

*Аннотация. Осенью 2023 года был разработан проект по лесоразведению на землях сельскохозяйственного назначения в Аромашевском районе Тюменской области. В рамках лесоклиматической программы ПАО «СИБУР Холдинг» «Зелёная формула» в регионе присутствия было высажено 60 га леса.*

*Ключевые слова: лесоразведение, уход, лесоклиматическая программа, волонтерство, земли.*

### AFFORESTATION PROJECT IN THE AROMASHEVSKY DISTRICT OF THE TYUMEN REGION

*Artamonov Andrey Igorevich, 4th year undergraduate student of the A.N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, andrartamon2003@gmail.com*

*Scientific supervisor - Taller Evgeny Borisovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Ecology, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, etallereb@rgau-msha.ru*

*Annotation. In the autumn of 2023, the All-Russian public movement "Volunteers of the Forest" developed a project on afforestation on agricultural lands. Within the framework of the forest climatic program of PJSC SIBUR Holding "Green Formula", 60 hectares of forest were planted on the territory of the Aromashevsky forestry of the Tyumen region.*

*Key words: afforestation, care, forest-climatic program, volunteering, lands.*

Совместно с Всероссийским общественным движением «Волонтеры леса» был разработан проект по лесоразведению в Аромашевском районе Тюменской области в рамках лесоклиматической программы ПАО «СИБУР Холдинг» «Зелёная формула» [2].

Нами был выбран участок, площадью 60 га, в Западно-Сибирском подтаежно-лесостепном районе [1,4], относящийся к землям сельскохозяйственного назначения. Ранее эта земля использовалась под пашни, однако несколько десятилетий уже не используется по прямому назначению. Было проведено исследование участка, которое показало, что характеристики лесорастительных условий данной территории удовлетворяли утвержденным нормативным требованиям. Данная местность представлена равнинным рельефом, серой осолоделой, среднесуглинистой почвой, влажными гидрологическими условиями. Климат территории резко-континентальный. Средняя температура января составляет  $-15^{\circ}\text{C}$ . Самый теплый месяц года – июль, со средней температурой  $+19^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовое количество осадков около 480 мм.

На следующем этапе работ нами был составлен план участка (рис.1). Древесная порода для лесоразведения выбрана из местных лесообразующих древесных пород, которая соответствует целям лесоразведения, природно-климатическим и лесорастительным условиям лесного участка. Для посадки использовались сеянцы сосны обыкновенной, выкопанные в питомнике с открытой корневой системой, возрастом 2 года и диаметром корневой шейки не менее 2,5 мм. Данные показатели отвечали требованиям [3,5] при создании лесных культур сосны обыкновенной в Западно-Сибирском подтаежно-лесостепном лесном районе.

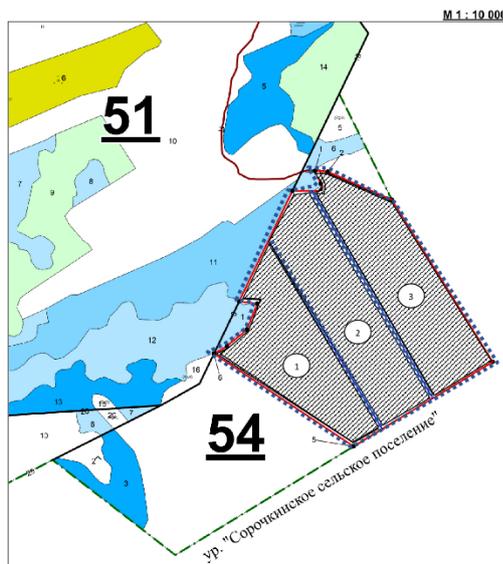
Всего планировалось высадить 300 тысяч саженцев сосны обыкновенной на площади 60 гектаров.

Осенью 2023 годы началась подготовка площадки: проделаны борозды и минерализированные полосы. Весной 2024 года была произведена посадка всего планируемого количества сеянцев сосны. В лесопосадке приняло участие 150 человек: жители села Аромашево, корпоративные волонтеры ПАО «СИБУР Холдинг», местные лесники.

В июле 2024 года проект успешно прошёл приёмку выполненных работ ГКУ ТО «Тюменское управление лесами» (рис.2).

Этим летом был проведён первый механизированный агроход трактором МТЗ-82 в агрегате с культиватором КЛБ-1,7 [6]. Была срезана сорная растительность и молодой подлесок широколиственных растений. Проводя предварительную оценку состояния, мы зафиксировали приживаемость лесных насаждений, она составила 95%. Средний прирост сеянцев сосны обыкновенной был в пределах 17 см. Такие показатели были получены благодаря своевременной подготовке площадки и раннему началу этапа посадки молодых деревьев.

Весной грядущего года будет проведена инвентаризация. Показания, полученные на данном этапе дадут более точное понимание о приживаемости растений и перспективах лесоразведения в Тюменской области.



Условные обозначения:

-  границы участка лесоразведения
-  поворотные точки границ участка лесоразведения
-  блоки, разделенных минерализованными полосами
-  номера блоков
-  минерализованные полосы по периметру участка лесоразведения

Рисунок 1 – План участка лесоразведения

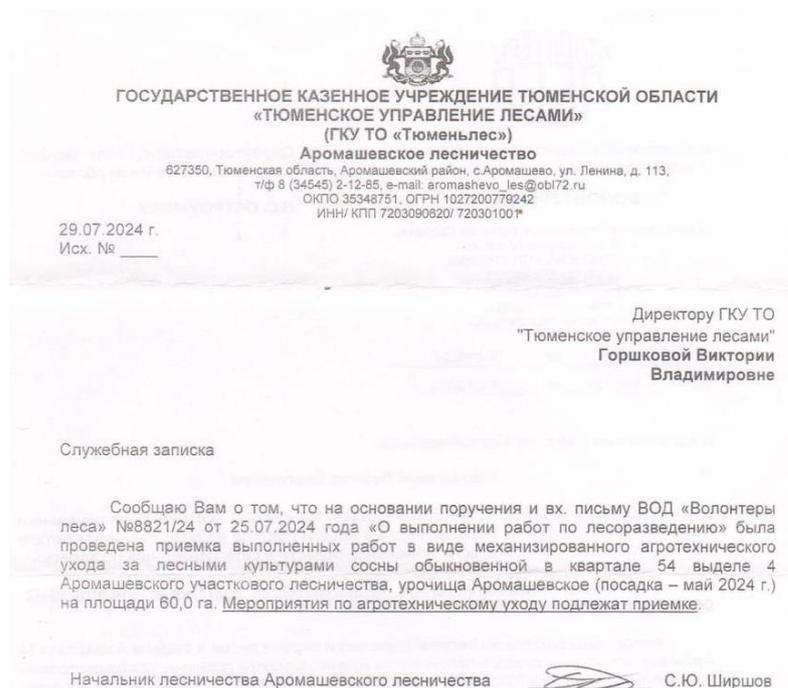


Рисунок 2 – Служебная записка ГКУ ТО «Тюменьлес» о приёмке работ

### Библиографический список

1. Алексеев, А. С. Системный анализ и моделирование в лесном деле : учебное пособие / А. С. Алексеев, Д. М. Черниховский, М. О. Гурьянов. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2017. — 104 с.

2. Белановский Ю. / Корпоративное и социальное волонтерство. Опыт брендов и мнения экспертов — М.: Омега-Л, 2017. — 320 с.
3. ГОСТ Р 56695-2015 Возобновляемые источники сырья. Лесные ресурсы. Термины и определения. Введен впервые 01.07.2016
4. Лесоклиматические проекты: глоссарий основных понятий, терминов и определений : учебное пособие / А. С. Алексеев, Д. М. Черниковский, Л. С. Ветров [и др.]. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2023. — 52 с.
5. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 58004-2017 "Лесовосстановление. Технические условия" (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 ноября 2017 г. N 1847-ст)
6. Приказ Минприроды РФ от 20.12.2021 N 978 Об утверждении Правил лесоразведения, формы, состава, порядка согласования проекта лесоразведения, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесоразведения (с изменениями на 21 августа 2023 года).

## СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЛЕСОВ В КАНАДЕ

*Верещагина Мария Алексеевна, студентка 2 курса магистратуры института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А. Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, ver.maria97@mail.ru*

*Научный руководитель - Лебедев Александр Вячеславович, д.с.-х.н., доцент, доцент кафедры землеустройства и лесоводства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, alebedev@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Рассмотрены особенности национальной инвентаризации лесов в Канаде, включая ее цель, сроки проведения и методику выполнения работ. Приведены некоторые статистические показатели, полученные по результатам НИЛ.

*Ключевые слова:* национальная инвентаризация лесов, статистическая выборка, стратификация, постоянные пробные площади, фотопробы.

## STATISTICAL FOREST INVENTORY IN CANADA

*Vereshchagina Mariia Alekseevna, 2nd year master's student of the Institute of Amelioration, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ver.maria97@mail.ru*

*Scientific supervisor - Lebedev Aleksandr Viacheslavovich, holder of an Advanced Doctorate in Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management and Forestry, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, alebedev@rgau-msha.ru*

*Annotation.* The features of the National Forest Inventory in Canada are considered, including its purpose, timelines, and methodologies for performing the work. Some statistical indicators obtained from the results of the NFI are provided.

*Key words:* national forest inventory, statistical sampling, stratification, permanent sample plots, photo plots.

Национальная инвентаризация лесов (НИЛ) Канады проводится с целью получения своевременной и достоверной оценки состояния лесов, а также для учета их динамики. Помимо определения основных таксационных показателей, НИЛ является основой для получения данных, характеризующих показатели устойчивого развития лесов, их продуктивности и биоразнообразия. Результаты проведения НИЛ входят в национальную отчетность, используются для

обоснования политики в сфере лесного хозяйства, а также для осуществления научной деятельности [1].

По состоянию на 2022 г., общий запас древесины на лесных землях Канады, согласно оценкам НИЛ, составлял 49,9 млрд куб. м (таблица 1) [4]. Запас древесины на покрытых лесом землях достигал 45,1 млрд куб. м, запас древесной биомассы – 29 867,8 млн т, из них на не покрытых лесом землях и естественных речинах – 128,7 млн т [1]. Общая площадь лесных земель Канады составляет 367,6 млн га.

Таблица 1

**Общий запас древесины по годам**

Год	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016
Общий объем, млн куб. м	54,555	54,524	54,050	52,292	51,648	51,167	51,095
Год	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Общий объем, млн куб. м	50,885	50,591	50,494	50,558	50,199	49,900	

Выполнение НИЛ в Канаде началось с 2008 г. после того, как была разработана новая система инвентаризации с едиными стандартами и требованиями к ее проведению. В основе этой системы используется выборочно-статистический метод учета лесов на постоянных пробных площадях (ППП), что позволяет регулярно осуществлять работы по обновлению данных и проводить мониторинг состояния лесов [2]. В настоящее время в Канаде проходит второй 10-летний цикл НИЛ, начавшийся в 2018 г. Предыдущий, был завершен в 2017 г.

Стратификация лесов проводится по экологическим зонам Канады. При этом плотность закладки ППП для каждой зоны отличается, что обусловлено необходимостью получить объем выборки, обеспечивающий надежность измеряемых параметров [1].

Площади лесных земель и ряд других параметров оценивают по фотопробам, а для измерения остальных показателей, таких как запас древесины и др., проводят наземные измерения на ППП. Фотопробы для измерений отбираются по материалам дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) и служат главным источником информации [1].

Для распределения фотопроб по территории страны была спроектирована сеть с размерами ячеек 20×20 км и 40×40 км. Сеть с более редким расположением фотопроб используется в северных регионах, где преобладают не покрытые лесом земли. Каждая фотопроба имеет размер 2×2 км и располагается в узлах сети [3]. ППП также закладываются в узлах сети – в центре фотопробы. В зависимости от измеряемых показателей, ППП имеют переменный радиус. Например, для измерения показателей крупномеров используется пробная площадь радиусом 11,28 м, для получения данных об

условиях местопроизрастания и измерения показателей деревьев и кустарников высотой от 2 до 10 м – 10,00 м, для описания живого напочвенного покрова – 5,64 м, для измерения параметров подроста, подлеска и пней – 3,99 м [1]. Полученные данные возможно применять для изучения биологического разнообразия флоры, выявления адвентивных видов древесного и травянистого компонентов [5-8].

Для ежегодной национальной отчетности полученные в ходе НИЛ результаты обобщаются по 25 основным показателям, характеризующим лесные земли [1]. Информацию о данных с ППП можно получить по запросу через специальный веб-сервис, при этом местоположение ППП не разглашается.

### Библиографический список

1. Анализ зарубежного опыта национальных инвентаризаций лесов: методы, выборка, результаты и международная статистика / Н. В. Малышева [и др.] // Лесохозяйственная информация. 2022. №2. С. 98–102.
2. Лысун Е. В., Выводцев Н. В. Сравнительный анализ подходов к получению данных о количественных и качественных характеристиках лесов в Российской Федерации и Канаде // Ученые заметки ТОГУ. 2017. Том 8. №2. С. 1–5.
3. Canada's National Forest Inventory. Estimation Procedures. Version 1.13 [Электронный ресурс]. URL: <https://nfi.nfis.org/en/estimation> (дата обращения: 01.11.2024).
4. Natural Resources Canada. The State of Canada's Forests: Annual Report 2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://natural-resources.canada.ca/our-natural-resources/forests/state-canadas-forests-report/16496> (дата обращения: 01.11.2024).
5. Ботанико-географический анализ флоры государственного заповедника «Кологривский лес» / А. В. Лебедев, И. Г. Криницын, В. В. Гостев, Д. Ю. Гостева // Тимирязевский биологический журнал. – 2024. – № 2. – С. 6-15. – DOI 10.26897/2949-4710-2024-2-2-6-15.
6. Лебедев, А. В. Адвентивный компонент флоры Лесной опытной дачи Тимирязевской академии / А. В. Лебедев, В. В. Гостев // Тимирязевский биологический журнал. – 2023. – № 1. – С. 8-14. – DOI 10.26897/2949-4710-2023-1-8-14.
7. Таксономический анализ флоры сосудистых растений Лесной опытной дачи Тимирязевской академии / Н. Н. Дубенок, А. В. Лебедев, Г. М. Миронова, В. В. Гостев // Природообустройство. – 2023. – № 1. – С. 108-114. – DOI 10.26897/1997-6011-2023-1-108-114.
8. Структура живого напочвенного покрова на ветровальных участках разной интенсивности / Д. Ю. Гостева, В. В. Гостев, А. В. Лебедев, И. Г. Криницын // Научные труды государственного природного заповедника "Кологривский лес" : сборник научных трудов. – Кологрив : Государственный природный заповедник "Кологривский лес" им. М.Г. Сеницына, 2023. – С. 59-65.



УДК 630.2\*528.7

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ПРИ ЛЕСОУСТРОЙСТВЕ И ВЕДЕНИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

*Ипатович Даниил Дмитриевич, студент 3 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, danya.ipatovich@mail.ru*

*Научный руководитель - Гостев Владимир Викторович, ассистент кафедры землеустройства и лесоводства ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, v.gostev@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Географические информационные системы позволяют решить множество задач в отрасли лесоустройства и ведении лесного хозяйства. В статье описаны географические информационные технологии, их функции и применение в отрасли лесоустройства и ведении лесного хозяйства.

*Ключевые слова:* лесоустройство, лесное хозяйство, географические информационные системы, топографирование, данные, анализ, моделирование.

## THE USE OF GIS IN FOREST MANAGEMENT AND FORESTRY MANAGEMENT

*Ipatovich Daniil Dmitrievich, 3rd year undergraduate student of the A.N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, danya.ipatovich@mail.ru*

*Scientific supervisor - Gostev Vladimir Viktorovich, assistant of the Department of Land Management and Forestry, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, v.gostev@rgau-msha.ru*

*Annotation.* Geographic information systems make it possible to solve many problems in the field of forest management and forestry management. The article describes geographical information technologies, their functions and application in the field of forest management and forestry management.

*Key words:* forest management, forestry, geographic information systems, topography, data, analysis, modeling.

Географическая информационная система (ГИС) – комплекс информационных систем, разработанный с учетом особенностей применяемых в геоинформатике методов, позволяющий автоматизировать сбор, обработку и распространение данных, решение различного уровня задач по моделированию, анализу и прогнозированию. Разработку первых ГИС начали в 1960-х годах в

целях получить технологию, предназначенную для автоматизации и улучшения процессов сбора информации об окружающей среде.

Главным отличием ГИС от остальных информационно-аналитических технологий является наличие пространственных данных и возможность их обработки. Информация о пространственных данных в цифровом формате является геоинформацией.

ГИС используют во многих отраслях: окружающая среда, вооруженные силы, сельское хозяйство, лесное хозяйство, бизнес, недвижимость, общественная безопасность.

С помощью ГИС решается ряд задач в лесоустройстве и ведении лесного хозяйства, таких как:

1. Анализ местности и топографирование. С помощью ГИС создаются подробные карты лесных насаждений, в том числе с информацией о лесной типологии, возрасте деревьев, состоянии экосистем, биологическом разнообразии.

2. Оценка состояния лесных экосистем. ГИС позволяют отмечать изменения в состояниях лесов, в том числе вырубки, болезни, распространение вредителей, последствия затоплений, пожаров и других катаклизмов.

3. Планирование лесозаготовок за счет оптимизации логистики. Как следствие – снижение затрат и негативного воздействия на окружающую среду.

4. Управление ресурсами. Применения ГИС позволяет учитывать природно-климатические условия, факторы состояния почвы и потребности населения.

5. ГИС используются для оценки воздействия различных видов хозяйственной деятельности на экосистемы, что позволяет принимать правильные решения.

6. Сбор и анализ данных о флоре и фауне, видовом и биологическом разнообразии в целях сохранения популяций.

7. Создание образовательных программ и материалов для обучения, информирования и повышения квалификации кадров.

8. Сокращение затрат труда, получение результата в кратчайшие сроки.

9. Повышение точности изучения лесных участков, что важно при проектировании хозяйственной деятельности.

10. Получение аналитических данных о лесном фонде за счет анализа спутниковых снимков, возможность углубленного всестороннего анализа состояния лесных ресурсов.

В сфере лесного хозяйства с помощью ГИС отслеживают вырубку лесов и проводят мониторинг и инвентаризацию лесных насаждений. В 2020 году Министерство природы и компания «Роскосмос» создали программу цифрового космического мониторинга, предназначенную для качественного контроля за использованием лесов, контроля экологии с помощью дистанционного исследования поверхности Земли из космоса.

Картографирование с помощью ГИС упрощено и усовершенствовано по сравнению с традиционными методами ручного или автоматического создания

карт. В качестве источников данных используются бумажные карты, съемка местности, спутниковые и аэрофотоснимки, дистанционное зондирование. Цифровые данные, полученные в результате обработки физических данных, становятся материалом для моделирования геопространства.

Применение геоинформационных систем позволяет получать сведения о количественном и качественном состоянии компонентов всех уровней лесного сообщества, видовом многообразии сосудистых растений, осуществлять мониторинг распространения вредителей и болезней [5-9].

Таким образом, использование ГИС в лесоустройстве и ведении лесного хозяйства способствует более эффективному управлению лесными ресурсами, охране окружающей среды и улучшению экономических показателей.

### **Библиографический список**

1. Гусева А. В. Геоинформационные системы // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № 5. – С. 50-55.
2. Кащенко Н. А., Попов Е. В., Чечин А. В. Геоинформационные системы. – 2012.
3. Креснов В. Г. Применение ГИС в лесоустройстве и лесном хозяйстве // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2005. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-gis-v-lesoustroystve-i-lesnom-hozyaystve> (дата обращения: 28.10.2024).
4. Цветков, В. Я. Геоинформационные системы / В. Я. Цветков. – Saarbrücken, Germany : LAP LAMBERT, 2014. – 245 с.
5. Структура живого напочвенного покрова на ветровальных участках разной интенсивности / Д. Ю. Гостева, В. В. Гостев, А. В. Лебедев, И. Г. Криницын // Научные труды государственного природного заповедника "Кологривский лес" : сборник научных трудов. – Кологрив : Государственный природный заповедник "Кологривский лес" им. М.Г. Сеницына, 2023. – С. 59-65.
6. Ботанико-географический анализ флоры государственного заповедника «Кологривский лес» / А. В. Лебедев, И. Г. Криницын, В. В. Гостев, Д. Ю. Гостева // Тимирязевский биологический журнал. – 2024. – № 2. – С. 6-15. – DOI 10.26897/2949-4710-2024-2-2-6-15.
7. Структура живого напочвенного покрова на ветровальных участках разной интенсивности / Д. Ю. Гостева, В. В. Гостев, А. В. Лебедев, И. Г. Криницын // Научные труды государственного природного заповедника "Кологривский лес" : сборник научных трудов. – Кологрив : Государственный природный заповедник "Кологривский лес" им. М.Г. Сеницына, 2023. – С. 59-65.
8. Лебедев, А. В. Адвентивный компонент флоры Лесной опытной дачи Тимирязевской академии / А. В. Лебедев, В. В. Гостев // Тимирязевский биологический журнал. – 2023. – № 1. – С. 8-14. – DOI 10.26897/2949-4710-2023-1-8-14.

9. Лебедев, А. В. Платформа INaturalist как база наблюдений сосудистых растений биосферного резервата «Кологривский лес» / А. В. Лебедев, В. В. Гостев // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы : материалы II Всероссийской (с международным участием) конференции, приуроченной к 15-летию создания заповедника «Кологривский лес», Кологрив, 28–29 октября 2021 года / Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственный природный заповедник "Кологривский лес" имени М.Г. Сеницына". – Кологрив: Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственный природный заповедник "Кологривский лес" имени М.Г. Сеницына", 2021. – С. 144-149.

УДК 631.363

## **КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ЦФА КАК ИНСТРУМЕНТ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРОГРАММ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ**

*Кулемина Татьяна Николаевна, студент 4 курса бакалавриата Факультета экономики и бизнеса Финансового университета при Правительстве РФ, kulemina2003@list.ru*

*Научный руководитель - Королева Людмила Павловна, к.э.н., доцент, доцент кафедры экономической безопасности и управления рисками, Финансового университета при Правительстве РФ, lpkoroleva@fa.ru*

*Аннотация.* В работе рассматриваются предпосылки и перспективы применения цифровых финансовых активов для финансирования программ по восстановлению лесных массивов. Полученные результаты можно использовать для дальнейшей разработки исследуемых финансовых инструментов и совершенствования программ по сохранению лесов.

*Ключевые слова:* лесные пожары, экологические риски, цифровые финансовые активы, катастрофические облигации, катастрофические ЦФА, финансовый инжиниринг.

## **CATASTROPHIC CFA AS A FINANCING TOOL FOR FOREST RESTORATION PROGRAMS**

*Kulemina Tatyana Nikolaevna, 4th year undergraduate student at the Faculty of Economics and Business of the Financial University under the Government of the Russian Federation, petrov@rgau-msha.ru*

*Koroleva Lyudmila Pavlovna, Ph.D. in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic Security and Risk Management, lpkoroleva@fa.ru*

*Annotation.* The paper examines the preconditions and potential for the use of digital financial instruments to finance forest rehabilitation programs. The findings may be applied to the further development of the studied financial instruments and enhancement of forest conservation initiatives.

*Key words:* forest fires, environmental risks, digital financial assets, catastrophic bonds, catastrophic CFAs, financial engineering.

Леса занимают практически две трети территории Российской Федерации, по данным 2023 г. – 759 млн га. Это природное богатство составляет не меньшую ценность, чем залежи полезных ископаемых. Однако,

лесное хозяйство развивается в условиях высоких рисков природных катаклизмов и негативного антропогенного воздействия (пожары, ветроломы, болезни, насекомые-вредители и пр.). Несмотря на все предпринимаемые меры практически каждый год ставятся новые антирекорды по потерям лесного фонда и суммам ущерба. Ежегодный ущерб от лесных пожаров, по оценке Федерального агентства лесного хозяйства, составляет около 20 млрд. рублей, при этом непосредственный ущерб от пожаров — примерно 35% от названной суммы, остальные 65% — это затраты на тушение огня, расчистку площадей, восстановление лесных массивов и другие расходы [7].

Площадь страны, покрытая лесом, постепенно увеличивается в основном за счет учёта дополнительных территорий (городских лесов и заросших сельхозугодий) [4]. Не отрицая позитивное влияние лесовосстановительных работ, приходится констатировать, что леса уничтожаются быстрее, чем успевают вырасти вновь посаженные массивы.

Значительная часть исследований, связанных с количественной и качественной характеристикой лесов отмечает неточность данных Государственного лесного реестра и наличие систематической погрешности, величину которой установить не удалось. По данным Рослесинфорга, проводящего государственную инвентаризацию лесов в рамках программы «Развитие лесного хозяйства», на начало 2024 г. процент завершения работ равен 15%, при этом полную картину о состоянии лесного фонда планируется получить к 2030 г [1].

Восстановление лесов после пожаров является одной из ключевых проблем современного лесного хозяйства страны. В соответствии с Федеральным проектом «Сохранение лесов» коэффициент отношения площади вырубленных и сгоревших лесов к восстановленным по итогам 2024 г. должен составлять 100%. По состоянию на январь 2024 г. на реализацию данного проекта из бюджета выделено около 55 931 млн. рублей [8]. Также средства на восстановление лесов поступают из благотворительных фондов, однако их явно недостаточно, и российский бюджет каждый год теряет около 20 млрд. рублей [5]. В таких условиях вопрос о развитии новых инструментов, помогающих хеджировать риски и привлекать дополнительное финансирование, является высоко актуальным.

Зарубежном уже давно функционируют облигации катастроф, которые представляют собой долговые инструменты, позволяющие компаниям получать дополнительный капитал при наступлении определённого случая. Данный тип облигаций может быть потенциально интересен инвесторам, поскольку ставка по ним выше традиционной, а природа этого инструмента делает его привлекательным для использования при диверсификации портфеля, поскольку корреляция между локальными катаклизмами и движением финансовых рынков отсутствует.

Анализ российского рынка облигаций и мнений экспертов показывает, что катастрофические облигации не вызывают особого интереса у отечественных инвесторов несмотря на то, что Банк России в 2022 г. активно призывал страховщиков рассмотреть возможность выпуска облигаций

катастроф [9].

Растущий интерес к цифровым финансовым активам позволяет начать говорить финансировании программ по восстановлению лесов после природных бедствий с новой стороны. Рынок ЦФА стремительно развивается. Наблюдается существенный рост выпусков ЦФА, и данный финансовый инструмент становится всё более привлекательным (рис. 1).

5 сентября 2024 г. в рамках форума «Цифровые финансы» заместитель председателя Банка России Филипп Габуния сообщил, что в России в ближайшее время могут появиться ЦФА, сходные по свойствам с облигациями катастроф [2]. Методологические предпосылки к такому формату ЦФА появился уже в сентябре 2024 г., когда состоялся первый выпуск «космических ЦФА» компанией СберСтрахование. В качестве базового актива которого выступил индекс цены погашения ЦФА на запуск космического аппарата (ракеты-носителя «Союз-2.1а») [6].

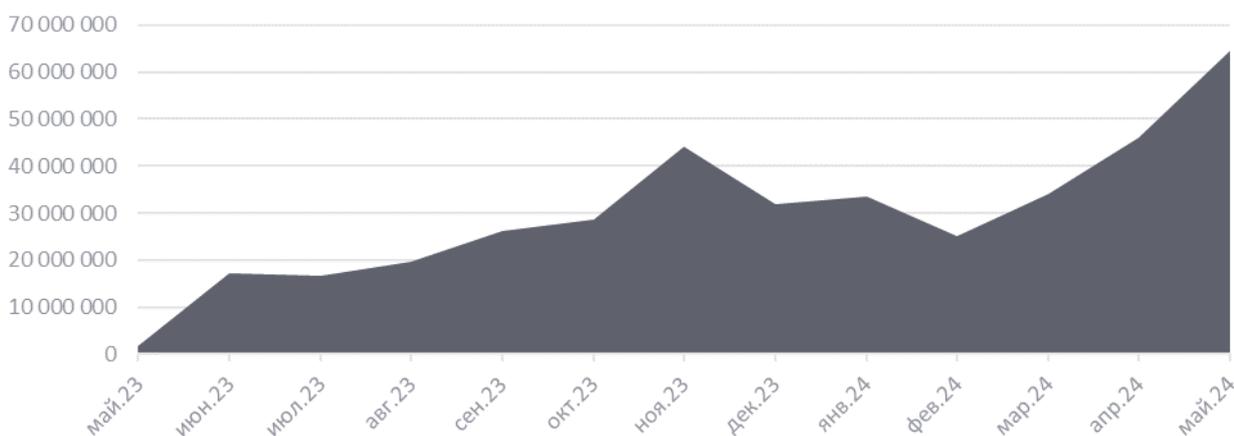


Рисунок 1 – Объем рынка цифровых финансовых активов в РФ, тыс. руб.

Механизм работы «космических» ЦФА от СберСтрахования обладает схожими свойствами с облигациями катастроф. Рассматриваются три сценария:

— успешный (запуск пройдет удачно) — инвесторы получают максимальную прибыль,

— частично успешный (аварийный или запуск со сбоями) — инвесторы потеряют около 96% от первоначальной стоимости ЦФА,

— отмена запуска (перенос запуска) — инвесторы получают незначительную прибыль (около 1 руб. на каждый ЦФА) [3].

Анализ данного механизма позволяет предложить следующую конструкцию цифрового финансового актива, направленного на финансирование программы по восстановлению лесного массива на определенном участке (рис.2).



**Рисунок 2 – Механизм реализации выплат по катастрофическим ЦФА**

Базовым активом для данного типа ЦФА могут стать нормализованный индекс гарей (NBR) или индекс отражения огрубевшим углеродом растительных тканей (PSRI).

С точки зрения скорости выпуска катастрофические ЦФА будут однозначно выигрывать по сравнению с облигациями катастроф. За счёт уменьшения количества посредников стоимость размещения цифровых финансовых активов оказывается значительно ниже по сравнению с альтернативными финансовыми инструментами. Так, например, при выпуске облигаций необходимо будет обратиться к услугам брокера и депозитария. ЦФА же требуют меньше транзакционных издержек за счёт цифрового формата.

Широкие возможности предоставляемые природой цифровых финансовых активов, позволят учитывать географические особенности расположения леса, состав и структуру древостоев, а также специфику программ восстановления на конкретных территориях.

Отсутствие развития программ страхования лесных массивов делает катастрофические облигации недоступными для выпуска заинтересованными организациями. В таких условиях создание цифровых финансовых активов, средства от реализации которых будут направлены на финансирование программ восстановления после пожаров является одним из наиболее привлекательных способов привлечения дополнительного финансирования в данную сферу.

Лесные пожары уже длительное время являются масштабной проблемой не только для лесного хозяйства, но и для экономики страны. Программы по расчистке лесов после пожаров и восстановлению зелёных насаждений требуют всё больше бюджетных средств.

Создание цифровых финансовых активов, базовым активом которых выступит лес или индексы, связанные с состоянием лесных массивов, позволит не только найти дополнительные средства на сохранение одного из основных богатств нашей страны, но и стимулирует дальнейшее развитие финансового рынка. Появление новых финансовых инструментов, связанных с лесами, потенциально может обеспечить расширение возможностей для

диверсификации портфелей финансовых вложений, поскольку природные катаклизмы не коррелируют с развитием финансового рынка.

### Библиографический список

1. Государственная инвентаризация лесов // Рослесинфорг [Электронный ресурс] URL: <https://roslesinforg.ru/services/gil/> (дата обращения: 30.10.2024)
2. В России появилась идея катастрофических ЦФА // Фанк Медиа [Электронный ресурс] URL: <https://roslesinforg.ru/services/gil/> (дата обращения: 30.10.2024)
3. Облигации: СК Сбербанк Страхование, 27sep2024, RUB (ЦФА) (2D55147D) // Cbonds [Электронный ресурс] URL: <https://cbonds.ru/bonds/1716871/> (дата обращения: 30.10.2024)
4. Площадь российских лесов за год увеличилась на 458,5 тыс. га // Ведомости [Электронный ресурс] URL: <https://www.vedomosti.ru/ecology/regulation/news/2023/06/06/978923-ploschad-rossiiskih-lesov-uvelichilas> (дата обращения: 30.10.2024)
5. Пожар: что дальше? // Лесозаготовка [Электронный ресурс] URL: [https://www.mnr.gov.ru/activity/np\\_ecology/federalnyu-proekt-sokhranenie-lesov/](https://www.mnr.gov.ru/activity/np_ecology/federalnyu-proekt-sokhranenie-lesov/) (дата обращения: 30.10.2024)
6. "Сбербанк Страхование" выпустит ЦФА для хеджирования рисков космических запусков // Интерфакс [Электронный ресурс] URL: <https://www.interfax.ru/world/989744> (дата обращения: 30.10.2024)
7. Статистика по лесным пожарам в России. Размер ущерба и "антирекорды" // Информационное агентство ТАСС [Электронный ресурс] URL: <https://tass.ru/info/14586659> (дата обращения: 30.10.2024)
8. Федеральный проект «Сохранение лесов» // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации [Электронный ресурс] URL: [https://www.mnr.gov.ru/activity/np\\_ecology/federalnyu-proekt-sokhranenie-lesov/](https://www.mnr.gov.ru/activity/np_ecology/federalnyu-proekt-sokhranenie-lesov/) (дата обращения: 30.10.2024)
9. ЦБ призвал поставщиков выпускать катастрофические бонды // РБК pro [Электронный ресурс]. URL <https://pro.rbc.ru/demo/62ab3fdb9a7947471eb8674f/> (дата обращения 17.10.2024)
10. Цифровые финансовые активы в России // Cbonds [Электронный ресурс]. URL <https://cbonds.ru/dfa/> (дата обращения 17.10.2024)

УДК: 630.181\*691.11

## НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА КЛЁН

*Литус Ольга Дмитриевна, студентка 1 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А. Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, petrovii@rgaumsha.rulitusolga547@gmail.com*

*Научный руководитель - Хамитов Ренат Салимович, д.с.-х.н., доцент, профессор кафедры землеустройства и лесоводства ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, r.hamitov@rgau-msha.ru*

*Аннотация:* Клен - одно из самых популярных деревьев в мире, которое обладает уникальными свойствами и используется для создания разнообразных предметов и изделий, а его древесина считается очень ценной и пользуется значительным спросом несмотря на то, что свойства ее сильно различаются в зависимости от вида.

*Ключевые слова:* клен, древесина, использование древесины клена, производство мебели.

## THE NATIONAL ECONOMIC SIGNIFICANCE OF THE WOOD OF REPRESENTATIVES OF THE MAPLE GENUS

*Litus Olga Dmitrievna, 1st year undergraduate student of the A. N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, petrovii@rgaumsha.rulitusolga547@gmail.com*

*Scientific supervisor-Renat Salimovich Khamitov, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Land Management and Forestry, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, r.hamitov@rgau-msha.ru*

*Annotation:* Maple is one of the most popular trees in the world, which has unique properties and is used to create a variety of objects and products, and its wood is considered very valuable and in high demand, despite the fact that its properties vary greatly depending on the species.

*Key words:* maple, wood, use of maple wood, furniture production.

Клён (лат. *Ácer*) – род древесных растений семейства Сапиндовые (*Sapindaceae*). Клён широко распространён в Европе, Азии и Северной Америке [1]. Большинство видов клёна представляют собой деревья 10—40 метров

высотой, но среди них встречаются и кустарники 5-10 метров высотой с рядом небольших веток, растущих от основания ствола. В основном листопадные растения, и только несколько видов из Южной Азии и Средиземноморья — вечнозелёные (Клён критский (лат. *Acer sempervirens*)).

На территории Российской Федерации известны около двадцати видов клёнов, среди которых широко распространены Клён остролистный (*Acer platanoides*) и Клен полевой (*Acer campéstre*) – два вида, растущие в европейской части нашей страны, а Клен Белый, Явор, также часто используемый в производстве, произрастает в центральной Европе и Юго-западной Азии.

Древесина, получаемая от деревьев рода Клен, считается очень ценной и пользуется значительным спросом несмотря на то, что свойства ее сильно различаются в зависимости от вида. Они относятся к безъядровым породам, так как заболонь и ядровая древесина клёна практически не отличаются по структуре и содержанию воды, поэтому слабо различимы визуально. Древесина явора или белого клена светлая, практически белая, с легкой желтизной. Остальные породы с красноватым или бурым оттенком и темнеют на воздухе. Годичные кольца ясно различимы, между кольцами имеются неравномерно расположенные поры и часто видны лучи в виде пятен или полос. Главный минус породы – очень сильная склонность к деформации и растрескиванию при усушке. Чтобы максимально сохранить заготовки, свежую древесину обычно подвергают предварительной атмосферной сушке до влажности 20-25% [2].

Основная область использования клена – производство мебели, где он считается благородным материалом. Эластичная и вязкая структура делает его достаточно легким в обработке, высокая твердость позволяет крепко держать крепежи и обеспечивает высокий срок службы кленовой мебели, а древесина отдельных видов обладает декоративной волнистой текстурой. Явор, благодаря своей износостойкости, отлично подходит для изготовления досок для пола, паркета и ступеней лестниц, а также для фанеры и деревянных скульптур. Из-за красивого внешнего вида клен иногда используют для клееного бруса в сочетании с более дешевыми породами. Также из этой породы изготавливаются прекрасные деки для струнных инструментов, так как он обладает высокими резонансными свойствами. Гибкость и пластичность делают клен доступным для резчиков по дереву. Кусочки не откалываются от поверхности древесины, что дает возможность мастеру качественно формировать изделие. Уникальной особенностью дерева является отсутствие сколов под любым углом и в любом направлении. Особым видом использования кленовой древесины является изготовление столешниц из одного куска дерева [3-4].

В высушенном виде древесина клёна очень устойчива, прежде всего при использовании её внутри помещений. Поверхность кленовой древесины хорошо обрабатывается, легко полируется, окрашивается и покрывается морилкой, также без проблем может покрываться лаком. Эту древесину можно раскалывать. При сушке древесина клёна склонна к изменению цвета, поэтому стволы рекомендуется после валки отрезать и хранить вертикально.

Клен дальневидный имеет самую темную древесину и кору, которая может быть черной. Особенностью является появление трещин по всей длине ствола у старых деревьев. Клен ложноплатановый произрастает на Западном Кавказе, отличается приличной высотой до 40 метров, цвет ствола пепельный. Клен гиннала – небольшое дерево, в диаметре 10 см, высота не достигает и 6 метров, весь ствол, как правило, покрыт трещинами, является декоративным видом для ландшафтного дизайна. Клен ясенелистный имеет зеленую кору, которая с годами становится коричневой и трескается по всей длине, также является декоративным деревом, древесина которого пригодна для небольших сувениров и декора. Клен сахарный – самый качественный вид, высота до 40 метров, диаметр до 50 см, отличается высокой прочностью, плотностью, имеет блестящую сердцевину.

### **Библиографический список**

1. Букштынов, А.Д. Клен. – М.: Лесн. пр-ть, 1982. – 86 с.
2. Алексеев Ю.Е. Деревья и кустарники / Ю.Е. Алексеев, П.Ю. Жмылев, Е.А. Карпухина. – М.: АБФ, 1997. – 589 с.
3. Галактионов И.И. Декоративная дендрология: учеб. пособ. / И.И. Галактионов, А.В. Ву, В.А. Осин. – М.: Высшая школа, 1967. – 319 с.
4. Древесные породы мира. В 3 т. Т. 2. Древесные породы СССР / [В.Г. Атрохин, К.К. Калущкий, Ф.Т. Тюриков]. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 262 с.

УДК 528.8\*630.5

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЕСНОГО ФОНДА**

*Максименкова Варвара Дмитриевна, студентка 3 курса, бакалавриата ИМВХС, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, varvara.maksimenkova@mail.ru*

*Научный руководитель - Гостев Владимир Викторович, ассистент кафедры землеустройства и лесоводства ИМВХС, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязев, v.gostev@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* В данной статье представлена информация о количественных и качественных показателях лесного фонда, выявляемых с помощью дистанционного зондирования. Также представлена информация о различных платформах дистанционного зондирования Земли и их преимуществах.

*Ключевые слова:* Дистанционное зондирование земли, лесной фонд, количественные показатели, качественные показатели, преимущества дистанционного зондирования.

## **FEATURES OF THE APPLICATION OF EARTH REMOTE SENSING DATA TO IDENTIFY QUANTITATIVE AND QUALITATIVE INDICATORS OF THE FOREST FUND**

*Maksimenkova Varvara Dmitrievna, 3rd year student, bachelor's degree program, IMVHS, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, varvara.maksimenkova@mail.ru*

*Scientific supervisor - Gostev Vladimir Viktorovich, assistant of the department of land management and forestry, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, v.gostev@rgau-msha.ru*

*Annotation.* This article presents information on the quantitative and qualitative indicators of the forest fund, identified using remote sensing. It also provides information on various platforms for remote sensing of the Earth and their advantages.

*Key words:* Remote sensing of the earth, forest fund, quantitative indicators, qualitative indicators, advantages of remote sensing.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) — инструмент для изучения и мониторинга лесных ресурсов. С помощью спутниковых и аэрофотосъемки

получают информацию о количественных и качественных характеристиках лесов, которые, в свою очередь, позволяют эффективно управлять лесным фондом и обеспечивать его устойчивое развитие.

Для управления землями лесного фонда нужно учитывать данные об объёме древесины, площади лесного участка и его таксационное описание. Лесной фонд характеризуется системой количественных и качественных показателей [1].

Количественные показатели включают в себя определения площади лесных массивов, включая различные типы лесов, что позволяет отслеживать динамику их изменения во времени. Объём древесины определяется с помощью методов спектрального анализа и машинного обучения, основанных на данных ДЗЗ. Высоты деревьев определяется методом стереоскопического анализа и LiDAR-сканирования. Плотность древостоя можно определить из анализа растительности на изображениях ДЗЗ [2].

К качественным показателям относят возраст леса, определяемый из анализа годичных колец деревьев на основе снимков ДЗЗ. Спектральные характеристики древесной растительности позволяют идентифицировать типы лесов, включая хвойные, лиственные, смешанные и др. Временные характеристики растительности на изображениях ДЗЗ позволяет выявить признаки болезней, вредителей, пожаров, и другие факторов, влияющие на здоровье лесов. Также к качественным показателем относятся структура леса и мониторинг растительного покрова, невозможный без проведения географической привязки [3, 6-10].

Для дистанционного зондирования используются различные платформы: спутниковые системы, самолёты, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и удалённые наземные приборы съёмки. В практике применяются сенсоры, работающие в оптическом, инфракрасном и радарном спектрах электромагнитных волн.

Из снимков необходимая информация извлекается посредством их дешифрирования, фотограмметрической, фотометрической и компьютерной (автоматизированной, цифровой) обработки [4].

Преимуществами дистанционного зондирования Земли является широкий охват: ДЗЗ позволяет изучать большие территории, недоступные для традиционных методов. Спутники и самолёты могут сканировать целые регионы и даже континенты, предоставляя глобальную картину изучаемых объектов.

Периодичность: ДЗЗ обеспечивает регулярный сбор данных, позволяя отслеживать изменения во времени. Это важно для изучения динамических процессов.

Экономичность: ДЗЗ является относительно недорогим методом мониторинга по сравнению с традиционными наземными методами.

Безопасность: применение ДЗЗ исключает необходимость проведения опасных полевых работ в труднопроходимой местности [5].

Использование дистанционного зондирования позволяет оперативно получать информацию о количественных и качественных показателях лесного

фонда.

Для совершенствования учёта земель лесного фонда нужно учитывать наибольшее количество получаемых данных. При ведении лесного хозяйства нужна информация не только о количественных и качественных показателях, но и внешних факторах, влияющих на лесное сообщество.

### Библиографический список

1. Дистанционное зондирование для мониторинга лесов / Под редакцией У. А. Саласа, Л. А. Виерлинга, М. К. Хансена, М. С. Пекхэма. — Springer, 2011. — 333 с.

2. Спутниковый мониторинг лесов России / Под ред. В. Н. Соколова. — М.: Наука, 2002. — 208 с.

3. Барталев С.А., Егоров В.А., Жарко В.О., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А., Шабанов Н.В. Спутниковое картографирование растительного покрова России. - М.: ИКИ РАН, 2016. - С. 208.

4. Токарева О. С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли : учеб.пособие. - Томск: Издательство ТПУ, 2010. - 148 с.

5. Жирин В.М., Лукина Н.В. Развитие системы инвентаризации лесов в России // Лесной вестник. - 2017. - Т. 21, № 2. С. 4-14.

6. Лебедев, А. В. Платформа INaturalist как база наблюдений сосудистых растений биосферного резервата «Кологривский лес» / А. В. Лебедев, В. В. Гостев // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы : материалы II Всероссийской (с международным участием) конференции, приуроченной к 15-летию создания заповедника «Кологривский лес», Кологрив, 28–29 октября 2021 года / Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственный природный заповедник "Кологривский лес" имени М.Г. Сеницына". – Кологрив: Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственный природный заповедник "Кологривский лес" имени М.Г. Сеницына", 2021. – С. 144-149.

7. Ботанико-географический анализ флоры государственного заповедника «Кологривский лес» / А. В. Лебедев, И. Г. Криницын, В. В. Гостев, Д. Ю. Гостева // Тимирязевский биологический журнал. – 2024. – № 2. – С. 6-15. – DOI 10.26897/2949-4710-2024-2-2-6-15

8. Структура живого напочвенного покрова на ветровальных участках разной интенсивности / Д. Ю. Гостева, В. В. Гостев, А. В. Лебедев, И. Г. Криницын // Научные труды государственного природного заповедника "Кологривский лес" : сборник научных трудов. – Кологрив : Государственный природный заповедник "Кологривский лес" им. М.Г. Сеницына, 2023. – С. 59-65.

9. Лебедев, А. В. Адвентивный компонент флоры Лесной опытной дачи Тимирязевской академии / А. В. Лебедев, В. В. Гостев // Тимирязевский биологический журнал. – 2023. – № 1. – С. 8-14. – DOI 10.26897/2949-4710-2023-1-8-14.

10. Таксономический анализ флоры сосудистых растений Лесной

опытной дачи Тимирязевской академии / Н. Н. Дубенок, А. В. Лебедев, Г. М. Миронова, В. В. Гостев // Природообустройство. – 2023. – № 1. – С. 108-114. – DOI 10.26897/1997-6011-2023-1-108-114.

УДК 630.23

## ОЦЕНКА ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

*Маливанова Александра Михайловна, студентка 3 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А. Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, almalivanova@gmail.com*

*Научный руководитель - Хамитов Ренат Салимович, д.с.-х.н., доцент, профессор кафедры землеустройства и лесоводства ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, r.hamitov@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Были приведены результаты лесовосстановления в Тверской области с 2019 до 2023 гг. А также рассмотрено выполнение лесовосстановительных мероприятий и их объём.

*Ключевые слова:* лесовосстановление, Тверская область, лесной участок, лесные культуры, лесное хозяйство.

## ASSESSMENT OF FOREST RESTORATION IN THE TERRITORY OF THE TVER REGION

*Malivanova Alexandra Mikhailovna, 3rd year undergraduate student Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, almalivanova@gmail.com*

*Scientific supervisor -Khamitov Renat Salimovich, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department land management and forestry, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, r.hamitov@rgau-msha.ru*

*Annotation.* The results of reforestation in the Tver region from 2019 to 2023 were presented. The implementation of reforestation measures and their volume are also considered.

*Key words:* reforestation, Tver region, forest area, area, project indicator.

Лесовосстановление является неотъемлемой частью лесного хозяйства. В Тверской области оно осуществляется как путем естественного, так и искусственного восстановления лесов.

Контроль за воспроизводством лесов осуществляется органами государственной власти, органами местного самоуправления в пределах их полномочий, определенных Лесным Кодексом РФ. На лесных участках,

предоставленных в аренду для заготовки древесины, лесовосстановление осуществляется арендаторами этих лесных участков. Главным элементом воспроизводства лесов является искусственное лесовосстановление, которое осуществляется путем создания лесных культур на вырубках и других не покрытых лесом землях. В Тверской области 60% от общего объема лесовосстановления проводится закладкой лесных культур. Объемы по воспроизводству лесов в Тверской области одни из самых больших по Центральному федеральному округу, а искусственное лесовосстановление является самым большим по своей площади в Центральном федеральном округе. Ежегодно лесовосстановительные мероприятия проводятся на площади более 13 тыс. га, в том числе арендаторами лесных участков выполняется порядка 80% от указанного объема работ. Искусственное лесовосстановление выполняется на площади более 7 тыс. га.

В 2019 году в Тверской области лесовосстановление проведено на площади 18 065,22 га (122% от плана), из которых искусственное восстановление составило 9 330,41 га (133% от плана). Работы выполнялись государственным учреждением «ЛПЦ – Тверьлес» и арендаторами, которые восстановили 16 465,58 га (91% от общего объема). Министерству лесного хозяйства выделено 124,27 млн руб. для увеличения площади лесовосстановления и оснащения техникой. Соотношение площади лесовосстановления к вырубленным насаждениям составило 60,5% (при плане 49,9%). Уход за лесными культурами выполнен на 48 891,66 га (158% от плана), включая агротехнический и лесоводственный уход. В 2019 году выращено 28 млн стандартного посадочного материала. В рамках акций «Всероссийский день посадки леса» и «Сохраним лес» создано 172,8 га лесных культур, высажено 511,3 тыс. сеянцев. Проведены мероприятия по очистке леса на площади 86,08 га и экологические уроки в учебных заведениях. В акциях участвовало 1954 человека [1].

В 2020 году мероприятия по лесовосстановлению в Тверской области выполнены на площади 19 477,9 га (130,7% от плана), включая искусственное восстановление на 10 035,66 га (141,3% от плана). Работы проводились государственным учреждением «ЛПЦ – Тверьлес» и арендаторами, которые восстановили 18 138,8 га (93% от общего объема). Уход за лесными культурами осуществлен на площади 51 345,2 га (160% от плана), включая агротехнический и лесоводственный уход. В 2020 году также проведен уход за молодняками на 18 296,7 га и посев семян на 13,8 га. Выращено 25 млн стандартного посадочного материала для весны 2021 года. На проект «Сохранение лесов» выделено 83,5 млн руб., что позволило достичь показателя 78,6% по отношению площади лесовосстановления к вырубленным насаждениям. В рамках акций «Сад Памяти» и «Сохраним лес» высажено 6,3 млн сеянцев на 1 612 га и 828 саженцев на 5,22 га соответственно. В 2021 году запланировано лесовосстановление на площади 15 000 га [1].

В 2021 году мероприятия по сохранению лесов проводились арендаторами и учреждением «Лесозащитный противопожарный центр – Тверьлес». Искусственное лесовосстановление, составляющее более 50%

общего объема, выполнено на 10 045,3 га при плане 7 200 га (139,5%). Естественное восстановление составило 8 467,27 га при плане 7 800 га (108,6%). Уход за лесными культурами проведен на 55 713,62 га при плане 32 200 га (173%). В питомниках посеяно 14,73 га семян хвойных пород, выращено 19 млн саженцев. В 2021 году было выделено 86 919,4 тыс. руб. на реализацию федерального проекта «Сохранение лесов», включая средства на увеличение площади лесовосстановления и оснащение техникой. Основным показателем проекта составил 92,7% (при плане 64,6%). Тверская область также участвует во всероссийских акциях по созданию зеленых насаждений. Весной 2021 года в рамках акции «Сад Памяти» высажено 3,7 млн сеянцев на площади 1 047,5 га с участием 1 200 человек [1].

В 2022 году мероприятия по сохранению лесов проводились арендаторами лесных участков и учреждением «Лесозащитный противопожарный центр – Тверьлес». Искусственное лесовосстановление выполнено на 9 910,7 га (135,8% от плана 7 300 га), естественное – на 9 419,94 га (109,5% от плана 8 600 га). Уход за лесными культурами проведен на 59 640,08 га, из них агротехнический – на 34 585,9 га. Уход за молодняками составил 19 099,34 га (105,5%). В лесных питомниках посеяно 20,01 га семян хвойных пород, выращено 29 609,52 тыс. шт. посадочного материала. Заготовлено 24,9 кг семян сосны обыкновенной. На реализацию федерального проекта «Сохранение лесов» выделено 17 781,6 тыс. руб., из которых 10 217,3 тыс. руб. направлено на увеличение площади лесовосстановления. Основным показателем проекта выполнен на 106,5% при плане 69,7%. Площадь земель для лесовосстановления увеличилась до 18 543,66 га, что на 3 521,66 га больше, чем в 2021 году [1].

В 2023 году мероприятия по сохранению лесов, включая лесовосстановление, проводились арендаторами лесных участков, государственным учреждением «Лесозащитный противопожарный центр – Тверьлес» и другими организациями. Искусственное лесовосстановление выполнено на 11439,85 га (120,42% от плана 9500 га), естественное – на 8071,07 га (107,6% от плана 7500 га). Уход за лесными культурами проведен на 63142,08 га, в том числе агротехнический – на 36454,71 га. В лесных питомниках посеяно 19,6 га семян хвойных пород, выращено 27622,235 тыс. шт. посадочного материала. Для обеспечения лесокультурного производства было заготовлено 44,7 кг семян сосны обыкновенной. Основным показателем проекта выполнен на 89,44% при плане 75,8%. Отнесено к землям для лесовосстановления 17633,02 га, из них 16225,61 га – хозяйственно-ценные породы [1].

### **Библиографический список**

1. Отчёт по воспроизводству лесов [электронный ресурс] // Министерство лесного комплекса Тверской области. 2023. URL: <https://xn--e1afjcg0a.xn--80aaccpr4ajwprkgbl4lpb.xn--p1ai/> (дата обращения: 30.10.2024).

УДК: 630.181\*691.11

## НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ НЕ ДРЕВЕСНОЙ ПРОДУКЦИИ КЛЁНА

*Маслова Анастасия Игоревна, студентка 1 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А. Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, petrovii@rgaumsha.rulitusolga547@gmail.com*

*Научный руководитель - Хамитов Ренат Салимович, д.с.-х.н., доцент, профессор кафедры землеустройства и лесоводства ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, r.hamitov@rgau-msha.ru*

*Аннотация:* Клен — это одно из самых известных и широко распространенных **деревьев** (семейства Сипиндовые (*Sapindaceae*)) на североевропейском континенте и в Северной Америке. Встречаются одноствольные (высота до 30–40 м), реже многоствольные (высота 5–10 м) виды. Его листья и семена привлекают внимание своими красивыми формами и цветами (Цветки большей частью желтовато-зелёные, собраны в щитки или кисти, обычно обоеполые, с крупным нектарным диском, цветут сразу после появления листьев или одновременно с их появлением, опыляются насекомыми. Плоды – двукрылатки; опадая, вращаются и относятся на значительные расстояния.), в то время как древесина клена ценится за свою прочность и эстетику. Однако не древесные продукты, которые можно получить из клена, также имеют большое значение как для экологии, так и для человека в целом.

*Ключевые слова:* клен, сок клена, использование сока клена, производство сиропа, косметики, лекарств.

## THE NATIONAL ECONOMIC IMPORTANCE OF NON-WOOD MAPLE PRODUCTS

*Anastasia Igorevna Maslova, 1st year undergraduate student of the A. N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, petrovii@rgaumsha.rulitusolga547@gmail.com*

*Scientific supervisor-Renat Salimovich Khamitov, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Land Management and Forestry, K. A. Timiryazev Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education - Moscow State Agricultural Academy, r.hamitov@rgau-msha.ru*

*Annotation:* Maple is one of the most famous and widespread trees (*Sapindaceae* family) on the Northern European continent and in North America.

*There are bottom-barrelled (height up to 30-40 m), less often multi-barrelled (height 5-10 m) species. Its leaves and seeds attract attention with their beautiful shapes and flowers (The flowers are mostly yellowish-green, collected in shields or brushes, usually bisexual, with a large nectar disk, bloom immediately after the appearance of the leaves or simultaneously with their appearance, pollinated by insects. The fruits are diptera; falling off, they rotate and relate to a considerable distance.), while maple wood is appreciated for its strength and aesthetics. However, non-wood products that can be obtained from maple are also of great importance both for the environment and for humans as a whole.*

**Key words:** *maple, maple juice, use of maple juice, production of syrup, cosmetics, medicines.*

Клён (лат. *Ácer*) – род древесных растений семейства Сапиндовые (*Sapindaceae*). Клён широко распространён в Европе, Азии и Северной Америке [1].

Это одно из самых известных и широко распространенных деревьев на североамериканском континенте и в Северной Америке. Встречаются одноствольные (высота до 30–40 м), реже многоствольные (высота 5–10 м) виды. Его листья и семена привлекают внимание своими красивыми формами и **цветами**, в то время как древесина клена ценится за свою прочность и эстетику. Однако не древесные продукты, которые можно получить из клена, также имеют большое значение как для экологии, так и для человека в целом [2].

Что из себя представляет не древесная продукция клена? Она включает в себя различные продукты, которые можно получить от этого дерева, не используя его древесины. Это могут быть соки, листья, цветы, семена и корни. Кленовый сироп, производимый из сока клена, является одним из наиболее известных не древесных продуктов. Сок клена собирается весной и перерабатывается в сироп, который используется в кулинарии. Эти продукты могут быть использованы в различных отраслях, включая кулинарию, медицину, садоводство и декоративное искусство.

Экологическая роль: Кленовые деревья играют важную роль в экосистемах, предоставляя убежище и пищу для множества видов животных. Листья и семена имеют высокую питательную ценность и способствуют биоразнообразию.

### **Историческое развитие**

Исторически клены использовались в различных культурах для получения пищи и медикаментов. Сок клена стал популярным среди североамериканских коренных народов, которые использовали его как источник питания, а позже этот продукт завоевал популярность и среди европейских поселенцев. Промышленное производство кленового сиропа началось в 19 веке и с тех пор значительно возросло.

### **Текущее состояние**

Сегодня продукция из клена имеет важное значение на рынке не

древесных лесных ресурсов. Кленовый сироп является основным экспортным продуктом Канады, которая производит более 70% мирового объема. Спрос на органические и натуральные продукты также способствовал росту интереса к кленовым продуктам. Однако, несмотря на это, стоит отметить, что данный рынок сталкивается с рядом вызовов, таких как изменения климата, которые могут повлиять на объемы производства сока и доступные ресурсы.

Не древесная продукция клена имеет огромный потенциал и требует внимательного управления для обеспечения её устойчивости и эффективности в будущем.

Изучим подробно технологию сбора кленового сока [3]. Сбор кленового сока в России начинается весной, средней полосе сбор обычно начинается в конце марта — в начале **апреля** [4]. **Лучше** всего для сбора подходят деревья, вырабатывающие сок с наибольшим содержанием сахара. Больше всего сахаров (более 2%) содержится в Сахарном клене (Канадском который у нас не растет разве что специально завезенный) и Серебристом клене, они подходят лучше всего! Также подойдет красный клен, черный клен, ясенелистный клен, остролистный клен. Кленовый сок может быть разного цвета от бледно-желтого до прозрачного в зависимости от вида клена. Важно подчеркнуть и тот факт, что на количество сахара в кленовом соке влияет не только вида клена, но и условия его произрастания. **Клен**, растущий в повышенной влажности на обогащенной минеральными веществами почве, будет более сладким, чем **клен** растущий в пониженной влажности на более бедной почве. Нельзя упускать и тот момент что для заготовки сока необходимо выбрать взрослый клен с диаметром ствола не меньше 20 см. В свежем виде сок можно хранить в холодильнике около двух дней! Поэтому если хотите сохранить его на более продолжительное время следует применить консервацию или приготовить кленовый сироп.

Как законсервировать кленовый сок:

Не древесная продукция клена, особенно кленовый сироп, занимает важное место как в местной, так и в международной экономике. Несмотря на существующие вызовы, такие как влияние климатических изменений и экологические угрозы, существует потенциал для дальнейшего развития этого сектора. Устойчивые практики и научные исследования могут стать ключевыми факторами в обеспечении безопасного и стабильного будущего для не древесных ресурсов клена.

### **Библиографический список**

1. Букштынов, А.Д. Клен. – М.: Лесн. пр-ть, 1982. – 86 с.
2. *Выставка клёнов Николая Будишевского и студенческая мини-конференция — Центр образовательного туризма — музейный комплекс «Петровское-Разумовское».*
3. *Полезьа и вред кленового сока: почему за ним вприпрыжку бегут худеющие, спортсмены и фанаты ЗОЖ? — читать на Gastronom.ru*

УДК 630.624

## СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ

*Федорова Элиза Александровна, студент 3 курса бакалавриата факультета налогов, аудита и бизнес-анализа, Финансовый Университет при Правительстве РФ, elizafedorova770@gmail.com*

*Дудко Анастасия Андреевна, студент 3 курса бакалавриата факультета налогов, аудита и бизнес-анализа, Финансовый Университет при Правительстве РФ, 225821@edu.fa.ru*

*Научный руководитель - Усанов Александр Юрьевич, к.э.н., доцент, доцент кафедры бизнес-аналитики, Финансовый Университет при Правительстве РФ, ayusanov@fa.ru*

*Аннотация: Изучены и проанализированы проблемы управления лесными ресурсами с учетом концепции устойчивого развития, предложены меры борьбы с негативным влиянием туристической деятельности на биоразнообразии лесов.*

*Ключевые слова: Лесные ресурсы, устойчивое развитие, устойчивое лесопользование, биоразнообразие, социально-экономическая функция*

## SOCIO-ECONOMIC FUNCTION AS AN ELEMENT OF SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT

*Fedorova Eliza Alexandrovna, 3rd year undergraduate student at the Faculty of Taxes, Auditing and Business Analysis, Financial University under the Government of the Russian Federation, elizafedorova770@gmail.com*

*Dudko Anastasia Andreevna, 3rd year undergraduate student at the Faculty of Taxes, Audit and Business Analysis, Financial University under the Government of the Russian Federation, 225821@edu.fa.ru*

*Scientific supervisor - Usanov Alexander Yuryevich, Ph.D. in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Business Analytics, Financial University under the Government of the Russian Federation, ayusanov@fa.ru*

*Annotation: The problems of forest resources management have been studied and analyzed taking into account the concept of sustainable development, and measures to combat the negative impact of tourism activities on forest biodiversity have been proposed.*

*Key words: Forest resources, sustainable development, sustainable forest management, biodiversity, socio-economic function.*

На данный момент, согласно статистике Международного союза лесных исследовательских организаций, лесные ресурсы планеты составляют 30%. [2] Их количество постоянно уменьшается из-за несанкционированных вырубок и природных катастроф. Для регулирования объема лесных ресурсов и поддержания здоровья и биоразнообразия лесов была разработана концепция устойчивого развития лесных ресурсов.

Все больше стран обращается к устойчивому лесопользованию и обеспечивает управление лесными ресурсами в соответствии с концепцией устойчивого развития. Основная цель устойчивого развития состоит в минимизации последствий и предотвращении ненадлежащей эксплуатации лесов. Устойчивое лесопользование не только минимизирует глобальное изменение климата, потерю биоразнообразия, но и способствует устойчивости планеты, общества, окружающей среды и экономики.

Рассмотрим устойчивое лесопользование с позиции воздействия на общество и экономику, которые отражены с социально-экономической функции в рамках управления лесами.

Лесные ресурсы играют большую роль в социальной жизни общества. Они являются местом для активного времяпрепровождения и отдыха, что улучшает качество жизни населения. К тому же пищевые лесные ресурсы являются национальной традицией, люди занимаются сбором грибов и ягод, охотой, сбором лекарственных растений. Прогулки в лесу положительно сказываются на физическом и психологическом здоровье людей.

С точки зрения концепции устойчивого развития необходимо проводить ознакомительные мероприятия для прививания гражданам уважительного отношения к лесным ресурсам страны и всячески стимулировать население проводить время в лесу для улучшения их общего физического и морального состояния. Леса также обеспечивают места обитания для некоторых малых народностей. Такие народы, как ханты, мансийцы и нанайцы проживают на территориях, где представлено очень большое количество разнообразных лесных ландшафтов.

Помимо социального аспекта, лес является источником развития национальной экономики. Леса обеспечивают людей древесиной, которая является важным строительным материалом. Вдобавок разработка устойчивых лесопользовательских практик способствует созданию новых рабочих мест в области управления лесами, переработки древесины и экологичного туризма, снижает зависимость от внешних поставок и укрепляет местные экономики регионов.

Однако значительную часть активных пользователей лесных ресурсов составляют туристы. Их влияние на окружающую среду имеет больше негативных последствий, чем позитивных. По данным «Greenpeace» природные причины составляют около 10% от общего числа причин лесных пожаров [1]. На остальные 90% приходятся причины антропогенного характера – непотушенные сигареты и спички, тлеющие костры, сжигание мусора. Причиной пожара может также послужить оставленная на месте стоянок стеклянная посуда.

Кроме того, туристы часто оставляют после себя мусор, уничтожают растительность и вредят экосистеме, в которую приезжают. Одним из наиболее разрушительных последствий туристического отдыха являются лесные пожары.

Согласно одной из целей устойчивого развития, далее (ЦУР), лесные ресурсы должны быть прекращением процесса утраты биологического разнообразия. Пожары являются причиной утраты биоразнообразия.

Одним из возможных решений проблемы нерационального туризма может быть размещение дополнительных кемпинговых зон, оборудованных системами раздельного сбора мусора, мангалами и круглосуточным освещением. Мангалы и кострища, оборудованные в соответствии с правилами противопожарной безопасности, помогут снизить риск пожара от костров, раздельный сбор мусора предотвратит процесс загрязнения окружающей среды не разлагаемыми отходами, а круглосуточное освещение отпугнет диких животных, предотвращая человеческие жертвы от случайных столкновений.

На данный момент согласно справочнику кемпинги России всего в стране насчитывается 359 объектов, среди которых кемпинги (193), глэмпинги (61), караванинги(22), турбазы (61), три кемпинга с возможностью рыбалки и два його кемпинга [4]. Большая часть кемпингов расположена в европейской части России, 13 только в Московской области, такое расположение наиболее прибыльно для частных организаторов, так как многие жители столицы в поисках места для отпуска присматриваются к такому бюджетному виду отдыха недалеко от дома. По данным Коммерсантъ со ссылкой на прогнозы Commonwealth Partnership (СМWP) число кемпингов и глэмпингов в России будет только расти. С 2023 по 2024 год рост спроса на данные виды отдыха прогнозируется почти на 30% [5].

Однако неравномерное распределение кемпинговых зон может привести к ситуации дефицита оборудованных площадок в местах высокого спроса на туристические услуги и самовольного появления палаточных лагерей в лесных массивах, что повысит риск загрязнений и пожаров. На данный момент кемпинг является перспективным направлением туризма, способствующим развитию социальной сферы страны, отвечает целям устойчивого развития лесных ресурсов, поэтому является важным аспектом, на который стоит обратить внимание при составлении планов устойчивого лесопользования.

Но также необходимо учесть и принять во внимание экономическую составляющую реализацию данного проекта. Создание одного глэмпинга, по данным организации FreeDOOm, создающей глэмпинги под ключ, обходится предпринимателю в 10-20 миллионов, при условии постройки 6 домиков, санузлов, кафе и построек для персонала. Для открытия проекта премиального сегмента понадобится вложить 70 -150 миллионов, а самый бюджетный вариант с парой круглогодичных домиков и большим вкладом собственных сил в 4-7 миллионов [6].

Для частных компаний такая сумма может быть достаточно существенной, чтобы потребовалось обратиться к заемным средствам. Возникает необходимость в заемных средствах, которые сейчас выдаются в связи с ростом ключевой ставки под неподъемный для бизнеса процент. К

счастью, вопрос финансированием и стартовым капиталом частично решен государственной программой регионального субсидирования туристической отрасли. Согласно данным официального государственного портала, национальные проекты РФ в 2024 году на субсидирование регионов было выделено 6,2 млрд. рублей. На следующие три года (2025 – 2027 гг.) регионы суммарно получают 28,5 млрд рублей [3]. Также в 2024 году будет проведен новый конкурс по программе субсидирования строительства модульных гостиниц на следующие три года. Таким образом, в регионы будет направлено еще 15 млрд рублей на создание глэмпингов.

Компании, организующие кемпинги и глэмпинги объединяются в сообщества, где делятся опытом, помогают новичкам со сбором документов и совместно решают вопросы развития индустрии. Примером может служить Ассоциация глэмпингов, некоммерческая организация, регулярно проводящая мастер классы с юристами и экономистами, а также встречи с авторами успешных кейсов для начинающих бизнесменов, которые, в свою очередь, могут помочь начинающим владельцам данного бизнеса.

Подводя итоги, важно еще раз отметить необходимость учитывать устойчивое развитие в управлении лесными ресурсами. Социально-экономические функции лесов требуют комплексного подхода и взаимодействия между государственными органами, местными сообществами и бизнесом для достижения устойчивого управления лесами. Эффективное управление лесами обеспечивает рациональное использование ресурсов, что снижает давление на экосистемы, а восстановление и поддержка традиционных практик лесопользования способствует сохранению культурного наследия. Также не стоит забывать о важности повышения уровня образования и осведомленности населения о необходимости устойчивого управления лесами.

### **Библиографический список**

1. greenpeace.ru URL: <https://readovka.news/news/95385> (дата обращения: 02.11.2024).
2. Seeing Forests for the Trees and the Carbon: Mapping the World's Forests in Three Dimensions // [earthobservatory.nasa.gov](https://earthobservatory.nasa.gov) URL: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/ForestCarbon> (дата обращения: 01.11.2024).
3. Дикие, но симпатичные: как нацпроект помогает развивать в России глэмпинги // [национальныепроекты.рф](https://национальныепроекты.рф) URL: <https://национальныепроекты.рф/news/dikie-no-simpatichnye-kak-natsproekt-pomogaet-razvivat-v-rossii-glempingi/> (дата обращения: 01.11.2024).
4. Карта кемпингов России // [кемпингироссии.рф](https://кемпингироссии.рф) URL: <https://xn--c1adjsbaairkmgqoa.xn--p1ai/map/> (дата обращения: 01.11.2024).
5. Модульное в моде у инвесторов // [www.kommersant.ru](https://www.kommersant.ru) URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6069456> (дата обращения: 01.11.2024).
6. ЧТО НАМ СТОИТ ГЛЭМПИГ ПОСТРОИТЬ? // [freedome.pro](https://freedome.pro) URL: [https://freedome.pro/glamping\\_costs/](https://freedome.pro/glamping_costs/) (дата обращения: 01.11.2024).

УДК 630.2\*528.7

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЮ**

**Чуксин Валерий Викторович**, студент 3 курса, бакалавриата ИМВХС, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, [valeriiichuuksin@gmail.com](mailto:valeriiichuuksin@gmail.com)

**Хомутова Злата Сергеевна**, студентка 3 курса, бакалавриата ИМВХС, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, [hripfilina@yandex.ru](mailto:hripfilina@yandex.ru)

**Мукинова Е.**, НАО "Университет имени Шакарима города Семей", Казахстан. Исследовательская школа ветеринарии и сельского хозяйства. Кафедра "Сельское хозяйство", [mukinovaerkezhan@gmail.com](mailto:mukinovaerkezhan@gmail.com)

**Акпаров М.**, НАО "Университет имени Шакарима города Семей", Казахстан. Исследовательская школа ветеринарии и сельского хозяйства. Кафедра "Сельское хозяйство", [madak225683@gmail.com](mailto:madak225683@gmail.com)

**Научный руководитель – Хлюстов Виталий Константинович**, д.с.-х.н., доцент, профессор кафедры землеустройства и лесоводства ИМВХС, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева. [89035269073@gmail.com](mailto:89035269073@gmail.com)

**Аннотация.** Произведён анализ территории государственного лесного фонда, которые подлежат лесовосстановлению. Приводится анализ применения вегетационных индексов NDVI для мониторинга лесовосстановления. Анализируется применение RGB изображений для определения нарушенности растительного покрова лесных земель.

**Ключевые слова:** территории, не покрытые лесом, вегетационный индекс, лесовосстановление, индекс RGB, метод контролируемой классификации, индекс NDV.

## **THE USE OF GEOINFORMATION SYSTEMS FOR THE DESIGN OF REFORESTATION ACTIVITIES**

**Valery Viktorovich Chuksin**, 3rd year student, bachelor's degree, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [valeriiichuuksin@gmail.com](mailto:valeriiichuuksin@gmail.com)

**Khomutova Zlata Sergeevna**, 3rd year student, bachelor's degree IMVHS Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [hripfilina@yandex.ru](mailto:hripfilina@yandex.ru)

**Mukynova E.**, NAO "Shakarim University of Semey", Kazakhstan. Research School of Veterinary Medicine and Agriculture. Department "Agriculture", [mukinovaerkezhan@gmail.com](mailto:mukinovaerkezhan@gmail.com)

**Акпаров М.**, NAO "Shakarim University of Semey", Kazakhstan. Research School of Veterinary Medicine and Agriculture. Department "Agriculture", [madak225683@gmail.com](mailto:madak225683@gmail.com)

*Khlyustov Vitaly Konstantinovich, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Land Management and Forestry of the IMVHS, FSUE VO RGAU – MSHA named after K. A. Timiryazev. 89035269073@gmail.com*

***Annotation.** The territories of the state forest fund, which are subject to forest restoration, are considered. An analysis of the use of NDVI vegetation indices for forest restoration monitoring is presented. The use of RGB images to determine the disturbance of the vegetation cover of forest lands is analyzed.*

***Key words:** territories not covered by forests, vegetation index, reforestation, RGB index, controlled classification method, NDVI index*

Леса на территории России занимают большую площадь, являются источником древесины, полезных ископаемых, недревесных продуктов леса, такие как (лекарственные травы, грибы, ягоды, мёд и многое другое), имеют весомое экономическое, экологическое и социальное значение. Лесовосстановление – это процедура, ориентированная на восстановление лесов, которые были вырублены, пострадали или уничтожены, а также на защиту их полезных функций и биоразнообразия [10]. Этот процесс характерен на землях, не покрытых лесом. К этим землям относятся: несомкнувшиеся лесные культуры, естественные редины, гари, питомники, лесные плантации, вырубки, погибшие лесные насаждения, прогалины и пустыри. Лесовосстановление делится на три типа: естественное, искусственное и комбинированное. Естественное происходит без антропогенного воздействия и включает в себя меры, направленные на улучшение условий местопроизрастания самосева. Например, это может быть уход за подростом целевых пород, минерализация верхнего слоя почвы, рубки с сохранением подроста, а также другие мероприятия. Искусственное восстановление предполагает активные действия, такие как посев семян или высадка сеянцев лесобразующих пород на заранее подготовленную лесокультурную площадь, лесоводственный уход за созданными лесными культурами и иные мероприятия. Комбинированное включает в себе методы искусственного и естественного лесовосстановления [1].

Системы данных дистанционного зондирования в лесоустройстве и лесной таксации мы применяем для учёта показателей: общая площадь лесов, уровень лесистости, размеры различных типов земель и фонд для восстановления лесов; распределение по группам сомкнутости; распределение по преобладающим древесным породам и возрасту; оценка запасов древесины и её распределение по основным породам и возрастным категориям, объёму древесины, площади, доступной для заготовок, сплошных рубок, а также оценка степени фрагментации лесного покрова. Аэрокосмические снимки, позволяют получить: данные о растительном покрове: Состав и структура растительного покрова; Оценка биологического разнообразия; Биомасса и

сомкнутость крон. Осуществлять прогнозирование изменений: Прогнозирование границ растительных сообществ; Мониторинг и анализ данных среды.

Данные дистанционного зондирования содержат информацию об изменении границ лесных участков, оценивают ущерб от лесных пожаров и незаконных рубки деревьев, определяют стоимость и вид использования участка [2].

Не мало важны в системе данных дистанционного зондирования вегетационные индексы. Их активно применяют для определения экологических свойств поверхности Земли, а также для анализа крупных объектов. Наиболее широкий характер имеет индекс NDVI. Расшифровывается он как, нормализованный относительный индекс растительности и представляет собой запрашиваемый количественный параметр, указывающий на величину фотосинтетически активной биомассы. Используется он для количественной оценки зелёного цвета растительности, полезен для понимания плотности растительности и оценки изменений в здоровье растений [3].

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

Здесь:

NIR – процент отраженной радиации (показание канала снимка) в ближнем инфракрасном диапазоне (Near Infra-Red): 0,7-1,0 мкм

RED – процент отраженной радиации (показание канала снимка) в красном диапазоне (Red): 0,6-0,7 мкм.

Рассчитать NDVI можно по любому снимку, имеющего каналы в красном и ближнем инфракрасном диапазоне. Номера необходимых для расчета этого индекса каналов для спутниковых снимков открытого доступа Landsat, MODIS и ASTER приведены в таблице 3.

Таблица 3. Каналы сенсоров снимков открытого доступа для расчета

Sensor (satellite)	NIR band	Red band
MSS (Landsat1)	6 (0.7-0.8 μm) и 7 (0.8-1.1 μm)	5 (0.6-0.7 μm)
TM (Landsat4,5)	4 (0.76-0.90 μm)	3 (0.63-0.69 μm)
индекса NDVI		
ETM+ (Landsat7)	4 (0.75-0.90 μm)	3 (0.63-0.69 μm)
OLI (Landsat8)	5 (0.85-0.88 μm)	4 (0.64-0.67 μm)
MODIS (Terra, Aqua)	2 (0.841-0.876 μm)	1 (0.62-0.67 μm)
ASTER (Terra)	3 (0.76-0.86 μm)	2 (0.63-0.69 μm)

Рисунок 1 – Формула для расчёта индекса NDVI

Используя цветные изображения, созданные на основе трёх основных цветовых компонент в RGB-кодировке, мы можем точно определить тип и уровень изменений на поверхности земли. Этот подход дает возможность распознавать разнообразные особенности поверхностного покрова благодаря различным комбинациям цветовых каналов, которые придают индивидуальные оттенки различным объектам. Этот метод часто сочетается с индексом NDVI для более глубокого анализа территорий и для корректировки полученных данных [4].

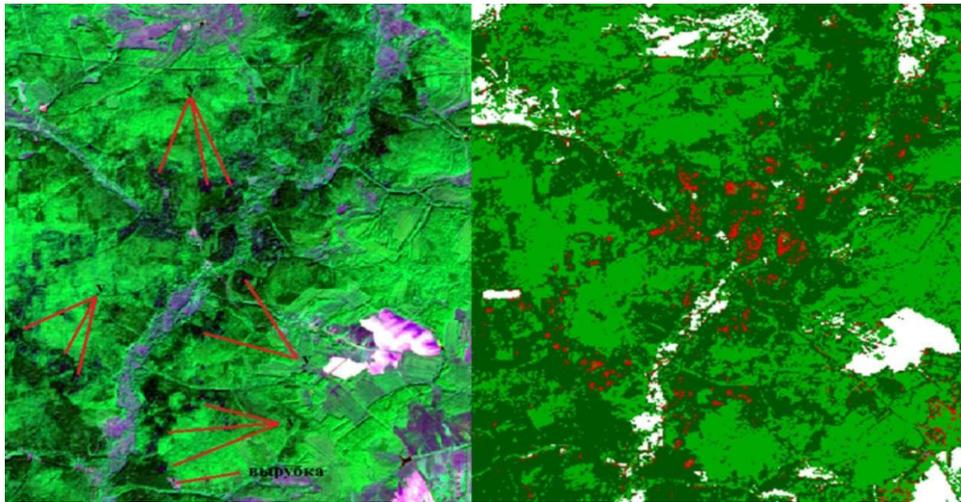


Рисунок 2 – Цветной композит в системе RGB

Применяется метод управляемой классификации для анализа результативности применяемых подходов к восстановлению лесов. Этот метод, в сочетании с историческими картами земельного использования, позволяет точно идентифицировать пашню на старых аэрофотоснимках и для них провести соответствующий анализ, изучить состояние экосистемы и динамику лесовосстановления. Помимо перечисленного, данный метод применяют для создания экологических систем, для борьбы с лесными пожарами, для обеспечения защиты лесов, для установления и картирования различных количественных и качественных характеристик лесного покрова, учёта биологического разнообразия флоры [5-9].

#### Библиографический список

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. От 03.08.2018)
2. Вдовенко А. В., Кононов Ю. В. Применение данных дистанционного зондирования для мониторинга земель лесного фонда // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ». - 2013. - Т. 4, № 4. - С. 1860-1865.
3. Бунтова О.Ю., Мухарамова С.С. Детектирование изменений лесного покрова по данным дистанционного зондирования земли // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. - 2016. - Т. 25, № 4. - С. 130-135.
4. Хамедов В. А., Шимов С. В., Полищук Ю. М., Рощупкина И. В. Вопросы использования данных дистанционного зондирования в задачах управления лесным фондом региона // Вестник Югорского государственного университета. - 2007. - №. 1 (6). -С. 83-87.
5. Гафаров Р. А. Анализ и сравнение спутников дистанционного зондирования Земли // Достижения науки и образования - 2018. - Т.2, №. 8 (30). - С. 38-39.
6. Ботанико-географический анализ флоры государственного заповедника «Кологривский лес» / А. В. Лебедев, И. Г. Креницын, В. В. Гостев,

Д. Ю. Гостева // Тимирязевский биологический журнал. – 2024. – № 2. – С. 6-15. – DOI 10.26897/2949-4710-2024-2-2-6-15.

7. Структура живого напочвенного покрова на ветровальных участках разной интенсивности / Д. Ю. Гостева, В. В. Гостев, А. В. Лебедев, И. Г. Криницын // Научные труды государственного природного заповедника "Кологривский лес" : сборник научных трудов. – Кологрив : Государственный природный заповедник "Кологривский лес" им. М.Г. Синицына, 2023. – С. 59-65.

8. Лебедев, А. В. Адвентивный компонент флоры Лесной опытной дачи Тимирязевской академии / А. В. Лебедев, В. В. Гостев // Тимирязевский биологический журнал. – 2023. – № 1. – С. 8-14. – DOI 10.26897/2949-4710-2023-1-8-14.

9. Лебедев, А. В. Семейство лютиковые (Ranunculaceae) во флоре заповедника "Кологривский лес" / А. В. Лебедев, И. Г. Криницын, В. В. Гостев // Научные труды государственного природного заповедника "Кологривский лес" : сборник научных трудов. – Кологрив : Государственный природный заповедник "Кологривский лес" им. М.Г. Синицына, 2023. – С. 10-17.

10. Таксономический анализ флоры сосудистых растений Лесной опытной дачи Тимирязевской академии / Н. Н. Дубенок, А. В. Лебедев, Г. М. Миронова, В. В. Гостев // Природообустройство. – 2023. – № 1. – С. 108-114. – DOI 10.26897/1997-6011-2023-1-108-114.

## ОЦЕНКА ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

*Шувалова Аглая Денисовна, студентка 3 курса бакалавриата института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А. Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, shuvalova110217@gmail.com*

*Научный руководитель – Хамитов Ренат Салимович, д.с.-х.н., доцент, профессор кафедры землеустройства и лесоводства ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, r.hamitov@rgau-msha.ru*

*Аннотация: В данной статье рассмотрены методы и объёмы лесовосстановления на территории оренбургской области за 5 лет.*

*Ключевые слова: лесовосстановление, Оренбургская область, Искусственное лесовосстановление, лесной фонд, лес.*

### ASSESSMENT OF FOREST RESTORATION IN THE ORENBURG REGION

*Shuvalova Aglaya Denisovna, 3rd year bachelor's student of the Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction named after A. N. Kostyakov, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, shuvalova110217@gmail.com*

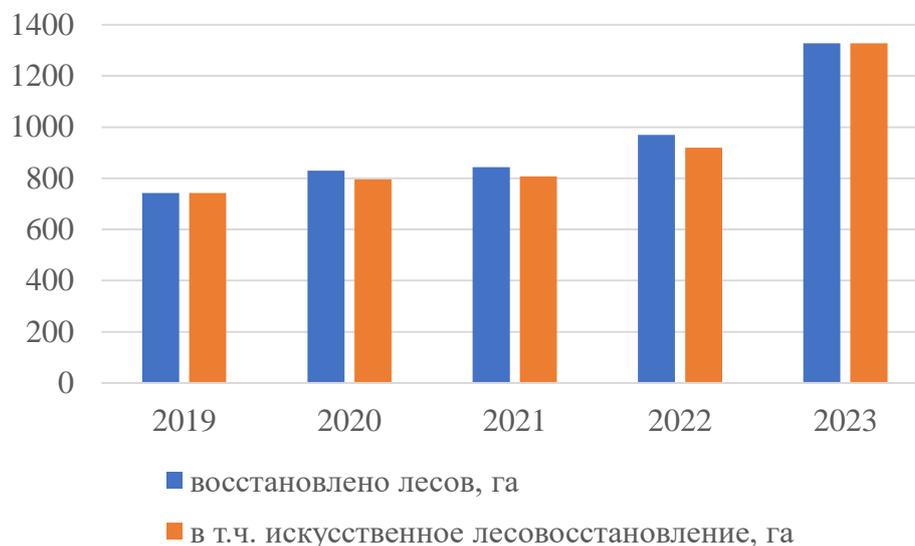
*Scientific supervisor - Khamitov Renat Salimovich, D.Sc. (Agriculture), Associate Professor, Professor of the Department of Land Management and Forestry Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, r.hamitov@rgau-msha.ru*

*Annotation: This article discusses the methods and volumes of forest restoration in the Orenburg region over 5 years.*

*Key words: reforestation, Orenburg region, artificial reforestation, forest fund, forest.*

Лесовосстановление – это мероприятия по восстановлению лесов на вырубках, гарях, пустырях, прогалинах и иных бывших под лесом площадях. Лесовосстановление в себя искусственное лесовосстановление (создание лесных культур), комбинированное лесовосстановление и содействие естественному восстановлению леса. Актуальность оценки эффективности лесовосстановления подчеркивается современными исследователями [1-3]. Немаловажное значение имеет выявление объемов лесовосстановления в региональном аспекте.

Искусственное лесовосстановление осуществляется путем посадки семян, саженцев, черенков или посева семян лесных растений. Объем мероприятий в Оренбургской области в целом незначительный, что обусловлено низкой лесистостью этого степного региона (рис. 1) [4-7].



**Рисунок 1 – Объем лесовосстановления в Оренбургской области за период 2019-2023 гг.**

В 2019 г. лесовосстановление на землях лесного фонда Оренбургской области составило 742,49 га. Все насаждения восстанавливались посадкой леса. За 2020 г. лесовосстановление на землях лесного фонда составило 830 га. Из этого объема искусственное лесовосстановление было выполнено на площади 796 га. В 2021 г. Объем восстановления лесов был увеличен до 843,55 га. При этом лесные культуры были созданы на площади 807,55 га. Тенденция увеличения объема лесовосстановления сохранилась и в 2022 г (970 га), при этом на всей площади было выполнено искусственное лесовосстановление. Наибольших объемов мероприятия по восстановлению лесов достигли к 2023 году – 1 327,99 га. В том числе за счёт арендаторов лесных участков 19 га. На всех площадях были созданы лесные культуры.

Таким образом, лесовосстановление в Оренбургской области проводится преимущественно искусственным методом. Объем лесовосстановления ежегодно увеличивается. Тем не менее, восстановление лесов на территории области производится на значительно меньшей площади в сравнении с другими областями, что обусловлено естественно-историческими условиями региона. Так, например, в 2019 г. в Нижегородской области объём лесовосстановления составил 13 778,41 га., а в Кировской области 44 436,62 га.

### **Библиографический список**

1. Хамитов, Р. С. Внедрение технологии выращивания сеянцев ели с закрытыми корнями в Вологодской области / Р. С. Хамитов, Д. С. Кулаков // Вестник Студенческого научного общества. – 2013. – № 1. – С. 38-40.

2. Хамитов, Р. С. Состояние лесосеменной базы Вологодской области / Р. С. Хамитов, С. А. Корчагов // Экологические проблемы Севера: Межвузовский сборник научных трудов / Архангельский государственный технический университет. – Архангельск: Архангельский государственный технический университет, 2005. – С. 60-62.

3. Рост лесных культур ели Европейской созданных сеянцами с закрытой корневой системой / А. И. Белова, Р. С. Хамитов, С. М. Хамитова, Е. С. Полякова // Хвойные бореальной зоны. – 2022. – Т. 40, № 2. – С. 109-113.

4. Информация о выполнении мероприятий по лесовосстановлению и лесоразведению за 2019-2023 г.г [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://view.officeapps.live.com/> (дата обращения: 29.10.2024)

5. Федеральное агентство лесного хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosleshoz.gov.ru/> (дата обращения 29.10.2024)

6. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64299/56f9e828981c7d5b4c1c60e99d31cca204c0f39b/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/56f9e828981c7d5b4c1c60e99d31cca204c0f39b/) (дата обращения 29.10.2024)

## СЕКЦИЯ «ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОИНЖЕНЕРИИ»

УДК: 628.113.1

### ЭВТРОФИКАЦИЯ КАК АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Бахарева Анастасия Вадимовна, студент 2 курса бакалавриата института механики и энергетики им. В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 121212-u@mail.ru.*

*Научный руководитель - Филимонов Дмитрий Александрович ассистент кафедры «Тракторы и автомобили» ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, filimonov.dmitrii@rgau-msha.*

*Аннотация.* Эвтрофикация – это процесс увеличения содержания питательных веществ водоеме, который приводит к бурному росту водорослей и ухудшению качества воды. Это явление может происходить естественным путем, когда питательные вещества поступают в воду из почвы, осадочных пород или атмосферного воздуха, а может антропогенным. Сегодня эвтрофикация стала одной из наиболее значимых проблем, влияющих на состояние водных ресурсов и экономическую безопасность многих стран мира.

*Ключевые слова:* Эвтрофикация, экономика, экологическая безопасность, биогены, вода.

### EUTROPHICATION AS AN URGENT PROBLEM OF ECONOMIC SECURITY

*Bakhareva Anastasia Vadimovna, 2nd year undergraduate student of the V.P. Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 121212-u@mail.ru .*

*Scientific Supervisor - Filimonov Dmitry Alexandrovich, Assistant of the Department "Tractors and Automobile, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, filimonov.dmitrii@rgau-msha.*

*Annotation:* Eutrophication is the process of increasing the nutrient content of a reservoir, which leads to rapid growth of algae and deterioration of water quality. This phenomenon can occur naturally, when nutrients enter the water from soil, sedimentary rocks or atmospheric air, or it can be anthropogenic. Today, eutrophication has become one of the most significant problems affecting the state of water resources and the economic security of many countries around the world.

*Key words:* Eutrophication, economics, environmental safety, biogens, water.

Естественный процесс эвтрофикации происходит медленно, в течение многих лет, и является частью естественного цикла развития озер и рек. Он начинается с накопления органических веществ в донных отложениях и постепенного повышения уровня биогенов в воде. Со временем такие водоемы могут превратиться в болота или заболоченные территории.

Однако естественная эвтрофикация также имеет негативные последствия:

1. Ухудшение качества воды: Повышенное содержание биогенов ведет к снижению прозрачности воды, изменению химического состава и уменьшению количества кислорода, что негативно сказывается на жизни рыб и других водных организмов.

2. Замедление экономического роста: Водоемы, подверженные эвтрофикации, становятся менее пригодными для использования в сельском хозяйстве, рыболовстве и туризме, что снижает их экономическую ценность.

3. Экологические риски: Увеличение числа «цветений» водорослей может привести к образованию токсичных соединений, опасных для здоровья людей и животных.

Экономическая безопасность страны тесно связана с состоянием природных ресурсов, включая водные объекты. Эвтрофицированные водоемы требуют значительных затрат на очистку и восстановление, что может стать серьезным бременем для бюджета государства. Кроме того, ухудшение качества воды влияет на стоимость продуктов питания, так как загрязненные водоемы непригодны для выращивания рыбы и сельскохозяйственных культур.

На рисунке 1 показано цветение воды на водоеме Большой садовый пруд расположенного на территории города Москвы, который является рекреационной зоной города, с пляжами местами для ловли рыбы.



Рисунок 1 – Цветение водоема Большой садовый пруд

Кроме прямых экономических потерь, эвтрофикаты создают косвенные затраты через снижение туристической привлекательности регионов, сокращение доходов от рыболовства и увеличение расходов на здравоохранение из-за возможных заболеваний, связанных с загрязнением воды.

Правовая база, регулирующая вопросы охраны окружающей среды и управления водными ресурсами, играет ключевую роль в предотвращении и

контроле эвтрофикационных процессов. В России существует ряд нормативных актов, направленных на защиту водных объектов от загрязнения и деградации:

1. Федеральный закон "Об охране окружающей среды": Этот документ устанавливает общие принципы охраны природы, включая охрану водных объектов.

2. Водный кодекс Российской Федерации: Регулирует использование и охрану водных ресурсов, а также ответственность за нарушение правил водопользования.

3. Санитарные нормы и правила: Устанавливают предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде, что помогает контролировать уровень эвтрофики.

Однако эффективность этих норм зависит от степени их соблюдения и контроля со стороны государственных органов. Недостаточное финансирование экологических программ и слабая правоприменительная практика могут снизить действенность правовых мер.

Естественная эвтрофикация, несомненно, является актуальной проблемой, затрагивающей экономическую безопасность и является предметом правового регулирования. Предотвращение её последствий требует комплексного подхода, включающего законодательные инициативы, общественные мероприятия и внедрение передовых технологий. Важно помнить, что положительное воздействие на экосистему может привести к улучшению жизни людей и сохранению биологического разнообразия для будущих поколений. Экологическая безопасность переводится в экономическую именно через защищенность и устойчивость водных ресурсов, поэтому необходимы совместные усилия общества и государства в борьбе с эвтрофикацией, что определяет актуальность дальнейших исследований.

### **Библиографический список**

1. Яковлева А.В. Экология водных экосистем (Часть 1: Практическое руководство к учебно-полевой практике): Учебно-методическое пособие / А.В. Яковлева – Казань: Казанский университет, 2011. – 30 с.

2. Науменко М.А. Эвтрофирование озёр и водохранилищ. Учебное пособие – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 100 с

3. Беспалова К.В., Селезнева А.В., Селезнев В.А. Питьевое водоснабжение в условиях массового развития сине-зеленых водорослей на водохранилищах // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2021. № 2. С. 121-134.

4. Fagan R., Cormack D.E., Dionysiou D.D., Pillai S.C. A review of solar and visible light active TiO<sub>2</sub> photocatalysis for treating bacteria, cyanotoxins and contaminants of emerging concern // Materials Science in Semiconductor Processing. 2016. Vol. 42. Pp. 2-14.

5. Экспериментальные исследования влияния освещения на эвтрофикацию водоемов и работу систем капельного орошения / О.Н. Дидманидзе, А.В. Евграфов, Д.А. Москвичев [и др.] // Природообустройство. – 2024. – № 3. – С. 6-12.

УДК 631.37, 629.33

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ**

*Белозеров Артем Романович, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики им. В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, apt\_48@mail.ru*

*Научный руководитель - Москвичев Дмитрий Александрович, к.т.н., старший преподаватель кафедры тракторов и автомобилей института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, moskvichev@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Эта статья описывает создание программы для оптимизации технического обслуживания и ремонта автомобилей, с акцентом на определение функциональных требований, выявление основных пользовательских потребностей и архитектуру приложения. В будущем продукт может быть улучшен и расширен для соответствия меняющимся пожеланиям клиентов.

*Ключевые слова:* автомобиль, автотранспортное предприятие, программа, трактор, техническое обслуживание и ремонт.

## **DIGITALIZATION OF TECHNICAL EQUIPMENT REPAIR AND MAINTENANCE OF TRACTORS AND CARS**

*Belozеров Artem Romanovich, 4<sup>th</sup> year undergraduate student of the Institute of Tractors and Automobiles of the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, apt\_48@mail.ru*

*Scientific Supervisor - Moskvichev Dmitry Aleksandrovich, PhD in Engineering, Senior Lecturer of the Institute of Tractors and Automobiles of the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, moskvichev@rgau-msha.ru*

*Annotation.* This article discusses the process of developing software for automating car maintenance and repair, with an emphasis on functional requirements, user needs analysis, and application architecture. The product can be improved and expanded in the future to meet changing customer needs.

*Key words:* automobile, motor transport enterprise, program, tractor, maintenance and repair.

Важнейший аспект поддержания безопасности и надежности транспортных средств – техническое обслуживание и ремонт (ТОиР). Продлению срока службы транспортных средств, снижению расходов в ходе эксплуатации и повышению общей производительности АТП способствует эффективное управление операциями ТОиР. В связи с развитием автотранспортной отрасли возникает необходимость внедрения современных технологий для организации эффективного ТОиР тракторов и автомобилей. Для этих задач разрабатываются ПО для персональных компьютеров и мобильные приложения, которые помогают упростить и ускорить работу с парком транспортных средств, улучшить их результативность, уменьшить необходимость в трудоемких процессах и расходах.

**Цель статьи** — предоставить итоги работы по созданию инновационной программы для мониторинга технологических процессов в сфере технического обслуживания и ремонта тракторов и автомобилей на территории автотранспортного предприятия с использованием языка программирования Python.

#### **Материалы и методы.**

Проведение скрупулёзного анализа требований, предъявляемых конечными пользователями к готовому продукту – первый шаг в разработке любой программы. В ходе исследования, проведённого среди специалистов и руководителей автотранспортных предприятий, были определены ключевые пользователи. Эксперты АТП выделили основные функциональные потребности, такие как контроль за состоянием транспортных средств, планирование технического обслуживания, расчет необходимых ресурсов для обеспечения технической эксплуатации, автоматизация учета документации и прочие. Прежде чем приступить к разработке программного обеспечения, необходимо провести оценку уже существующего. С этой целью был проведён анализ и выявление наиболее популярных программ, которые были включены в опрос. Также была предложена возможность создания программы вручную с использованием обычной тетрадки или блокнота, без применения цифровых средств. Для исследования были использованы два подхода: личное общение с представителями различных транспортных компаний, включая ТРАСКО, Грузовичков, ПЭК, Деловые линии и другие, и удаленное, с помощью Telegram-бота. Полученные данные были проанализированы (Рисунок 1).

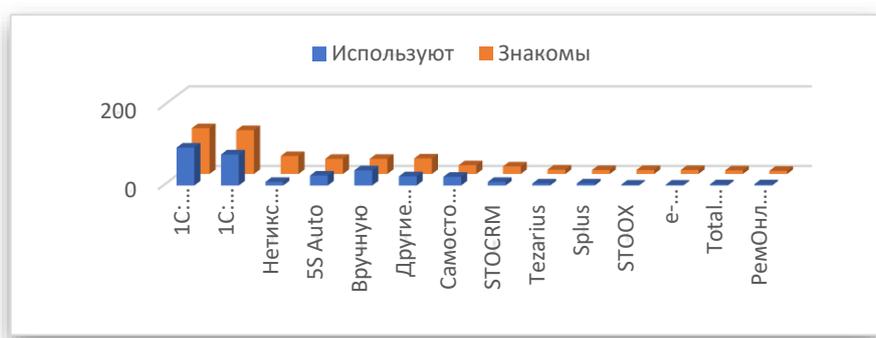


Рисунок 1 – Анализ используемых на АТП программ

## **Результаты и обсуждение.**

Исследование программного обеспечения, предназначенного для ТОиР в автосервисах, демонстрирует, что подобные системы значительно оптимизируют организацию и контроль за выполнением задач. Оптимальные решения помогают автоматизировать повседневные процессы, что минимизирует количество ошибок из-за однообразности задач и позволяет рационально использовать время. Также, они способствуют сохранению доверия клиентов, давая возможность следить за историей обслуживания, что является значимым фактором.

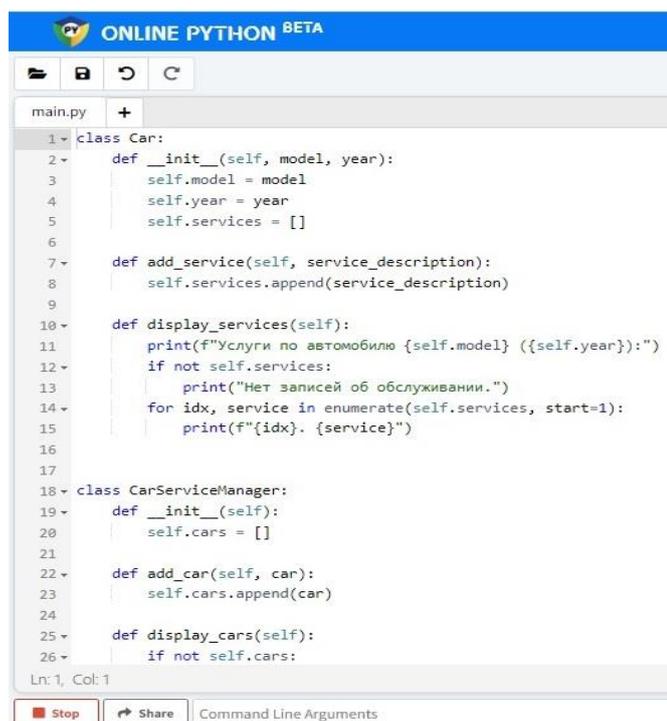
Чтобы без особого труда интегрировать новые опции или вносить изменения в уже существующие, программа должна обладать модульной структурой,

Проведённый анализ свидетельствует о том, что в области технического обслуживания и ремонта отсутствует единый общепринятый программный продукт, а существенная доля существующих решений не соответствует современным требованиям к организации ТОиР на АТП, поскольку они ориентированы преимущественно на работу станций ТО. Поэтому требуется создание гибкого ПО, которое объединило бы в себе все положительные стороны уже существующих решений

Разработка программного обеспечения для оптимизации операций ТОиР транспортных средств на автотранспортном предприятии представляет собой масштабный и трудоёмкий проект. Представленный на рисунке 2 программный код, написанный на языке Python, включает в себя классы, предназначенные для управления автомобилями, услугами и взаимодействия с конечными пользователями. Программа осуществляет хранение, обработку и анализ данных, связанных с техническим обслуживанием и ремонтом транспортных средств, а также предоставляет возможность добавления информации о различных группах автомобилей и услугах с указанием периодичности их проведения.

Апробация программы на ООО «Экспедишен Логистика» продемонстрировала значительное повышение эффективности ТОиР. Опрос сотрудников выявил ускорение процессов учёта и анализа данных, а также повышение точности прогнозирования и улучшение качества обслуживания.

В дальнейших планах компании — развитие данного направления с применением машинного обучения и современных технологий для глубокого анализа данных.



```
ONLINE PYTHON BETA
main.py +
1 class Car:
2     def __init__(self, model, year):
3         self.model = model
4         self.year = year
5         self.services = []
6
7     def add_service(self, service_description):
8         self.services.append(service_description)
9
10    def display_services(self):
11        print(f"Услуги по автомобилю {self.model} ({self.year}):")
12        if not self.services:
13            print("Нет записей об обслуживании.")
14        for idx, service in enumerate(self.services, start=1):
15            print(f"{idx}. {service}")
16
17
18 class CarServiceManager:
19     def __init__(self):
20         self.cars = []
21
22     def add_car(self, car):
23         self.cars.append(car)
24
25     def display_cars(self):
26         if not self.cars:
```

Рисунок 2 – Программный код на Python

**Вывод.** Оптимизация ТО и Р тракторов и автомобилей на предприятиях, занимающихся перевозками, представляет собой ключевой аспект обеспечения надёжности и безопасности транспортных средств. Грамотная организация процессов технического обслуживания и ремонта способствует увеличению срока службы автомобилей, снижению эксплуатационных расходов и повышению общей эффективности предприятия.

Разработанный программный продукт представляет собой инновационное решение, которое помогает автоматизировать повседневные задачи и рационально распределять ресурсы. Это, в свою очередь, оказывает положительное влияние на финансовые показатели АТП. Разработка приложения по оптимизации технического обслуживания и ремонта автомобилей предоставляет возможность рационального ведения парка тракторов и автомобилей и усовершенствования сервисных операций. Основные особенности исполнения данной программы демонстрирует приведённый пример кода. Однако с развитием и улучшением продукта имеется возможность добавлять дополнительные модули, например, внедрение процесса контроля запчастей, разработка плана будущих задач и другие.

### Библиографический список

1. Абрамов, А.Н. Эксплуатационная надёжность технических систем: учебное пособие / А.Н. Абрамов – М.: МАДИ, 2019. – 120 с.
2. Москвичев, Д. А. Анализ модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Наука молодых - агропромышленному комплексу: Сборник статей Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, Москва, 01–03 июня 2016 года / Редакционная коллегия: А.В. Голубев, Р.А. Мигунов, Н.Е. Арестова, Н.А. Милюкова, Е.В. Пронина, А.В. Байдина, А.В.

Бочкарев, Д.В. Котусов, Д.Д. Постникова, Е.Ф. Малыха, А.А. Волков, В.И. Горностаев. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016.

3. Москвичев, Д. А. Методика определения периодичности технического обслуживания перспективных автотранспортных средств сельскохозяйственного назначения / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4(64). – С. 112-117. – DOI 10.31563/1684-7628-2022-64-4-112-117.

4. Москвичев, Д. А. Оценка свойств надежности при техническом обслуживании перспективных автотранспортных средств сельскохозяйственного назначения / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Международный технико-экономический журнал. – 2022. – № 5-6. – С. 96-103. – DOI 10.34286/1995-4646-2022-86-5-6-96-103

5. Москвичев, Д. А. Проектирование автотранспортных предприятий : Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта / Д. А. Москвичев, Е. А. Евграфов, А. С. Гузалов. – Москва : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – 70 с.\

УДК 631.372

## **ЗНАЧЕНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ДЛЯ СФЕРЫ ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

**Бисенов Мурат Кылышбаевич**, соискатель, Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, *bifernaya2022@mail.ru*

**Огнева Екатерина Дмитриевна**, студентка кафедры «Тракторы и автомобили» ИМЭ им. В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, *ekat.ognewa@yandex.ru*

**Научный руководитель - Митягин Григорий Евгеньевич**, к.т.н., доцент, Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, *mityagin.msau-at@list.ru*

**Аннотация.** В статье рассматривается важность модернизации транспортно-технологических машин для повышения эффективности производства и эксплуатации в агропромышленном комплексе, так как современные технологии и инновации играют ключевую роль в оптимизации всех этапов сельскохозяйственного производства, от посева до сбора урожая. Модернизация транспортно-технологических машин позволяет с относительно небольшими затратами повысить производительность и эффективность транспортно-технологических машин, что позволяет сельскохозяйственным предприятиям, их эксплуатирующим, иметь конкурентные преимущества по сравнению с другими участниками рынка.

**Ключевые слова:** транспортно-технологическая машина, эксплуатационные свойства, модернизация, цифровизация, технологический процесс, инновация

## **THE IMPORTANCE OF MODERNIZATION FOR THE PRODUCTION AND OPERATION OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MACHINES**

**Murat Kylyshbaevich Bisenov**, Candidate, V.P. Goryachkin Institute of Mechanics and Energy, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, *bifernaya2022@mail.ru*

**Ekaterina Dmitrievna Ogneva**, Student of the Department of Tractors and Automobiles, IME named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, *ekat.ognewa@yandex.ru*

**Scientific Supervisor - Grigory E. Mityagin**, Ph.D., Associate Professor, V.P. Goryachkin Institute of Mechanics and Energy, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, *mityagin.msau-at@list.ru*

**Annotation:** The article discusses the importance of modernizing transport and technological machines to increase the efficiency of production and operation in the

*agro-industrial complex, since modern technologies and innovations play a key role in optimizing all stages of agricultural production, from sowing to harvesting. Modernization of transport and technological machines makes it possible to increase the productivity and efficiency of transport and technological machines with relatively low costs, which allows agricultural enterprises operating them to have competitive advantages compared to other market participants.*

**Key words:** *transport and technological machine, operational properties, modernization, digitalization, technological process, innovation*

Транспортные и транспортно-технологические машины являются основой производственных процессов производства и переработки сельскохозяйственной продукции, так как задействованы на всех этапах производства сельскохозяйственной продукции в растениеводстве и животноводстве [1, 2]. От них зависит как непосредственно полевые работы, так и все вспомогательные, начиная от доставки посевного материала и удобрений и завершая вывозом урожая с полей. Таким образом, от технического совершенства транспортных и транспортно-технологических машины зависит эффективность деятельности всех без исключения предприятий агропромышленного комплекса. В связи с этим транспортные и транспортно-технологические машины должны соответствовать запросам передовых инновационных технологий производства сельскохозяйственной продукции, то есть отвечать требованиям современных агротехнологий, экологичности и эффективности выполнения технологических операций.

#### **Методы исследования**

Модернизация транспортно-технологических машин, предназначенных для использования как в агропромышленном комплексе, так и на промышленных и транспортных предприятиях может включать множество различных аспектов каждый из которых представляет собой тему для углубленного рассмотрения. Рассмотрение процесса модернизации и определение его значимости можно вести двумя направлениями. В первом случае акцент смещается непосредственно на процесс модернизации и его технологическое обеспечение, а во втором случае пристально рассматриваем саму модернизируемую машину и результаты, которые можно будет достичь, используя ее на практике [3, 4]. Для определения какое значение модернизация имеет непосредственно на транспортно-технологические машины и предприятия, которые способны их реализовать был проведен анализ открытых новостных источников, а также опрос специалистов некоторых организаций, осуществляющих инновационную деятельность. Обобщение полученных сведений позволило сформулировать какое значение модернизация имеет применительно к машинам и предприятиям их модернизирующим.

#### **Результаты и обсуждение**

Модернизация транспортно-технологических машин, во-первых, может стать основой внедрения технологических инноваций как в производственный процесс, так и в конструкцию самих машин [4]. Например, при производстве

транспортно-технологических машин перспективными направлениями являются автоматизация процессов (внедрение роботов для сборки, сварки и покраски), внедрение в процесс производства аддитивных технологий для создания прототипов и мелких деталей, внедрение технологии «интернет вещей (IoT)» с установкой сенсоров для мониторинга состояния оборудования в реальном времени, применение искусственного интеллекта для оптимизации производственных процессов и предсказания отказов и неисправностей.

Модернизация транспортно-технологических машин в настоящее время должна предлагать экологические решения, которые должны включать разработку и производство электромобилей, гибридных или водородных транспортно-технологических машин, использование перерабатываемых и биоразлагаемых материалов, внедрение программ по повторному использованию, восстановлению и переработке старых автомобилей, транспортно-технологических машин и их компонентов.

Современное производство, реализующее на практике технологические процессы модернизации транспортно-технологических машин обязательно должно реализовывать программы повышения качества, включающие внедрение автоматизированных систем для проверки качества на всех этапах производства, а также так называемое Lean-производство – предполагающее оптимизацию процессов для снижения потерь и повышения эффективности. Кроме программ повышения качества при реализации программ модернизации транспортно-технологических машин следует учитывать методы управления ресурсами, которые, во-первых, предполагают оптимизацию цепочек поставок материалов и компонентов за счет использования современных технологий для управления запасами и логистики, во-вторых, более широкое использование модульных конструкций и модульной архитектуры для упрощения сборки и ремонта транспортно-технологических машин, в третьих, технологические процессы модернизации должны строиться на основе устойчивого управления ресурсами, то есть за счет внедрения практик для снижения потребления энергии и воды в том числе благодаря вторичному использованию компонентов, что позволяет сократить потребление первичных ресурсов.

Дополнительными аспектами, которые принимаются во внимание следует считать цифровизацию производственных процессов и самих транспортно-технологических машин, обеспечение безопасности производственного процесса и персонала предприятий, привлечение молодых специалистов, обеспечение повышения квалификации или переподготовки персонала производственных и сервисных предприятий, которым предстоит производить или обслуживать модернизированные транспортно-технологические машины.

Немного в стороне от технологических процессов модернизации транспортно-технологических машин, но при этом имеющим существенное влияние на них находятся процессы маркетинга и сбыта. Модернизированные транспортно-технологических машины не могут являться серийным продуктом поэтому потребителя такой техники надо не только искать, проводя различные исследования и выполняя анализ данных о клиентах на основе использования

больших данных для понимания потребительских трендов, но и фактически возвращать посредством реализации цифровой маркетинговой стратегии, основанной на использовании социальных сетей и онлайн-платформ для продвижения продукции, в том числе и на заказ с учетом индивидуальных предпочтений клиентов.

При оценке эксплуатационных свойств непосредственно самих транспортно-технологических машин при помощи модернизации можно добиться значительного повышения их эффективности, производительности и удобства эксплуатации за счет:

- увеличения мощности и производительности;
- улучшения технологий управления;
- повышения энергоэффективности;
- увеличения универсальности;
- улучшения комфорта и безопасности оператора;
- повышения надежности и долговечности;
- автоматизации и цифровизации;
- улучшения экологических характеристик.

Модернизация транспортных и транспортно-технологических машин может значительно повысить их эффективность, производительность и устойчивость к внешним факторам за счет следующих инновационных решений:

- увеличение мощности и производительности может быть реализовано путем установки более мощного двигателя при замене старого, установленного на машине, двигателя на современный, в том числе и электрический, более мощный и экономичный, а также установки автоматической или бесступенчатой трансмиссии для повышения эффективности работы или упрощенной трансмиссии, работающей в паре с электродвигателем;

- улучшения технологий управления достигается внедрением навигационных систем для точного ведения сельскохозяйственных работ, установкой систем автоматического управления для повышения точности и снижения нагрузки на оператора, внедрением интеллектуальных системы мониторинга, основанных на использовании датчиков для отслеживания состояния машин и оптимизации процессов;

- повышения энергоэффективности машины достигается внедрением электрических или гибридных двигателей, отвечающих не только за движение машины, но и за работу ее исполнительных механизмов и бортового технологического оборудования, установкой рекуперационного оборудования для накопления и повторного использования энергии, что благоприятно скажется на снижении расхода топлива и достижении целей декарбонизации, благодаря снижению выбросов CO<sub>2</sub>;

- увеличения универсальности достигается за счет создания модульных конструкций, определяющих multifunctionality машин, с расширением возможности выполнять различные агротехнологические задачи

или вариативность полезной нагрузки базового шасси за счет разработку и внедрения новых сменных навесных агрегатов для расширения функциональности и эффективности использования шасси;

- улучшения комфорта и безопасности оператора достигается оптимизацией рабочего места для повышения удобства управления машиной и снижения усталости;

- повышения надежности и долговечности достигается заменой устаревших агрегатов и узлов на современные, построенные из более прочных и легких материалов, а также внедрением систем мониторинга состояния машин для предсказания необходимости обслуживания, что становится возможным при использовании современных агрегатов и узлов;

- повышение уровня автоматизации машин и цифровизация процессов эксплуатации машины достигается использованием роботизированных систем для выполнения рутинных технологических операций, а также внедрением программного обеспечения для анализа данных о производительности машины и оперативного планирования работ в зависимости от зафиксированных изменившихся факторов;

- улучшение экологических характеристик достигается модернизацией машин позволяющей выполнять агротехнологические операции при минимальной обработке почвы, а также установкой оборудования для снижения выбросов или использования альтернативных источников энергии.

**Вывод.** Модернизация транспортно-технологических машин может стать основой развития предприятий ее реализующих благодаря инвестициям в инновационные компании и стартапы для внедрения новых технологий, совместным проектам с университетами по исследованию и разработке новых технологий, объединению усилий с другими производителями для разработки новых платформ и технологий.

### **Библиографический список**

1. Дидманидзе О. Н., Карев А. М., Пуляев Н. Н., Асадов Д. Г. Научные основы обеспечения эффективности технической эксплуатации перспективных транспортно-технологических машин. Монография / О. Н. Дидманидзе, А. М. Карев, Н. Н. Пуляев, Д. Г. Асадов. – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2008. – 113 с.

2. Измайлов А.Ю., Дидманидзе О. Н., Асадов Д. Г., Митягин Г.Е., Карев А.М. Техническая эксплуатация мобильных электроагрегатов. Монография / А.Ю. Измайлов, О. Н. Дидманидзе, Д. Г. Асадов, Г.Е. Митягин, А. М. Карев. – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2016. – 320 с.

3. Митягин, Г. Е., Андреев О.П., Рупасингхе А.А.В. Проблемы и перспективы производства и эксплуатации электротранспортных средств в России / Г. Е. Митягин, О.П. Андреев, А.А.В. Рупасингхе // Международный технико-экономический журнал. – 2022. – № 2. – С. 33-44

4. Митягин Г.Е., Бисенов М.К. Обзор примеров коммерческих проектов замены двигателей внутреннего сгорания автомобилей на электродвигатель // Техника и технология: теория и практика. 2023. №2 (8). С. 16-31.



УДК 631.349

**ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ШИРОКОЗАХВАТНЫЙ ОПРЫСКИВАТЕЛЬ  
АГРОХИМИЧЕСКОГО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА  
«ТУМАН» С ФИРМЕННОЙ СИСТЕМОЙ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ**

*Борисова Валентина Сергеевна, магистрант 3 курс, технологический факультет, [Blinova\\_oks@mail.ru](mailto:Blinova_oks@mail.ru)*

*Сардин Андрей Сергеевич, магистрант 3 курс, технологический факультет, [mak13a@mail.ru](mailto:mak13a@mail.ru)*

*Григорьев Анатолий Борисович, студент 3 курса, бакалавриат инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, [svenhm80@yandex.ru](mailto:svenhm80@yandex.ru)*

*Туленцева Ева Александровна, студент 3 курса, бакалавриат технологического факультета, [6tan.8181@mail.ru](mailto:6tan.8181@mail.ru)*

*Научный руководитель – Милюткин Владимир Александрович, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Технология производства и экспертиза продукции из растительного сырья», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, [oiapp@mail.ru](mailto:oiapp@mail.ru)*

*Аннотация.* Проведен экспертный обзор и анализ развития конструкторско-технологических схем отечественных модулей-итанговых опрыскивателей «Туман» многофункционального (5 технологических операций), модульного агрохимического комплекса «Туман» Самарского предприятия ООО «Пегас-агро» (РФ) со спутниковой системой навигации для параллельного вождения.

*Ключевые слова:* опрыскиватель, навигация, вождение, спутниковая система, параллельное вождение

**DOMESTIC WIDE-RANGE SPRAYER OF THE AGROCHEMICAL  
MULTIFUNCTIONAL COMPLEX "TUMAN" WITH A PROPRIETARY  
DIGITAL CONTROL SYSTEM**

*Borisova Valentina Sergeevna, 3rd year undergraduate, Faculty of Technology, [Blinova\\_oks@mail.ru](mailto:Blinova_oks@mail.ru)*

*Sardin Andrey Sergeevich, 3rd year undergraduate, Faculty of Technology, [mak13a@mail.ru](mailto:mak13a@mail.ru) Grigoriev Anatoly Borisovich, 3rd year student, Bachelor of Engineering Faculty, Samara State University, [svenhm80@yandex.ru](mailto:svenhm80@yandex.ru)*

*Tulentseva Eva Alexandrovna, 3rd year student, Bachelor of Technology Faculty, [6tan.8181@mail.ru](mailto:6tan.8181@mail.ru)*

*Scientific Supervisor – Milyutkin Vladimir Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department "Production Technology and expertise of products from vegetable raw materials", Samara State Agrarian University, [oiapp@mail.ru](mailto:oiapp@mail.ru)*

**Annotation.** An expert review and analysis of the development of design and technological schemes of domestic modules-rod sprayers "Tuman" multifunctional (5 technological operations), modular agrochemical complex "Tuman" of the Samara enterprise LLC "Pegas-agro" (RF) with a satellite navigation system for parallel driving.

**Key words:** sprayer, navigation, driving, satellite system, parallel driving

Агрохимическая работа на посевах сельхозкультур является обязательной технологической операцией по защите растений или их подкормке жидкими удобрениями при их возделывании для получения высокой урожайности, а также качества зерна и она, как правило, проводится штанговым опрыскивателем (Рисунок 1). Современные широкозахватные полевые агрегаты, к которым относятся опрыскиватели, в частности широкозахватный (28 м) штанговый опрыскиватель «Туман» ООО «Пегас-Агро» (Рисунок 1) обязательно оборудованы, через бортовой компьютер, спутниковой системой навигации для параллельного вождения по заданной программе. Данное оборудование [1-9] значительно облегчает работу агрегата с повышением урожайности и качества продукции на таких сложных операциях - как опрыскивание посевов пестицидами [1-2] и внесение жидких удобрений, для соблюдения стыковые междурядья, чтобы между проходами не было перекрытия и двойного внесения растворов. У сельхозмашин с небольшой шириной захвата указателем механизатору для параллельного вождения агрегата служит след от дискового маркера, а у широкозахватных машин, к которым относятся опрыскиватели и разбрасыватели удобрений, данная проблема значительно сложнее. На начальной стадии разработки сельхозмашин для этого служили сложные и не совсем надежные пенные слепо-указатели, современное же параллельное вождение сельхозмашин обеспечивается спутниковой системой Джи Пи Эс (GPS) или ГЛОНАС. Комплекс «Туман» работает в системе «точного земледелия» с собственной (ООО «Пегас-Агро») системой автоматического управления и контроля (Рисунок 2).



Туман 1



Туман-2



Туман-3

Рисунок 1 - Развитие штанговых опрыскивателей комплекса «Туман»

Современные широкозахватные полевые агрегаты, к которым относятся и опрыскиватели, в частности широкозахватный (28м) штанговый опрыскиватель «Туман» ООО «Пегас-Агро» (Рисунок 1) обязательно оборудованы через бортовой компьютер спутниковой системой навигации для автоматического вождения по заданной программе. Данное оборудование значительно облегчает работу агрегата на таких сложных и ответственных работах, как опрыскивание посевов пестицидами и внесение жидких удобрений, когда должны строго соблюдаться стыковые междурядья, чтобы в смежных проходах из-за перекрытия не было двойного внесения растворов хим. препаратов. И если у агрегатов с небольшой шириной захвата указателем для параллельного вождения является след на поле от дискового маркера, то у широкозахватных машин, к которым относятся опрыскиватели и разбрасыватели удобрений, данная проблема значительно сложнее и если на начальной стадии для этого служили пенные слепо-указатели для последующего прохода, то сегодня вождение сельскохозяйственных агрегатов основано на спутниковой системе Джи Пи Эс (GPS). Агрегат «Туман» имеет собственную, разработанную ООО «Пегас-Агро» современную систему дистанционного управления, с монитором, расположенным в кабине (Рисунок 2).

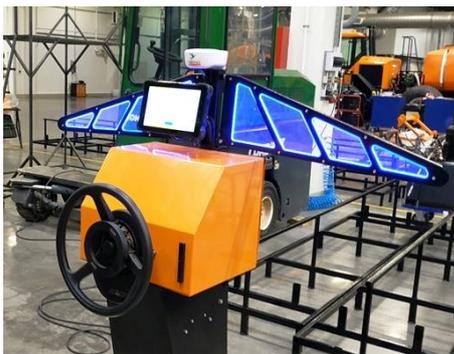


Рисунок 2 - Разрабатываемая ООО «Пегас-Агро» собственная система автоматизации параллельного вождения комплекса «Туман»

Фирма «Пегас-Агро» компьютерную систему автоматического управления и навигации с использованием сервопривода начала разрабатывать достаточно давно, что дало возможность управлять внесением технологического продукта в ручном и автоматическом режимах с рассчитанными и заданными нормами внесения для каждой секции, самостоятельно вести агрегат по параллельным

линиям, обеспечивая, в частности, высокую эффективность ночной работы, а также передавать необходимые данные и параметры в офис. Система простая и доступная для пользователя, но, при этом, обеспечивающей точность внесения до 20 см, то есть на уровне западных аналогов. Она может автоматически подключаться к различным системам глобального позиционирования – в зависимости от того, чей из них спутник оказывается над полем в конкретный момент времени. Самарский ГАУ, плодотворно сотрудничая с ООО «Пегас-Агро», имея оборудованный фирменный учебный класс на инженерном факультете и комплекс «Туман-3» последней модификации с модулями: «опрыскиватель» и «мульти-инжектор» проводит широкие исследования по совершенствованию технологий возделывания различных сельхозкультур с использованием инновационных удобрений ПАО «КуйбышевАзот» [4-10] с повышением урожайности до 50% и выше и хорошим качеством продукции.

### Библиографический список

1. Лысов А.К. Современные опрыскиватели для интеллектуального растениеводства//Защита и карантин растений. 2015. № 5. С. 30-32. Лысов А.К., Гончаров Н.Р. Использование цифровых технологий в защите растений//Защита и карантин растений. 2023. № 9. С. 3-9.
2. Хайнкель Р. Внесение жидких удобрений с помощью полевых опрыскивателей//Защита и карантин растений. 2010. 1. С. 39-41.
3. Милюткин В.А., Канаев М.А., Милюткин А.В. Разработка машин для подпочвенного внесения удобрений на основании агробиологических характеристик растений//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 3. С. 9-13.
4. Милюткин В.А., Длужевский Н.Г., Цирулев А.П., Попов А.В. Исследование эффективности инновационной технологии внесения жидких удобрений КАС внутрипочвенно и поверхностно агрегатами «Пегас-Агро»//В сборнике: Актуальные вопросы агропромышленного комплекса России и за рубежом. Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, профессора, доктора сельскохозяйственных наук Хуснидинова Шарифзяна Кадировича. Молодёжный. 2021. С.114-121.
5. Милюткин В.А., Несмеянова Н.И., Беляев М.А. Эффективность ресурсосберегающих элементов применения удобрений при внедрении прямого посева// АгроXXI. 2007. №7-9. С.39-41.
6. Милюткин В.А., Ларионов Ю.В., Канаев М.А. Способ и устройство для внесения удобрения при культивировании. Патент на изобретение RU 2376743 С2, 27.12.2009. Заявка № 200-7132386/12 от 27.08.2007.
7. Буксман В.Э., Милюткин В.А., Перфилов А.А., Толпекин С.А., Константинов М.М. Совершенствование конструкции рабочих органов и агрегатов для внутрипочвенного внесения минеральных удобрений//Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (70). С. 127-130.

8. Милюткин В.А., Иванов В.А., Попов А.В. перспективные инновационные техника и технологии для внесения жидких азотных минеральных удобрений КАС//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1. С. 38-47.

9. Milyutkin V.A., Sysoev V.N., Trots A.P., Guzhin I.N., Zhiltsov S.N. Technical and technological operations for the adaptation of agriculture to global warming conditions//В сб.: Bio web of conferences. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Techno-logy, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). EDP Sciences, 2020. С. 00075.

## РОЛЬ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Буранов Роман Вадимович**, студент 3 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, [buranov.roman2015@gmail.com](mailto:buranov.roman2015@gmail.com)

**Научный руководитель - Волкова Светлана Николаевна**, к.т.н., доцент, доцент кафедры инженерной и компьютерной графики, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, [s.volkova@rgau-msha.ru](mailto:s.volkova@rgau-msha.ru)

**Аннотация.** Произведён анализ использования электрогенераторов для нужд сельского хозяйства. По результатам исследования сделаны выводы о необходимости применения электрогенераторов в сельском хозяйстве, также выявлены как преимущественные факторы, так и отрицательные.

**Ключевые слова:** электроэнергетика, электроэнергетика, сельское хозяйство, факторы, линии электропередач.

## THE ROLE OF ELECTRIC GENERATORS IN AGRICULTURE

**Buranov Roman Vadimovich**, 3rd year undergraduate student of the V.P. Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [buranov.roman2015@gmail.com](mailto:buranov.roman2015@gmail.com)

**Scientific Supervisor - Volkova Svetlana Nikolaevna**, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Engineering and Computer Graphics, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [s.volkova@rgau-msha.ru](mailto:s.volkova@rgau-msha.ru)

**Annotation.** The analysis of the use of electric generators for the needs of agriculture has been carried out. According to the results of the study, conclusions were drawn about the need to use electric generators in agriculture, and both advantageous and negative factors were also identified.

**Key words:** electric power industry, electric power industry, agriculture, factors, power lines.

В сельском хозяйстве электрогенераторы играют важную роль, обеспечивая надежное энергоснабжение далеких ферм и хозяйств. В условиях, когда постоянное подключение к централизованной электросети не всегда гарантировано, электрогенераторы становятся жизненно важным источником энергии для разнообразных сельскохозяйственных операций. Современные электрогенераторы, способные работать как на биотопливе, так и на дизельном

топливе, предоставляют возможность выбора более экологически безопасного варианта энергоснабжения. Благодаря своей портативности и простоте использования, они помогают решить проблемы с перебоями в электроснабжении и обеспечить непрерывную работу агрегатов на фермах.

На сельскохозяйственных предприятиях электрогенераторы играют важную роль, обеспечивая непрерывность работы технологического оборудования. Они компенсируют возможные перебои в электроснабжении, обеспечивая стабильность процессов на фермах, птицефермах и сельскохозяйственных кооперативах. Благодаря этим устройствам можно эффективно применять современные технологии, включая автоматизацию производства, системы полива и обогрев складов.

Использование электрогенераторов в сельском хозяйстве приносит огромные выгоды. Первоочередная польза заключается в обеспечении стабильного и надежного источника энергии в отдаленных районах, где отсутствует возможность подключения к централизованной электросети. Это позволяет аграрным предприятиям не зависеть от внешних источников энергии и обеспечивать бесперебойную работу оборудования, такого как насосы и освещение. Таким образом, электрогенераторы играют ключевую роль в повышении эффективности производства, улучшении качества продукции и условий работы для сотрудников. Они существенно способствуют успешному функционированию сельскохозяйственных предприятий, обеспечивая необходимой энергией и способствуя устойчивому развитию аграрного сектора [1].

Использование электрогенераторов в сельском хозяйстве имеет множество выгод. Сначала, благодаря генераторам, возможно сохранять продукты сельского хозяйства в оптимальных условиях, что экономит как время, так и ресурсы. Например, при отключении электричества, электрогенератор может поддерживать работу системы охлаждения на ферме, предотвращая потерю ценных продуктов. Во-вторых, электрогенераторы способствуют улучшению безопасности и экологической стабильности в сельском хозяйстве. За счет использования генераторов на альтернативных источниках энергии, таких как солнечные или ветровые панели, можно сократить выбросы вредных веществ и уменьшить зависимость от традиционных энергетических ресурсов.

Экологически чистые источники энергии, такие как электрогенераторы, играют важную роль в обеспечении надежного электроснабжения для различных сельскохозяйственных потребностей. Дизельные электрогенераторы, известные своей высокой производительностью и надежностью, являются одним из популярных вариантов технологий для удовлетворения потребностей сельского хозяйства. На полях, фермах и животноводческих хозяйствах эти электрогенераторы играют ключевую роль, повышая эффективность и устойчивость производства [2].

В сельской местности сельскохозяйственные предприятия могут выбирать из разнообразия технологий и типов электрогенераторов оптимальное оборудование, обеспечивающее стабильное энергоснабжение. Мощность

системы на сельскохозяйственных предприятиях можно увеличить при необходимости с использованием модульных электрогенераторов, которые представляют собой гибкое решение. Для выбора оптимального источника энергии в зависимости от конкретных потребностей и условий эксплуатации широко используются бензиновые и газовые генераторы.

Аграрные предприятия активно внедряют современные технологии электрогенерации, что способствует повышению конкурентоспособности и эффективности производства в сельском хозяйстве. Расширение перспектив использования электрогенераторов в аграрном секторе является неотъемлемой частью развития отрасли. Важным направлением является переход к более экологически чистым и энергоэффективным генераторам, работающим на альтернативных источниках энергии, таких как солнечная или ветровая энергия. Задача повышения доступности и надежности электроснабжения сельскохозяйственных объектов с использованием электрогенераторов становится все более актуальной [3, 4].

Использование электрогенераторов на базе возобновляемых источников энергии - отличное решение для сельскохозяйственных предприятий, учитывая повышение цен на энергоносители, включая электроэнергию. Это позволяет обеспечить необходимую энергию для работы оборудования на полях и фермах, а также для осветительных систем и систем мониторинга и автоматизации процессов. В условиях роста числа сельскохозяйственных предприятий, особенно в малоразвитых регионах, электрогенераторы становятся неотъемлемой частью инфраструктуры, обеспечивающей энергетическую самодостаточность и эффективность производства.

В будущем электрогенераторы будут иметь все большее значение и важность в современном сельском хозяйстве, учитывая перспективы их использования в аграрном секторе.

### **Библиографический список**

1. Хорольский В.Я., Украинцев М.М., Шемякин В.Н., Исупова А.М. Оценка качества систем автономного электроснабжения методом экспертного опроса // Сельский механизатор. 2021. № 9. С. 28–29.

2. Архив погоды в Ростове-на-Дону с 1999 года [Электронный ресурс] // RostovMeteo.ru – URL: <http://www.rostovmeteo.ru/archive.php> (дата обращения 05.02.2021).

3. Закиров И.В. Получение функций энергетического и аккумуляторного периодов ветра для заданной скорости // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ, 2016. № 03 (117). IDA [articleID]:1171603072. URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/03/pdf/72.pdf>

4. Чурляева, О.Н. Особенности работы электродвигателей в сельском хозяйстве / О.Н. Чурляева, Д.А. Рыбалкин // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы V Международной научно-практической конференции, Саратов, 01–30 апреля 2014 года / Под редакцией В.А. Трушкина. – Саратов:

ООО "Буква" (Саратов), 2014. – С. 345-347.

УДК 623.485.5

## **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОТКРЫТОГО И ЗАКРЫТОГО ХРАНЕНИЯ МАШИН НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ПОКРЫТИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ**

**Ванчуров Сергей Игоревич**, студент 1 курса магистратуры института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, [svan0000@mail.ru](mailto:svan0000@mail.ru)

**Чернова Ирина Александровна**, студентка 1 курса магистратуры института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, [iriska715@gmail.com](mailto:iriska715@gmail.com)

**Научный руководитель - Апатенко Алексей Сергеевич**, к.т.н., доцент кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, [a.apatenko@rgau-msha.ru](mailto:a.apatenko@rgau-msha.ru)

**Аннотация.** В статье представлены оптимальные условия хранения для обеспечения максимальной долговечности покрытия металлоконструкций, эффективность защитных покрытий при различных условиях хранения, рекомендации по оптимизации условий хранения для увеличения срока службы покрытий.

**Ключевые слова:** хранение, коррозия, оборудование, долговечность, сельскохозяйственная техника.

## **INFLUENCE OF CONDITIONS OF OPEN AND CLOSED STORAGE OF MACHINES ON DURABILITY OF METAL STRUCTURES COATING**

**Vanchurov Sergey Igorevich**, 1st year master's student of the Institute of Mechanics and Power Engineering V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [svan0000@mail.ru](mailto:svan0000@mail.ru)

**Chernova Irina Aleksandrovna**, 1st year master's student of the Institute of Mechanics and Power Engineering V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [iriska715@gmail.com](mailto:iriska715@gmail.com)

**Scientific Supervisor - Apatenko Alexey Sergeevich**, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [a.apatenko@rgau-msha.ru](mailto:a.apatenko@rgau-msha.ru)

**Annotation.** The article presents optimal storage conditions to ensure maximum durability of metalwork coatings, the effectiveness of protective coatings under different storage conditions, recommendations for optimizing storage conditions to increase the service life of coatings.

**Key words:** storage, corrosion, equipment, durability, agricultural machinery.

При рассмотрении данной темы мы ставим перед собой следующие цели: определить оптимальные условия хранения для обеспечения максимальной долговечности покрытия металлоконструкций, провести сравнительный анализ эффективности защитных покрытий при различных условиях хранения. Также надо сделать выводы о влиянии условий хранения на долговечность покрытия металлоконструкций и предложить рекомендации по оптимизации условий хранения для увеличения срока службы покрытий.



Рисунок 1- Парковка ёлочного типа (открытое хранение)

**Хранение машин** – составная часть плано-предупредительной системы их технического обслуживания и ремонта. Машин изнашиваются не только во время эксплуатации, но и во время хранения. Износ машин при хранении происходит под воздействием дождя, снега, ветра, солнечных лучей и резких колебаний температуры. При неправильной установке машин на хранение происходит деформация рам. Особенно большой износ машин вызывает коррозия. Исследованиями установлено, что детали, поверхности которых подверглись коррозии, при эксплуатации изнашиваются в 1,5...2 раза быстрее по сравнению с такими же деталями, защищенными от коррозии.

По продолжительности различают три вида хранения машин и оборудования: *межсменное* (до десяти дней), *кратковременное* (от десяти дней до двух месяцев) и *длительное* (свыше двух месяцев). В зависимости от вида и срока хранения определяется объем работ по подготовке машин к хранению.

Допускаются три способа хранения техники:

1. *открытый* (техника размещается на открытых площадках или под навесом)
2. *закрытый* (предусматривает хранение машин в помещениях. При этом обеспечивается надежное сохранение машин и уменьшаются затраты труда и средств на техническое обслуживание машин)
3. *комбинированный* (хранения техники предусматривает совмещение открытого и закрытого способов. Агрегаты, узлы и детали машин, подвергающиеся большому разрушению при непосредственном взаимодействии с внешней средой, хранят в закрытых помещениях, а более устойчивые – на открытых площадках или под навесами)

Выбор способа хранения обуславливается конструкцией машин, природно-климатическими условиями и имеющейся материально-технической базой.



**Рисунок 2 – Прямая парковка (открытое хранение)**

Для хранения машин строят машинные двory. Крупногабаритные машины можно хранить в производственных помещениях на месте их установки.

На машинных дворах должны иметься гаражи, навесы и служебные помещения; специально подготовленные площадки для регулировки и комплектования машин и агрегатов; склады для хранения агрегатов, узлов и деталей, снимаемых с машин; площадки для списанной и подлежащей списанию техники. Необходимы также подсобные помещения для оформления документов, моечные площадки с эстакадой, оборудование для нанесения антикоррозийных покрытий (защитных смазок, предохранительных составов и лакокрасочных покрытий), грузоподъемное оборудование, механизмы приспособления и подставки для установки машин, противопожарное оборудование и инвентарь (противопожарные щиты, ящики, противопожарные резервуары). Территория машинного двора должна иметь твердое покрытие и ограждаться.

Площадки для открытого хранения машин должны иметь твердое покрытие, водоотводные каналы и уклоны  $2...3^\circ$  для стока воды. Машины устанавливают на хранение, как правило, по маркам с соблюдением соответствующих интервалов между ними: в одном ряду не менее  $0,7$  м и не менее  $6$  м между рядами

Исследования показывают, что условия хранения автомобилей имеют значительное влияние на долговечность покрытия металлоконструкций. Рассмотрим как открытый и закрытый способы хранения могут повлиять на состояние покрытия автомобиля:



**Рисунок 3 – Открытое хранение тракторной техники**

1. Открытый способ хранения

- Воздействие атмосферных условий, таких как солнце, дождь, снег и ветер, может привести к выцветанию краски и появлению коррозии на металлических деталях
- Повышенная влажность и конденсация влаги могут способствовать образованию ржавчины и других повреждений на поверхности металла
- Попадание пыли, грязи и других загрязнений на автомобиль также может негативно сказаться на состоянии покрытия



**Рисунок 4- Закрытое хранение техники**

2. Закрытый способ хранения

- Защита от атмосферных условий, вандализма и кражи способствует сохранению внешнего вида автомобиля и долговечности покрытия металлоконструкций
- Уменьшенный риск коррозии и повреждений благодаря отсутствию прямого воздействия влаги, солнца и других агрессивных факторов
- Сохранение цвета и блеска кузова на протяжении длительного

времени при правильном хранении

Организация работ в период хранения машин и оборудования и при снятии их с хранения

Перед постановкой на хранение каждая машина должна быть тщательно очищена от пыли и грязи, и должно быть проведено очередное техническое обслуживание.

Поврежденная окраска на деталях, узлах и агрегатах машин должна восстанавливаться путем нанесения лакокрасочного покрытия или защитной смазки. Наименования и количество снимаемых деталей, узлов и агрегатов машин, требующих складских условий хранения, определяются в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

Машины устанавливаются на подставки в горизонтальном положении с целью предотвращения перекоса рам и для разгрузки пневматических колес и рессор.

Осуществляется герметизация блоков и корпусов и при необходимости укрытие их защитными устройствами.

В аккумуляторных батареях проверяют уровень и плотность электролита согласно заводской инструкции.

При снятии машин с хранения освобождают их от подставок и подкладок, очищают их от предохранительной смазки, пыли и грязи, удаляют герметизирующие устройства, устанавливают снятые на период хранения агрегаты, сборочные единицы и детали. Заправив машину топливо-смазочными материалами, проверяют исправность ее механизмов прокручиванием вручную.

При наличии у машины двигателя осуществляют запуск двигателя и делают проверку его работы в различных режимах.

Снижение потерь металла в результате коррозионного разрушения является актуальной проблемой, стоящей перед эксплуатационниками в процессе подготовки сельскохозяйственной техники к длительному хранению. При выполнении данной технологической операции необходимо особое внимание уделять консервации стыковых и сварных соединений. Наиболее распространенным способом противокоррозионной защиты наружных поверхностей сельскохозяйственных машин при подготовке к хранению является их консервация различными защитными материалами. Основными критериями выбора консервационных материалов являются коррозионная агрессивность окружающей среды, способ хранения, состояние защищаемой поверхности, продолжительность защиты, технологичность нанесения, потребность в расконсервации.

Таким образом, закрытое хранение автомобиля обеспечивает более благоприятные условия для сохранения покрытия металлоконструкций, увеличивая его долговечность и предотвращая различные виды повреждений. В то время как открытое хранение подвергает автомобиль риску более быстрого износа и потери привлекательного внешнего вида из-за воздействия внешних факторов.

### **Библиографический список**

1. Кравченко, И.Н. Оценка надежности машин и оборудования / И.Н. Кравченко [и др.] –М.: Альфа-М: Инфра-М, 2012.
2. Ерохин, М.Н. Детали машин / М.Н. Ерохин, С.П. Казанцев –М.: ТРАНСЛОГ, 2018.
3. Синельников, А.Ф. Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования / А.Ф. Синельников. –М.: Академия, 2014.

УДК 658.562.6

## **ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕНЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОРЕННЫХ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ПРИ РЕМОНТЕ ДВИГАТЕЛЕЙ**

*Вергазова Каталина Яновна, студент 3 курса бакалавриата института механики и энергетики им. В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, uverg@mail.ru*

*Научный руководитель - Леонов Олег Альбертович, доктор технических наук, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, oaleonov@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Выделена роль контроля в формировании качества ремонта коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания. Рекомендовано для контроля шеек коленчатых валов при ремонте двигателей использовать цифровые микрометры вместо простых аналоговых.

*Ключевые слова:* ремонт двигателя, коленчатый вал, контроль, погрешность измерений, брак при контроле.

## **THE CHOICE OF MEANS OF CHANGE FOR THE CONTROL OF THE CRANKSHAFT ROOT NECKS DURING ENGINE REPAIR**

*Vergazova Catalina Yanovna, 3rd year undergraduate student of the V.P. Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, uverg@mail.ru*

*Scientific Supervisor - Leonov Oleg Albertovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, oaleonov@rgau-msha.ru*

*Annotation.* The issues of using new and worn calipers and universal measuring instruments for monitoring crankshaft necks during engine repairs are considered. An assessment of the consequences due to the use of measuring instruments with errors exceeding the permissible values has been carried out. It is recommended to use calipers to control the necks after processing the shafts for the repair size.

*Key words:* engine repair, crankshaft, control, measurement error, defective control.

Производству и ремонту отечественных машин для агропромышленного комплекса уделяется значительное внимание [1], разрабатывается новая техника, конструируются новые агрегаты и сборочные единицы с применением посадок высокой точности, как с зазорами [2,3], так и с натягами [4,5]. Повышение точности посадок и деталей требует использования более точных средств измерений, испытаний и контроля [6,7].

Двигатели внутреннего сгорания широко применяются в современной технике, в том числе в комбайнах, самоходных сельхозмашинах, энергетических установках.

Двигатели отечественного производства, такие как ЗМЗ-405, ЯМЗ-236 и Д-144 широко используются в технике для сельского хозяйства. Основной нагруженной деталью двигателя, подверженной износу, является коленчатый вал. При ремонте двигателей внутреннего сгорания коленчатые валы восстанавливаются под ремонтный размер путем шлифования шеек на специальном оборудовании.

В таблице 1 представлены контролируемые параметры коренной и шатунной шеек коленчатого вала двигателей ЯМЗ.

Таблица 1

**Параметры контроля шеек коленчатого вала двигателей ЯМЗ**

Контролируемый параметр	Размер с отклонениями	Размер, допустимый без ремонта, мм	Допуск размера, мкм	Допускаемая погрешность измерений, мкм
Коренная шейка	110 <sub>-0,022</sub>	-	22	±6
Шатунная шейка	88 <sub>-0,022</sub>	-	22	±6

Рассмотрим процесс контроля коренных шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ после обработки под ремонтный размер 110<sub>-0,022</sub> мм. В табл. 2 приведены данные по расчету количества неправильно принятых и неправильно забракованных шеек при применении рекомендованного в нормативной документации простого микрометра МК125-0,01, а также рычажного микрометра МРИ125-0,001 и скобы индикаторной СИ 125 с цифровой головкой.

Для контроля коренной шатунной шейки коленчатого вала, имеющих допуск 22 мкм и допускаемую погрешность измерений ±6 мкм, необходимо выбрать средство измерений, удовлетворяющее условию [8]:

$$\Delta_{lim} \leq \delta, \quad (1)$$

где  $\Delta_{lim}$  – предельная погрешность средства измерений;  $\delta$  - допускаемая погрешность измерения.

Условие (1) достаточно грубо обеспечивает выбор средства измерений, так, использование микрометра МК-125-0,01 с точностью отсчета 0,01 мм, диапазоном измерений 100-125 мм и предельной погрешностью  $\Delta_{lim} = \pm 15$  мкм, согласно условию (1) запрещено, так как идет нарушение установленной границы ±6 мкм. Из-за таких нарушений могут возникать внутренние потери при контроле [9].

В таблице 2 приведен расчет показателей разбраковки и экономии от замены микрометра МК-125 на рычажный микрометр МКЦ-125-0,001 с цифровой головкой, которая имеет точность отсчёта 0,001 мм, при контроле диаметров клапанов двигателей ЯМЗ во время ремонта.

Таблица 2

**Результаты расчета потерь от погрешности измерений при обработке коренных шеек двигателя ЯМЗ под ремонтный размер**

Параметр	Средство измерений	
	МК125	МРЦ125
Контролируемый размер, $D$ , мм	110 <sub>-0,022</sub>	
Предельная погрешность СИ, $\Delta_{lim}$ , мкм	±15	±5
СКО погрешности измерения, $\sigma_{мет}$ , мкм	7,5	2,5
Точность технологического процесса, $T/\sigma_{тех}$	4	4
Коэффициент точности измерения, $A_{мет}$ , %	34	11
Количество неправильно принятых шеек, $m$ , %	3,2	1,2
Количество неправильно забракованных шеек, $n$ , %	13	4,1
Итого брака, %	16,2	5,3
Стоимость коленчатого вала, руб.	140000	
Затраты на устранение последствий от установки бракованного вала в двигатель, руб.	12000	
Программа ремонта двигателей	1000	
Экономия от сокращения неправильно забракованных валов, млн. руб.	-	12,46
Экономия от уменьшения количества неправильно принятых клапанов, млн. руб.	-	1,308

После обработки шеек коленчатого вала применяется сплошной контроль, все шейки в результате контроля принимаются как годные, но из-за погрешности измерений микрометром МК-125 формируется брак 16,2 %, причем из него неправильно забракованных в виде годных, которые попали в брак 13 %. При обнаружении такого брака возникают потери в виде затрат на обработку данных шеек под следующий ремонтный размер, что увеличивает себестоимость ремонта. А в случае не обнаружения 3,2% неправильно принятых шеек возможен отказ у потребителя. Применение цифрового микрометра МКЦ-125-0,001, который имеет погрешность измерений ±5 мкм, происходит значительное снижение неправильно забракованных шеек (всего 4,1%) и неправильно принятых шеек (всего 1,2%), что приводит к экономии, указанной в таблице 1. Следует иметь ввиду, что по данным сайта Челябинского инструментального завода, микрометр МКЦ-125 0,001 ЧИЗ стоит 32768 руб., а микрометр МК-125 0,01 ЧИЗ – 12051 руб. В подавляющем большинстве случаев при покупке ремонтным предприятием средства контроля диаметров шеек выбор менеджеров и мастеров склоняется к микрометру МК-125 0,01, так как он дешевле в 2,5 раза. Потери при этом никто не рассчитывает и

о них никто не задумывается. Ведь фраза «Точность – вежливость королей, но обязанность для их подданных» до сих пор актуальна. Потери определены в таблице 2. Так что использование более точного средства контроля из числа универсальных средств измерений всегда принесет экономический эффект.

**Вывод.** Выделена роль контроля в формировании качества ремонта коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания. Рекомендовано для контроля шеек коленчатых валов при ремонте двигателей использовать цифровые микрометры вместо обычных.

### Библиографический список

1. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Вестник машиностроения. 2023. Т. 102, № 8. С. 701-704.

2. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова [и др.] // Трение и износ. 2023. Т. 44, № 3. С. 261-269.

3. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Вергазова Ю. Г. Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки // Трение и износ. 2024. Т. 45, № 4. С. 327-334.

4. Обоснование посадок соединений со шпонками / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова, Д. У. Хасьянова // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2022. № 6. С. 65-71.

5. Расчет посадок соединений упругих втулочно-пальцевых муфт с валами / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Вестник машиностроения. 2023. Т. 102, № 2. С. 96-101.

6. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж. Нормирование погрешности косвенных измерений при приёмо-сдаточных испытаниях двигателей // Измерительная техника. 2022. № 8. С. 23-27.

7. Методика оценки брака: процесс контроля коренных шеек коленчатых валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Агроинженерия. 2023. Т. 25, № 6. С. 39-45.

8. Инструментальный контроль дефектов коренных опор блока цилиндров / О. А. Леонов, В. К. Зимогорский, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Агроинженерия. 2024. Т. 26, № 2. С. 65-70.

9. Оценка и анализ внутренних потерь при производстве продукции на машиностроительных предприятиях / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Вестник машиностроения. 2023. Т. 102, № 5. С. 421-426.

УДК 519.876.5

## **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УРОВНЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ТС**

***Видникевич Сергей Максимович**, магистр 2 курса института механики и энергетики им. В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, vidnikevichsergei@mail.ru*

***Научный руководитель - Шкаруба Нина Жоровна**, д.т.н., доцент, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, shkaruba@rgau-msha.ru*

***Аннотация.** Разработана методика для оценки уровня стандартизации и цифровизации процессов предприятий технического сервиса. В результате исследований были выделены процессы системы стандартизации и определены их уровни зрелости. Методика позволяет подобрать необходимые для функционирования или улучшить уже имеющиеся на предприятии процессы, тем самым увеличив эффективность работы организации.*

***Ключевые слова:** цифровизация, стандартизация, оценка процессов, управление процессами.*

## **METHODOLOGY FOR ASSESSING THE LEVEL OF STANDARDIZATION AND DIGITALIZATION OF PROCESSES OF A TS ENTERPRISE**

***Vidnikevich Sergey Maksimovich**, 2nd year master of the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, vidnikevichsergei@mail.ru*

***Scientific supervisor - Shkaruba Nina Zhorovna**, D.Sc. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, shkaruba@rgau-msha.ru*

***Annotation.** A methodology has been developed for assessing the level of standardization and digitalization of processes of technical service enterprises. As a result of the research, the processes of the standardization system were identified and their maturity levels were determined. The methodology allows you to select the processes necessary for functioning or improve the existing ones at the enterprise, thereby increasing the efficiency of the organization.*

*Key words: digitalization, standardization, process evaluation, process management.*

Стандартизация и цифровизация процессов является актуальный трендом в различных сферах производства. За последние десятилетие стало очевидным, что без внедрения современных цифровых технологий ни одна отрасль, ни одно производство не сможет развиваться и конкурировать как внутри страны, так и на мировом рынке [1].

В настоящее время неотъемлемый этап гармоничного развития и роста современного предприятия становится стандартизация и цифровое моделирование бизнес-процессов, особенно это важно на этапе разработки и внедрения системы менеджмента качества [2]. Моделирование бизнес-процессов с помощью современных ИТ-подходов является важнейшим резервом для повышения эффективности и надежности производственных предприятий и организаций [3, 4].

Система стандартизации – это комплекс определенных подходов, инструментов и возможностей, которые обеспечивают описание процессов, разработку, ввод их в действие, контроль исполнения и так далее.

Создание системы стандартизации является первым шагом к цифровизации процессов на предприятиях ТС. Система стандартизации состоит из следующих элементов: Управление системой стандартизации процессов;

- Описание оптимизации процессов;
- Разработка и актуализация НМД;
- Ввод НМД в действие;
- Поддержка базы знаний и web-портала.

Управление системой стандартизации процессов: основным результатом стандартизации этого процесса будет являться возможность функционирования и развития системы стандартизации процессов и создание их цифровых двойников. Описание и моделирование процессов: улучшение деятельности для выбора направления, которое поможет в достижении целей, поставленных предприятием. При моделировании производственных процессов широко применяются такие нотации как IDEF0 [5, 6] и BPMN [7]. В зависимости от вида процесса можно сделать вывод о применимости к его модели различных способов анализа и информатизации [8]. Разработка и актуализация НМД: возможность создания эффективных стандартов. К основным результатам можно отнести разработку регламента. Ввод НМД в действие: введение в действие разработанных ранее эффективных стандартов. Поддержка базы знаний и web-портала: осуществимость получения доступа к базе знаний организации. Возможность быстрого доступа к информации.

Учитывая систему стандартизации и цифровизации процессов, можно оценить ее зрелость. Для оценки уровня стандартизации и цифровизации процессов на предприятии следует воспользоваться табл.1. Цветом в этой табл.1 показано состояние процессов системы.

- Оранжевый цвет – процесса нет, цифра «0».

- Желтый цвет – процесс есть, но работает недостаточно эффективно, оценка «0,5».
- Зеленый цвет – процесс есть, эффективная работа, оценка «1».

*Уровни табл.1. соответствуют уровню зрелости компании. Они показывают процентное соотношение функционирующих процессов системы стандартизации.*

Таблица 1

**Уровни развития системы стандартизации процессов**

Наименование процесса системы стандартизации и цифровизации	Уровень I	Уровень II	Уровень III	Уровень IV	Уровень V
<b>1. Управление системой стандартизации и цифровизации процессов</b>					
1.1. Выбор процессов для регламентации и цифровизации	0	0,5	1	1	1
1.2. Планирование описания, регламентации, актуализации и цифровизация процессов	0	0,5	1	1	1
1.3. Оперативный мониторинг и контроль исполнения плана	0	0	0,5	1	1
1.4. Анализ эффективности системы стандартизации и цифровизации процессов	0	0	0	0,5	1
1.5. Развитие системы стандартизации и цифровизации процессов	0	0	0,5	0	1
<b>2. Описание и оптимизация процессов</b>					
2.1. Формирование рабочих групп	0,5	1	1	1	1
2.2. Описание и анализ процессов	0	0,5	0,5	1	1
2.3. Проведение моделирующих сессий	0	0	0,5	0,5	1
2.4. Проведение совещаний по моделям процессов	0	0	0,5	1	1
2.5. Инициация проектов оптимизации процессов	0	0	0	0,5	1
2.6. Контроль качества моделей процессов	0	0	0	0	1
2.7. Валидация моделей процессов	0	0	0	0	1
<b>3. Разработка / актуализация НМД</b>					
3.1. Контроль сроков	0	0,5	1	1	1

актуализации НМД					
3.2. Разработка проектов НМД	0,5	0,5	1	1	1
3.3. Разработка методов контроля исполнения НМД	0,5	0,5	0,5	1	1
3.4. Контроль качества НМД	0	0	0,5	1	1
3.5. Валидация НМД	0	0	0	0,5	1
3.6. Согласование проектов НМД	0	0,5	1	1	1
3.7. Формирование планов ввода НМД в действие	0	0	0	0,5	1
3.8. Утверждение НМД	0	0,5	1	1	1
4. Ввод НМД в действие					
4.1. Внесение НМД в Реестр	0,5	0,5	1	1	1
4.2. Помещение утвержденных НМД в базу знаний компании	0	0	0,5	0,5	1
4.3. Управление уведомлениями об изменениях НМД	0	0	0	0,5	1
4.4. Инструктаж сотрудников	0,5	0,5	0,5	1	1
4.5. Обучение сотрудников по НМД	0	0,5	0,5	1	1
4.6. Аттестация сотрудников на знание НМД	0	0,5	0,5	1	1
4.7. Контроль исполнения НМД и поддержка сотрудников во время переходного периода	0	0	0	1	1
4.8. Оценка эффективности использования НМД	0	0,5	0,5	1	1
5. Поддержка базы знаний и web-портала					
5.1. Размещение информации на web-портале	0,5	0	0,5	1	1
5.2. Внесение изменений в базу знаний компании	0	0,5	1	1	1
5.3. Анализ использования web-портала сотрудниками	0	0	0,5	1	1
Всего	3	8	16	24,5	31
	9,70%	25,80%	51,60%	79,00%	100%

Рассмотрим пример оценки уровня стандартизации и цифровизации процессов на условном предприятии ТС. Как видно из табл. 1, на 1 уровне зрелости у компании, которая используется в качестве примера, отсутствуют

основные процессы системы стандартизации, а работающие не превышают 10% от максимально возможного результата. Отсутствие таких важных процессов как, например, «планирование описания, регламентации, актуализации и цифровизация бизнес-процессов» или «контроль качества моделей процессов» негативно влияет на экономическую составляющую предприятия. Важно отметить, что в табл. 1 показатели расставлены для примера так, чтобы продемонстрировать возможные проценты уровней зрелости. В действительности на первом уровне зрелости стандартизированные процессы составляют 10 - 20% от полностью работающих, как на пятом уровне.

На втором уровне зрелости у компании уже появляются, а где-то и эффективно работают процессы стандартизации, но по-прежнему нет основных процессов, о важности которых говорилось ранее. И процент внедренных процессов на предприятии 2 уровня зрелости составляет около 25%. Сам же второй уровень зрелости находится в пределах от 20 до 40%.

На третьем уровне зрелости предприятия практически все процессы системы стандартизации внедрены и процент их эффективности относительно возможных 100% будет находиться в районе 50%. Порог перехода на текущий уровень зрелости – 40%, следующий уровень – 60%.

На четвертом уровне зрелости, как правило работают уже практически все процессы, а их эффективность доходит до 85%.

У компаний пятого уровня все процессы системы стандартизации внедрены и каждый эффективно работает. Есть небольшие исключения, в виде не до конца оптимизированных процессов, но в любом случае эффективность работы процессов на пятом уровне зрелости должна быть выше 85%.

Также важно, что помимо оценки эффективности работы процессов, каждый уровень развития предприятия сокращает затраты предприятия.

Упрощенный вариант уровней зрелости вместе с коэффициентом снижения себестоимости оказания услуг представлен в табл. 2.

Таблица 2

**Отношение уровня зрелости предприятия к снижению себестоимости оказания услуг**

Показатель	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 4	Уровень 5
Эффективность работы процессов	0-20%	20-40%	40-60%	60-85%	85-100%
<i>Коэффициент снижения себестоимости оказания услуг</i>	0	0,1	0,12	0,14	0,17

Исходя из табл. 2 можно сделать вывод о том, что предприятие 1 уровня зрелости затрачивает 100% своих ресурсов на функционирование, в то время как предприятие, например, 3 уровня зрелости затратит при таких же объемах производства ил услуг намного меньше. Таким образом развитие уровней зрелости предприятия, не только улучшает взаимодействие между уровнями

предприятия и отдельными процессами, но и имеет под собой положительный экономический эффект. Но для того, чтобы организация могла правильно функционировать, необходимо разработать регламенты процессов организации, оказывающей услуги технического сервиса.

Таким образом была разработана методика оценки уровня стандартизации процессов, на основании которой можно проанализировать работу процессов системы стандартизации организации. И в дальнейшем на основании этой методики оценки подобрать необходимые для функционирования или улучшить уже имеющиеся на предприятии процессы, тем самым увеличив эффективность работы организации. А за этим показателем следует увеличение производительности и сокращение себестоимости оказания услуг, что влечет за собой увеличение выручки – самого главного финансового показателя бизнеса.

### Библиографический список

1. Научные основы организации системы менеджмента качества на предприятиях ТС в АПК / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, В. В. Карпузов [и др.]. – Ставрополь : Логос, 2020. – 176 с. – ISBN 978-5-907258-89-1.
2. Методика оценки качества процессов предприятий технического сервиса / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова // Компетентность. – 2021. – № 2. – С. 32-38. – DOI 10.24412/1993-8780-2021-2-32-38.
3. Зарубин, С. Г. Разработка процессной модели цифрового машиностроительного производства / С. Г. Зарубин, К. А. Деев // СТИН. – 2017. – № 3. – С. 2-7.
4. Коваленко, Н. В. Современные аспекты моделирования бизнес-процессов предприятий металлургической отрасли с использованием стандарта IDEF0 / Н. В. Коваленко, В. Е. Финогеева // Экономический вестник Донбасского государственного технического университета. – 2019. – № 1. – С. 18-24.
5. Assessing business process models: a literature review on techniques for BPMN testing and formal verification / T. Lopes, S. Guerreiro // Business Process Management Journal. – 2023. – No. 29. – P.133-162.
6. Артамонов, И. В. Особенности применения алгоритмического подхода к моделированию бизнес-процессов / И. В. Артамонов // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2018. – № 2. – С. 5-11.
7. Гуреев, А. А. Совершенствование управления процессами при реконструкции объектов на основе прорывной технологии моделирования бизнес-процессов / А. А. Гуреев // Качество. Инновации. Образование. – 2020. – № 2(166). – С. 96-100. – DOI 10.31145/1999-513x-2020-2-96-100.
8. Маторин, С. И. Применение алгебраического аппарата для эффективного моделирования бизнес-процессов / С. И. Маторин, М. В. Михелев // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. – 2016. – № 2(223). – С. 108-113.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ТЕХНИЧЕСКОМ ОСНАЩЕНИИ ТРАКТОРОВ**

***Владимиров Добрыня Максимович**, студент 3 курса бакалавриата института механики и энергетики им. В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, d9858720502@gmail.com*

***Хильманович Иван Сергеевич**, студент 1 курса магистратуры Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Беларусь, Gallahan2345@gmail.com*

***Научный руководитель - Перевозчикова Наталия Васильевна**, к.т.н., доцент, доцент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева*

***Аннотация.** Статья рассматривает применение искусственного интеллекта (ИИ) в техническом оснащении тракторов, его влияние на сельское хозяйство и перспективы развития. Авторы описывают пять ключевых направлений применения ИИ в тракторостроении, включая автономные тракторы, интеллектуальные системы управления, прогнозирование и диагностику, устойчивое сельское хозяйство и будущее применения ИИ. Статья подчеркивает важность продолжения исследований и разработки этих технологий для обеспечения будущего аграрного сектора.*

***Ключевые слова:** Искусственный интеллект, тракторостроение, сельское хозяйство, автономные тракторы, интеллектуальные системы управления, прогнозирование и диагностика, устойчивое сельское хозяйство, технологии будущего.*

## **APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TECHNICAL EQUIPMENT OF TRACTORS**

***Vladimirov Dobrynya Maksimovich**, 3rd year Bachelor student of the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin. V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, d9858720502@gmail.com*

***Khilmanovich Ivan Sergeevich**, 1st year master's student Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus, Gallahan2345@gmail.com*

***Scientific Supervisor - Perevozchikova Natalia Vasilievna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy.*

***Annotation.** The article considers the application of artificial intelligence (AI)*

*in the technical equipment of tractors, its impact on agriculture and development prospects. The authors describe five key areas of AI application in tractor engineering, including autonomous tractors, intelligent control systems, forecasting and diagnostics, sustainable agriculture, and the future of AI applications. The article emphasizes the importance of continued research and development of these technologies to ensure the future of the agricultural sector.*

**Key words:** Artificial intelligence, tractor manufacturing, agriculture, autonomous tractors, intelligent control systems, prediction and diagnosis, sustainable agriculture, future technologies.

## **Введение**

В ходе исследования было выяснено, что искусственный интеллект (ИИ) стал неотъемлемой частью современных технологий, включая сельское хозяйство. В последние годы тракторы и другие сельскохозяйственные машины начали активно использовать ИИ для повышения производительности, эффективности и устойчивости. Эта статья рассматривает основные направления применения ИИ в техническом оснащении тракторов, а также их влияние на аграрный сектор.

### **1. Автономные тракторы**

Автономные тракторы используют системы ИИ для выполнения задач без участия человека. Они оборудованы датчиками, камерами и радары, которые помогают им ориентироваться в пространстве и принимать решения на основе анализа окружающей среды.



**Рисунок 1 – Автономный трактор в действии**



**Рисунок 2 – Автономный трактор МТЗ**

Трактор оснащён датчиками, двумя стерео-видеокамерами, выдающими изображение с высоким разрешением, которые впоследствии смогут распознавать объекты: человека, дерево, животное, камень и так далее. Спереди и сзади установлены два радара и дополнительно — лидар кругового обзора (лазерное устройство, в пределах 20 метров знающее обо всём, что происходит вокруг).



**Рисунок 3 – Трактор John Deere с встроенной автономной системой управления**

Модель 8R 410, обладающая мощностью 443 л.с. для черновой работы и 458 л.с. для работы с пто, транспортировки и приложений с интенсивной гидравлической нагрузкой, сохраняет конфигурацию обычной версии. Однако она оснащена шестью парами стереокамер, способными обнаруживать препятствия на 360 градусов и определять расстояние до них.

Эти изображения анализируются нейросетью глубокого обучения, которая в течение приблизительно 100 миллисекунд классифицирует каждый пиксель и принимает решение о том, можно ли трактору двигаться дальше или его следует остановить.

- Снижение затрат на рабочую силу: Автономные тракторы могут работать круглосуточно без необходимости в операторе.

- Повышение точности: ИИ позволяет выполнять операции с высокой точностью, что минимизирует потери и увеличивает урожайность.

## **2. Интеллектуальные системы управления**

Современные тракторы оснащены системами GPS, которые используют ИИ для оптимизации маршрутов. Это позволяет снизить количество перекрытий при обработке полей и минимизировать расход топлива.



Рисунок 4 – Схема работы GPS системы в тракторе

Системы ИИ анализируют данные о состоянии почвы, погодных условиях и других факторах, что позволяет оптимизировать процессы посева, удобрения и сбора урожая.

### **3. Прогнозирование и диагностика**

Системы ИИ могут прогнозировать оптимальные сроки для выполнения полевых работ, основываясь на данных о погоде и состоянии почвы. Это позволяет агрономам планировать свои действия и избегать потерь.

ИИ может анализировать данные с датчиков тракторов для предсказания возможных поломок и необходимости в обслуживании. Это позволяет минимизировать время простоя и снизить затраты на ремонт.

### **4. Устойчивое сельское хозяйство**

Использование ИИ в тракторостроении способствует более рациональному использованию ресурсов, таких как вода и удобрения. Это ведет к снижению негативного воздействия на окружающую среду.

ИИ помогает фермерам адаптироваться к изменениям климата, анализируя данные о погоде и предлагая оптимальные решения для каждого конкретного региона.

### **5. Будущее применения ИИ в тракторостроении**

С развитием технологий ИИ тракторы будут становиться все более автономными и эффективными. Ожидается, что в будущем они смогут взаимодействовать друг с другом, создавая сеть «умных» машин.

Несмотря на множество преимуществ, существуют и недостатки, такие как высокая стоимость внедрения технологий и необходимость в дорогостоящем обучении персонала.

**Вывод.** Применение искусственного интеллекта в техническом оснащении тракторов открывает новые горизонты для сельского хозяйства. Автономные машины, интеллектуальные системы управления и прогнозирование полевых работ позволяют повысить эффективность и устойчивость аграрного сектора. Важно продолжать исследовать и развивать эти технологии, чтобы обеспечить будущее сельского хозяйства.

## **Библиографический список**

1. Smith, J. (2020). \*Artificial Intelligence in Agriculture: Opportunities and Challenges\*. Journal of Agricultural Technology.
2. Brown, A. (2021). \*The Future of Autonomous Tractors\*. Agricultural Engineering Journal.
3. Green, T. (2022). \*Sustainable Farming with AI: Innovations and Applications\*. International Journal of Sustainable Agriculture.

## ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ТРАКТОРОСТРОЕНИИ

*Гавричкин Иван Игоревич, студент 2 курса института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, yoni9@mail.ru*

*Научный руководитель - Кушнарёва Дарья Леонидовна, к.т.н., доцент кафедры инженерной и компьютерной графики, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, d.kushnareva@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Цифровизация активно трансформирует индустрию тракторостроения, открывая новые горизонты для оптимизации процессов проектирования, производства, эксплуатации и технического обслуживания сельскохозяйственной техники. Одной из ключевых технологий, способствующих этим преобразованиям, являются цифровые двойники. В данной статье рассматривается, каким образом цифровые двойники интегрируются в тракторостроение, приводятся конкретные примеры их применения ведущими компаниями отрасли, а также анализируются преимущества и вызовы, возникающие при внедрении этих технологий.

*Ключевые слова:* цифровизация, цифровые двойники, тракторостроение, проектирование, производство, эксплуатация, техническое обслуживание, предиктивное обслуживание, кибербезопасность.

## EXAMPLES OF APPLICATION OF DIGITAL TWINS IN TRACTOR ENGINEERING

*Gavrichkin Ivan Igorevich, 2nd year student of the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V. P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, yoni9@mail.ru*

*Scientific Supervisor - Kushnareva Darya Leonidovna, PhD, Associate Professor of the Department of Engineering and Computer Graphics, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, d.kushnareva@rgau-msha.ru*

*Annotation:* Digitalization is actively transforming the tractor industry, opening up new horizons for optimizing the design, production, operation and maintenance of agricultural machinery. One of the key technologies facilitating these transformations is digital twins. This article examines how digital twins are being integrated into tractor manufacturing, provides specific examples of their use by leading companies in the industry, and analyzes the benefits and challenges that arise when implementing these technologies.

*Key words: digitalization, digital twins, tractor manufacturing, design, production, operation, maintenance, predictive maintenance, cybersecurity.*

Современная сельскохозяйственная техника представляет собой сложный комплекс механических и электронных систем, требующих тщательного проектирования, точного производства и эффективного обслуживания. Цифровизация играет ключевую роль в повышении производительности и снижении затрат на каждом этапе жизненного цикла тракторов. Среди множества цифровых инструментов особое место занимают цифровые двойники – виртуальные копии реальных объектов, процессов или систем, которые точно отражают их характеристики и поведение.

Цифровые двойники находят широкое применение в тракторостроении благодаря своим возможностям для оптимизации проектирования, контроля качества производства, повышения эффективности эксплуатации и сокращения расходов на техническое обслуживание. В этом обзоре мы рассмотрим, как ведущие компании отрасли используют цифровые двойники для достижения своих целей, а также проанализируем преимущества и трудности, связанные с внедрением этих технологий. [1]

### **Основные этапы внедрения цифровых двойников**

#### **1. Проектирование и разработка**

На этапе проектирования и разработки цифровых двойников используются компьютерные модели, содержащие информацию о конструкции трактора, используемых материалах и предполагаемых условиях эксплуатации. Эти модели позволяют инженерам проводить виртуальные испытания и оптимизировать конструкцию до создания первых физических прототипов.

Примеры:

- **Оптимизация конструкции:** Инженеры исследуют влияние различных материалов и конструктивных решений на прочность и долговечность узлов и агрегатов трактора. Например, можно смоделировать работу трансмиссии под разными нагрузками и условиями эксплуатации, чтобы выбрать наилучший вариант конструкции.

- **Моделирование рабочих процессов:** Виртуальное тестирование позволяет оценить эффективность работы двигателя, гидравлических систем и других компонентов трактора в разных режимах эксплуатации. Это помогает избежать дорогостоящих ошибок на стадии проектирования и сократить сроки вывода продукта на рынок. [2]

#### **2. Производство**

На производстве цифровые двойники помогают контролировать качество продукции и оптимизировать производственные процессы. Они отслеживают состояние оборудования, выявляют потенциальные проблемы и предотвращают простои.

Примеры:

- **Мониторинг производственного оборудования:** Цифровой двойник станка или другого оборудования собирает данные о его работе в режиме реального времени и предупреждает о необходимости проведения техобслуживания или замены деталей. Это минимизирует риски аварий и повышает надежность производства.

- **Контроль качества сборки:** В процессе сборки тракторов цифровые технологии проверяют правильность установки компонентов и соответствие их техническим требованиям. Датчики фиксируют отклонения от заданных параметров и автоматически корректируют процесс сборки.

### **3. Эксплуатация и техническое обслуживание**

После выпуска трактора на рынок цифровые двойники продолжают играть важную роль, помогая владельцам и операторам следить за состоянием техники и планировать техническое обслуживание. [7]

Примеры:

- **Предиктивное обслуживание:** на основе данных, собираемых с датчиков, установленных на тракторе, цифровой двойник предсказывает возможные поломки и рекомендует своевременную замену изношенных деталей. Это уменьшает риск неожиданного выхода из строя и сокращает затраты на ремонт.

- **Анализ эффективности использования:** Владельцы тракторов могут использовать цифровые двойники для анализа производительности своей техники и поиска возможностей для повышения эффективности. Система может предложить оптимальную скорость движения или нагрузку на двигатель, исходя из текущих условий эксплуатации.

### **4. Обучение операторов**

Цифровые двойники также применяются для обучения операторов тракторной техники. Виртуальная симуляция позволяет новичкам осваивать управление сложными машинами без риска повредить реальное оборудование.

Примеры:

- **Тренировочные программы:** Операторы проходят обучение на виртуальных тренажерах, имитирующих реальные условия работы. Это особенно полезно для подготовки к сложным или опасным операциям, таким как лесозаготовки или работа на склонах.

- **Оценка квалификации:** По окончании обучения операторы могут сдавать экзамены на виртуальной платформе, где их навыки оцениваются на основе результатов выполнения задач в симуляторе.

### **Преимущества использования цифровых двойников**

Применение цифровых двойников в тракторостроении приносит значительные выгоды:

1. **Ускоренная разработка и проектирование:** Возможность проведения виртуальных испытаний и оптимизации конструкций позволяет существенно сократить время и ресурсы, необходимые для создания новых продуктов.

2. **Повышенная надежность и долговечность:** Моделирование работы узлов и агрегатов в различных условиях помогает выявить слабые места и предотвратить преждевременный износ оборудования.

3. **Оптимизация производственных процессов:** Контроль состояния оборудования и качества сборки повышают эффективность производства и уменьшают затраты.

4. **Минимизация рисков:** Предиктивное обслуживание и мониторинг состояния техники снижают вероятность поломок и аварий, увеличивая срок службы оборудования.

5. **Обучение и повышение квалификации персонала:** Использование виртуальных тренажеров ускоряет освоение новой техники и улучшает профессиональные навыки операторов.

### **Трудности и ограничения**

Несмотря на явные преимущества, внедрение цифровых двойников связано с определенными трудностями:

**Высокая стоимость:** Разработка и внедрение цифровых технологий требуют значительных финансовых вложений в оборудование, программное обеспечение и обучение персонала. Это может стать препятствием для малых и средних предприятий.

**Недостаточная стандартизация:** Отсутствие унифицированных стандартов для обмена данными между различными системами усложняет интеграцию цифровых двойников в существующие производственные процессы. [8]

**Кибербезопасность:** Увеличение числа подключенных устройств и объема собираемой информации создает дополнительные риски кибератак. Важно обеспечить надежную защиту данных и безопасность систем управления.

**Постоянное обновление:** Цифровым двойникам требуется регулярное обновление, чтобы соответствовать изменениям в реальной технике и условиям эксплуатации. Это требует дополнительных ресурсов и времени. [3]

**Компании, использующие цифровые двойники в тракторостроении**  
Рассмотрим несколько примеров компаний, успешно внедряющих цифровые двойники в свои бизнес-процессы.

#### **John Deere**

John Deere, один из крупнейших мировых производителей сельскохозяйственной техники, активно использует цифровые двойники для оптимизации своих производственных процессов. Компания внедрила систему мониторинга производственного оборудования, что позволило ей сократить количество незапланированных остановок и увеличить общую производительность.

#### **Петербургский тракторный завод (Кировец)**

Петербургский тракторный завод, известный под брендом «Кировец», использует цифровые технологии для создания цифровых двойников своих тракторов. Это позволяет моделировать работу машин в реальных условиях эксплуатации, прогнозировать износ деталей и оптимизировать

производственные процессы. Благодаря использованию цифровых двойников, завод может повысить надежность своей техники и снизить затраты на её обслуживание.

### **Kubota**

Японский производитель Kubota также внедрил цифровые методы проектирования и тестирования, включая разработку цифровых двойников. Это позволило компании быстрее выводить новые продукты на рынок, обеспечивая их высокую надежность и эффективность.

### **CLAAS**

CLAAS, ведущий европейский производитель сельскохозяйственной техники, внедряет цифровые двойники для обучения операторов. Виртуальные тренажеры помогают новым сотрудникам быстро освоить управление сложными машинами, что повышает уровень безопасности и эффективности работы.

Цифровые двойники становятся неотъемлемой частью современного тракторостроения, обеспечивая значительное улучшение всех этапов жизненного цикла сельскохозяйственной техники. Ведущие компании отрасли уже активно используют эти технологии для ускорения проектирования, оптимизации производства, повышения эффективности эксплуатации и снижения затрат на техническое обслуживание. Несмотря на определенные вызовы, такие как высокая стоимость и необходимость обеспечения кибербезопасности, перспективы развития цифровых двойников остаются весьма позитивными.

### **Библиографический список**

1. Горбунов А.В., Лысенко Ю.Г. Цифровое производство: основы, принципы, технологии. Москва: Инфра-М, 2020. 240 с.
2. Гребенюк Е.Н., Кириллов Д.С. Использование цифровых двойников для оптимизации производственных процессов в машиностроении. Труды Международной научно-практической конференции «Инновации в машиностроительном комплексе». Санкт-Петербург, 2021. С. 34–38.
3. Иванов А.А., Петрова Н.В. Построение цифровых двойников на примере тракторостроительного предприятия. Вестник машиностроения. 2020. № 12. С. 45–50.
4. Котов А.П., Сидоров П.М. Применение цифровых двойников в сельском хозяйстве: опыт российских предприятий. Агроинженерия. 2019. № 2. С. 56–63.
5. Морозова Е.В., Орлов А.А. Современные подходы к созданию цифровых двойников и их интеграция в производственные процессы. Научные труды Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана. Серия «Машиностроительные технологии». 2020. Т. 22, № 1. С. 89–97.
6. Попов А.В., Шустиков А.Е. Практическое руководство по внедрению цифровых двойников. Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. 256 с.
7. Technical support system for energy-installed agricultural equipment in the agricultural industry / Yu. Kataev, E. Shepurina, D. Kushnareva [et al.] //

International Scientific Forestry Forum 2023: Forest Ecosystems as Global Resource of the Biosphere: Calls, Threats, Solutions (Forestry Forum 2023), Voronezh, Russian Federation, 23–25 октября 2023 года. Vol. 93. – Les Ulis, 2024. – P. 03017. – DOI 10.1051/bioconf/20249303017. – EDN SPMXLG.

8. To the organization of branded technical service of agricultural equipment / A. Chepurin, E. Chepurina, D. Kushnareva [et al.] // IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development, Namangan, Uzbekistan, 26 октября – 03 2023 года. Vol. 486. – EDP Sciences - Web of Conferences: EDP Sciences - Web of Conferences, 2024. – P. 03009. – DOI 10.1051/e3sconf/202448603009. – EDN RRQTWV.

УДК 621.436

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

*Герасимова Дарья Игоревна, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, dahagrach15@gmail.com*

*Максимович Виктория Максимовна, студентка 2 курса специальности "Физика и информатика", «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», fedotkin@rgau-msha.ru*

*Научный руководитель - Федоткин Роман Сергеевич, к.т.н., доцент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, fedotkin@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Рассмотрено устройство работы системы автоматизированной нейтрализации отработавших газов на основе SCR. Предложена схема системы и описаны основные компоненты. Описан алгоритм работы системы.

*Ключевые слова:* Нейтрализация отработавших газов, дизельный двигатель, снижение выбросов ОГ, снижение оксидов азота в ОГ.

## **AUTOMATED SYSTEM FOR NEUTRALIZATION OF EXHAUST GASES FOR DIESEL ENGINES**

*Gerasimova Darya Igorevna 4th year undergraduate student of the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, dahagrach15@gmail.com*

*Maksimovich Victoria Maksimovna, 2nd year student of the specialty "Physics and Computer Science", Brest State University named after A.S. Pushkin.*

*Scientific Supervisor - Fedotkin Roman Sergeevich, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department tractors and cars, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, v.kryuchkov@rgau-msha.ru, fedotkin@rgau-msha.ru*

*Annotation.* The design of the automated exhaust gas neutralization system based on SCR is considered. The system diagram is proposed and the main components are described. The system operation algorithm is described.

*Key words:* Exhaust gas neutralization, diesel engine, reduction of exhaust emissions, reduction of nitrogen oxides in exhaust.

Повышение экологичности транспортно-технологических машин требует

снижения вредного техногенного воздействия на окружающую среду. Большая часть эксплуатируемой техники в сельском хозяйстве использует дизельный двигатель для получения энергии. Ужесточение требований к регулированию выбросов отработавших газов (ОГ) требует применение мер по снижению выбросов вредных веществ в результате работы двигателя [1, 2, 3]. Основными способами изменения состава ОГ заключается в: добавлении присадок к топливно-воздушной смеси, рециркуляция выхлопных газов обратно в впускной коллектор, изменение конструкции камеры сгорания, контроль состава топливно-воздушной смеси, применение фильтров, оптимизации процесса нейтрализации отработавших газов селективным каталитическим восстановлением (SCR).

Относительно новой является система SCR, которая предназначена для снижения уровня оксидов азота, содержащихся в отработавших газах в дизельных двигателях. Преимуществом системы является высокая эффективность в снижении оксидов азота (до 70-90%).

Сокращение SCR означает Selective Catalytic Reduction (избирательное каталитическое восстановление). В данной технологии химическая реакция восстановления (нейтрализации) происходит избирательно, т.е. в составе отработавших газов целенаправленно снижается только содержание оксидов азота. Содержащиеся в отработавших газах оксиды азота в катализаторе восстановления превращаются безвредный азот и воду.

Оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), содержащиеся в отработавших газах, преобразуются в восстановительных катализаторах в азот ( $\text{N}_2$ ) и воду ( $\text{H}_2\text{O}$ ). С этой целью в поток ОГ перед этими катализаторами непрерывно впрыскивается восстановительный реагент. Реагент содержится в отдельном баке. Аммиак, необходимый для восстановления оксидов азота, используется не в чистом виде, а в виде водного раствора мочевины. В чистом виде он вызывает раздражение кожи и слизистых оболочек органов человека, имеет неприятный запах. В качестве восстановительного реагента в системе используется жидкость AdBlue. Она представляет собой прозрачный 32,5% водный раствор синтетической мочевины высокой степени очистки.

Анализ научно-технической литературы, научных публикаций в области двигателестроения.

Разрабатываемая система нейтрализации отработавших газов на основе смешивания их с мочевиной используются для очистки выбросов от вредных веществ, таких как оксиды азота, серы и соединения углерода. Мочевина ( $\text{NH}_3$ ) используется как реагент для нейтрализации элементов.

Процесс заключается в том, что выбросы выходят из источника и попадают во встречный поток мочевины. При этом происходит химическая реакция, в результате которой оксиды азота, серы и углеродные соединения превращаются в безвредные азот, воду и углекислый газ [4].

Данная технология используется на большинстве промышленных объектов, таких как химические заводы, электростанции, цементные фабрики и другие.

#### **Принцип действия системы:**

Рабочая температура восстановительных катализаторов составляет около 200°C. Информацию о температуре отработавших газов перед восстановительными катализаторами блок управления двигателя получает от датчика температуры отработавших газов. Восстановительный реагент всасывается из бака насосом и под давлением около 5 бар через нагреваемый трубопровод подаётся к форсунке.

Система нейтрализации отработавших газов работает следующим образом: перед каталитическим нейтрализатором установлен лямбда зонд (нижний), который считывает количество кислорода в отработавших газах, он согласуется со вторым зондом (верхний), расположенным после нейтрализатора. При прохождении потока отработавших газов через нейтрализатор происходит многоступенчатая его очистка от сажи, СО, СН и NOx [5].

На первой ступени происходит отделение наиболее крупных частиц сажи.

На второй ступени – менее крупные частицы подвергаются окислению на каталитически активном фильтре до углекислого газа и воды.

На третьей ступени каталитические блоки обеспечивают восстановление NOx до молекулярного азота.

На четвертой ступени каталитические блоки обеспечивают преобразование СО и СпНм до углекислого газа и воды.

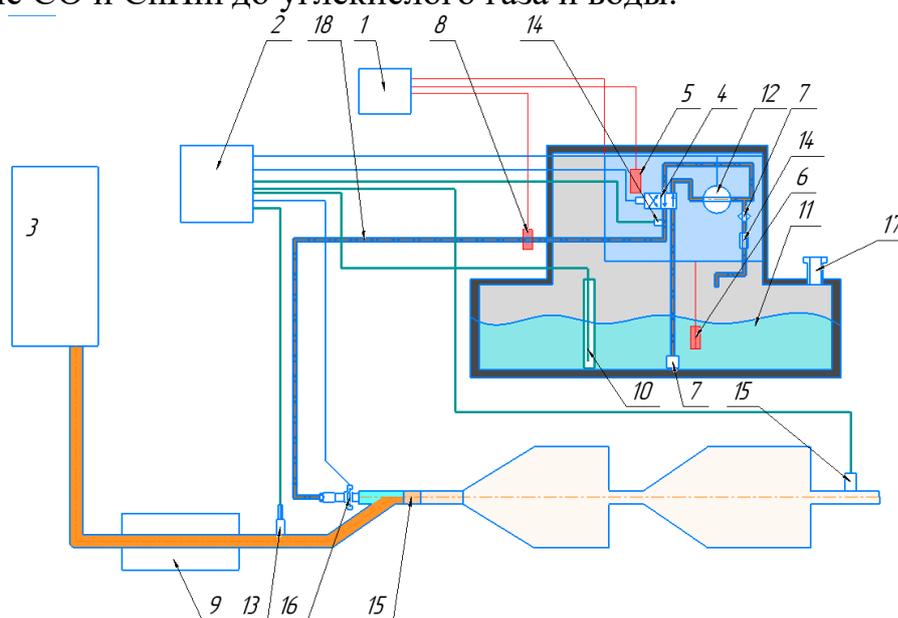


Рисунок 1 – **Общая схема системы нейтрализации ОГ:** 1 - Блок управления системы подогрева; 2 - ЭБУ ДВС; 3 - ДВС; 4 - Насос мочевины; 5 - Пневмоклапан распределителя; 6 - Нагревательный элемент насоса; 7 - Нагревательный элемент бака; 8 - Нагревательный элемент бака; 9 - Фильтр ОГ; 10 - Датчик уровня и температуры мочевины; 11 - Мочевина; 12 - Насос мочевины; 13 - Датчик температуры ОГ; 14 - Датчик давления; 15 - Датчик 2NOx; 16 - Форсунка; 17 - Патрубок заливной горловины; 18 - Трубопровод мочевины.

Мочевина всасывается насосом из стакана подогревателя через

всасывающую трубу и фильтр. Подогрев мочевины в стакане осуществляется нагревательным элементом и обеспечивает работу системы и при низких температурах окружающей среды. Возвращающаяся от насоса мочевина по наружной стороне всасывающей трубы стекает обратно в стакан подогревателя. Через переливные щели мочевина попадает из бака в стакан подогревателя. При низких температурах благодаря выплескиванию мочевины из стакана подогревателя замерзшая в баке мочевина оттаивает.

Насос мочевины мембранный. Его привод осуществляется бесщеточным двигателем постоянного тока. Насос мочевины интегрирован в корпус модуля подачи мочевины и управляется блоком управления двигателем. Датчик давления системы дозирования определяет фактическое давление подачи мочевины и передает сигнал напряжения блоку управления двигателем.

Из-за опасности замерзания мочевины при низких температурах бак с мочевиной, насос мочевины и трубопровод к форсунке оснащены нагревательными элементами, которые управляются блоком. По данным датчика наружной температуры и датчика температуры мочевины блок управления двигателем распознает необходимость подогрева мочевины. После этого он передает управляющий сигнал блоку системы подогрева мочевины, который включает питание нагревательных элементов.

Нагревательные элементы бака мочевины и насоса мочевины представляют собой нагревательные элементы с положительным температурным коэффициентом. Резисторы элементов в холодном состоянии обладают максимальной проводимостью. Нагревательный элемент трубопровода мочевины представляет собой проволочное сопротивление из нержавеющей стали. Проволочное сопротивление навито на трубопровод подачи мочевины по спирали и защищено снаружи с помощью трубы из пластика. Подогрев трубопровода подачи мочевины управляется блоком управления двигателем через блок управления системы подогрева мочевины. Если температура окружающей среды ниже  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , блок управления системы подогрева мочевины включает ток нагрева для спирали нагревательного элемента трубопровода мочевины [6].

Таблица 1

**Основные характеристики каталитического нейтрализатора**

Основные параметры	Показатели
Диапазон рабочих температур	300-900 $^{\circ}\text{C}$
Газодинамическое сопротивление, не более, кПа	3,5
Ресурс работы, не менее, лет	5
Степень очистки отработавших газов* ДВС, %	
- по окислу углерода, не менее	90-97
- по углеводородам, не менее	85-95
- по окислам азота, не менее	65-95
- по содержанию твердых частиц, не менее	85-95
*В зависимости от типа настроек двигателя	

Форсунка для реагента дозированно распыляет мочевины в выпускном тракте. Управление форсункой осуществляет блок управления двигателя с помощью сигнала с широтно-импульсной модуляцией. Реагент смешивается с потоком ОГ и с помощью смесителя равномерно распределяется в объёме ОГ. На участке тракта перед катализатором (участке гидролиза), реагент разлагается на аммиак ( $NH_3$ ) и двуокись углерода ( $CO_2$ ). В катализаторе  $NH_3$  вступает в реакцию с окислами азота ( $NO_x$ ), в результате которой образуется азот ( $N_2$ ) и вода ( $H_2O$ ). Эффективность системы контролируется датчиком  $NO_x$  (верхний лямбда зонд).

Для того чтобы блок управления двигателя дал команду на впрыск мочевины, должны быть выполнены условия описанные в алгоритме работы системы (рисунок 2), а именно:

- восстановительный катализатор достиг рабочей температуры примерно  $200^\circ C$  (Для достижения рабочей температуры необходимо, чтобы автомобиль двигался не менее 15-20 минут. В противном случае, катализатор может не работать должным образом и выбросы оксидов азота будут подавлены недостаточно);

- при низкой температуре окружающей среды обеспечено достаточное количество жидкой мочевины для впрыска. Температура замерзания раствора мочевины, который часто используется в системах нейтрализации отработавших газов (например, AdBlue или DEF), составляет около  $-11^\circ C$

Впрыск мочевины прекращается блоком управления, если происходят следующие условия:

- при малом объёмном потоке ОГ, например на холостом ходу;
- температура ОГ снижается и рабочая температура восстановительного катализатора не достигается  $200^\circ C$ .

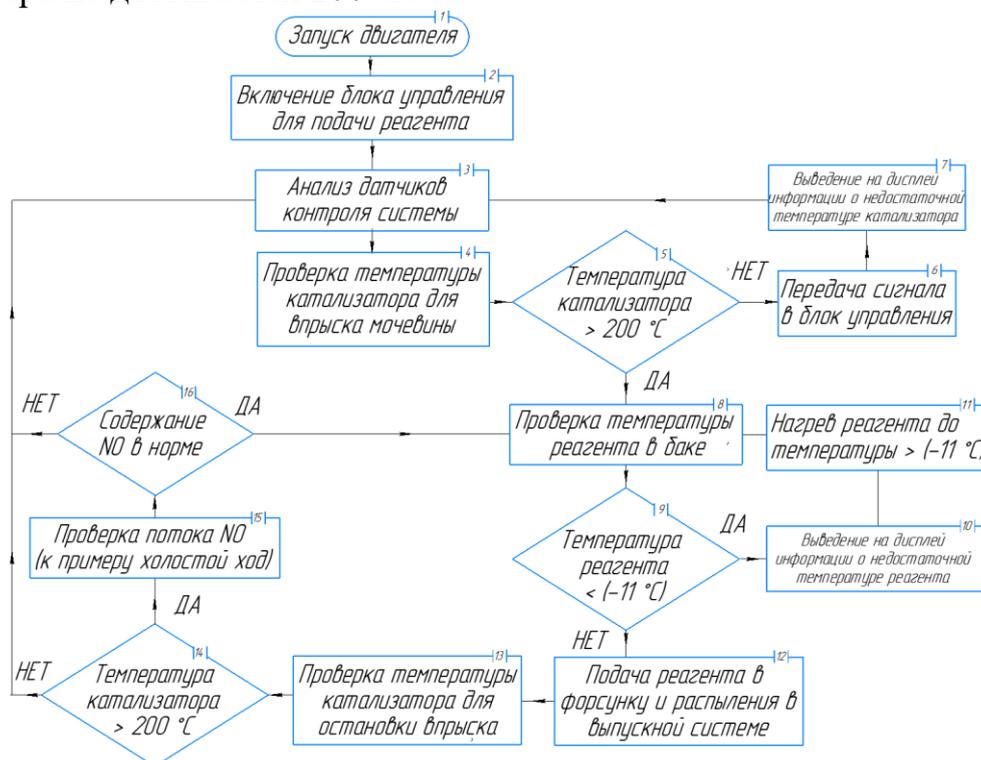


Рисунок 2 – Алгоритм работы системы нейтрализации отработавших газов

**Выводы.** В ходе выполнения работы была предложена и описана система нейтрализации отработавших газов на основе SRC, в условиях работы дизельного двигателя для снижения оксида азота.

Была предложена компоновочная схема с основными элементами контроля состава ОГ и способа впрыска реагента в выхлопную трубу для их смешивания, описаны основные характеристики каталитического нейтрализатора для работы системы.

Предложен алгоритм работы системы нейтрализации отработавших газов, позволяющий составить на его основании программу, по которой будет функционировать система. Отличительной особенностью алгоритма является автоматизированная работа системы в зависимости от условий работы и связи с электронным блоком управления машины.

Преимуществом системы является автономность работы, саморегулирование процесса подачи реагента, а именно, определение по потоку ОГ необходимость добавления включение системы. Так же продумана система подогрева реагента для эксплуатации системы в условиях отрицательных температур.

### **Библиографический список**

1. Система адаптации дизельного двигателя для работы в помещениях с ограниченным воздухообменом / Е. В. Овчинников, А. Ю. Измайлов, С. Ю. Уютов, Р. С. Федоткин // Экология промышленного производства. – 2021. – № 1(113). – С. 46-50.

2. Концепция системы адаптации тракторного дизельного двигателя для работы в закрытых помещениях / Г. С. Савельев, Р. С. Федоткин, Е. В. Овчинников [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2019. – № 3(32). – С. 102-107.

3. Система адаптации тракторного дизельного двигателя для работы в закрытых помещениях / Г. С. Савельев, Р. С. Федоткин, Е. В. Овчинников [и др.] // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2019. – № 6. – С. 34-38.

4. Панчишный, В. И. К вопросу о моделировании систем нейтрализации автомобильных дизелей / В. И. Панчишный, И. Ю. Воробьев // Труды НАМИ. – 2018. – № 4(275). – С. 23-37.

5. Шабанов, А. В. Способ повышения эффективности системы нейтрализации оксидов азота дизельного ДВС и эффективности его работы / А. В. Шабанов, В. А. Соломин, А. А. Шабанов // Известия МГТУ МАМИ. – 2018. – № 4(38). – С.

6. Надарейшвили, Г. Г. Разработка устройств перемешивания - импеллеров в системе селективного восстановления оксидов азота тяжелых дизельных двигателей / Г. Г. Надарейшвили, В. И. Панчишный, С. И. Юдин // Труды НАМИ. – 2015. – № 261. – С. 28-42.



УДК 629.331:502.3

## **СИСТЕМА ПИТАНИЯ ГАЗОДИЗЕЛЯ ДЛЯ РАБОТЫ В ПОМЕЩЕНИЯХ С ОГРАНИЧЕННЫМ ВОЗДУХООБМЕНОМ**

*Горелов Михаил Андреевич, студент 5 курса Института механики и энергетики имени В.П.Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, gorelov5482@mail.ru*

*Тельнова Олеся Александровна, студентка 4 курса Института механики и энергетики имени В.П.Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, lesechka.telnova@yandex.ru*

*Научный руководитель - Чумаков Валерий Леонидович, к.т.н., профессор, профессор кафедры «Тракторы и автомобили», Институт механики и энергетики имени В.П.Горячкина РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, valery.chumakov@gmail.com*

*Аннотация.* Рассмотрена эффективность частичной замены дизельного топлива на газообразное топливо на основе смесей пропана и бутана в тракторном дизеле. Показано, что при оптимизации регулирования газодизеля, направленного на улучшение процесса сгорания, возможно снизить расходы дизельного топлива на 60...70% за счет замены газообразным топливом, а также значительно снизить выброс оксидов азота с отработавшими газами, что особенно важно для работы тракторов в помещениях с ограниченным воздухообменом.

*Ключевые слова.* Альтернативные топлива, газодизель, процесс сгорания, оксиды азота.

## **GAS DIESEL FUEL SYSTEM FOR WORKING IN ROOM WITH LIMITED AIR EXCHANGE**

*Gorelov Mikhail Andreevich, fifth-year student of the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P.Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, gorelov5482@mail.ru*

*Telnova Olesya Aleksandrovna, fourth-year student of the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P.Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, lesechka.telnova@yandex.ru*

*Scientific Supervisor - Chumakov Valery Leonidovich, Ph.D. (Eng.), professor, professor of the Department of Tractors and Automobiles, Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P.Goryachkin, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, valery.chumakov@gmail.com*

*Annotation.* The efficiency of partial replacement of diesel fuel with gaseous fuel based on propane and butane mixtures in tractor diesel is considered. It is shown

*that with optimization of gas-diesel regulation aimed at improving the combustion process, it is possible to reduce diesel fuel consumption by 60...70% due to replacement with gaseous fuel, as well as significantly reduce the emission of nitrogen oxides with exhaust gases, which is especially important for the operation of tractors in rooms with limited air exchange.*

**Key words.** *Alternative fuels, gas diesel, combustion process, nitrogen oxides.*

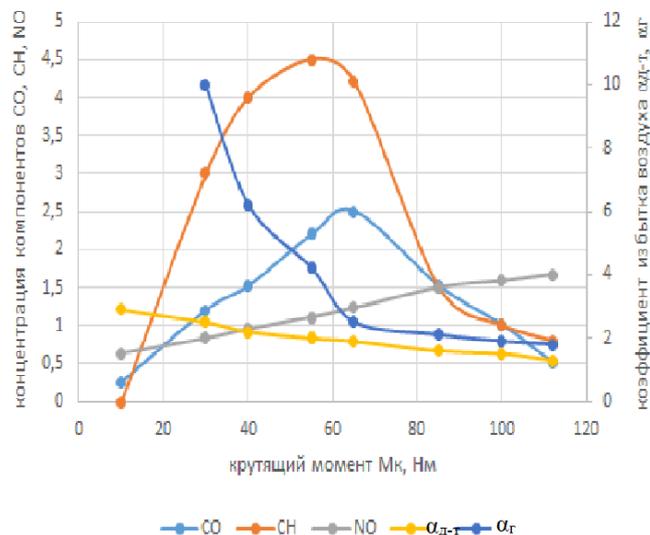
Нарастающие проблемы загрязнения окружающей среды требуют срочного улучшения эффективных и экологических характеристик двигателей внутреннего сгорания, и особенно дизелей, являющихся основной энергетической установкой в сельскохозяйственном производстве, потребителем дорогого нефтяного топлива и, одновременно, главным источником вредных выбросов токсичных компонентов отработавших газов в окружающую среду. Особенно остро стоит проблема уменьшения вредных выбросов отработавших газов тракторов, работающих на фермах, теплицах и иных помещениях с ограниченным воздухообменом [1].

Исследования выполнялись на двигателе Д-120 трактора тягового класса 0,6 Т-25А предназначенного для работы в помещениях с ограниченным воздухообменом. Для использования в качестве альтернативного топлива – заменителя традиционного дизельного топлива была выбрана смесь - 70% пропана и 30% бутана (широко распространённого «бытового» сжиженного газа, применяемого в сельском хозяйстве) [2]. На двигателе была сохранена штатная система питания дизеля. Газовый баллон, испаритель, двухступенчатый редуктор использованы от типичной газовой системы питания второго поколения [3]. Подача газообразного топлива осуществлялась во впускной коллектор дизеля через диффузор-смеситель. Во впускном трубопроводе была установлена дроссельная заслонка, позволяющая регулировать подачу воздуха в газодизель, при одновременном изменении доз «запальной» дозы дизельного топлива и подачи основного топлива - газа.

Первые опыты на двигателе показали, что модернизация традиционного дизеля в газодизель за счет уменьшения цикловой подачи дизельного топлива  $q_{ц} = 20 \%$  в качестве «запальной дозы» и значительной замены дизельного топлива газообразным ( $q_{г}$  от 0% на малых нагрузках и до 70...80% на полных нагрузках), может обеспечить удовлетворительную работу двигателя. Мощностные показатели сохраняются на неизменном уровне, однако топливная экономичность может ухудшаться на 5...10 %. Но, главное, на средних нагрузках отмечается значительное увеличение выбросов продуктов неполного сгорания – оксидов углерода СО и углеводородов СН (Рисунок 1).

При проведении опытов оценка концентрации топливо-воздушного заряда в цилиндре, проводилась по среднему значению коэффициента избытка воздуха в цилиндре, оцениваемого по суммарной подаче дизельного топлива и газа  $\alpha_{д-г}$ , и по коэффициенту избытка воздуха газо-воздушной смеси, подаваемой во впускной трубопровод  $\alpha_{г}$ . Исходя из характера изменения

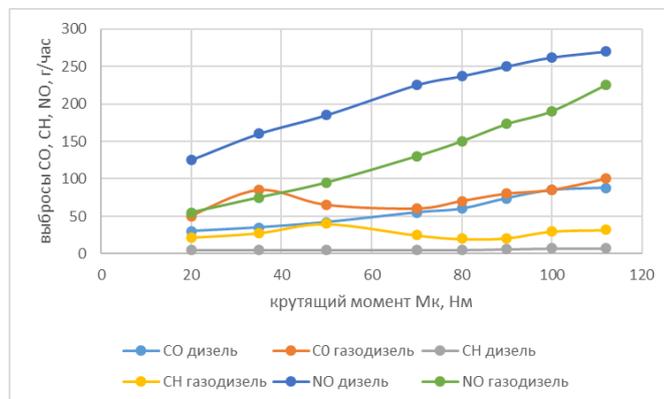
коэффициентов избытка воздуха  $\alpha_{д-г}$  и  $\alpha_{г}$ , а также концентраций оксидов углерода CO и углеводородов CH, можно сделать предположение, что повышенное образование продуктов неполного сгорания CO и CH на средних нагрузках связано с неудовлетворительным протеканием процесса сгорания сильно обеднённых газозвудушных смесей  $\alpha_{г} > 1,8$  [4].



**Рисунок 1- Выбросы вредных компонентов отработавших газов газодизеля Д-120**

при работе по нагрузочной характеристике:  
 $n = 2000$  об/мин,  $q_{ц} = 20\%$ ,  $q_{г} = 0 \dots 80\%$

Последующие опыты были проведены при регулировании мощности при фиксированной подаче дизельного топлива, и регулировании не только подачи газа во впускной трубопровод, но и при изменении подачи воздуха, то есть при дросселировании воздушного заряда по аналогии с регулированием мощности в двигателях с искровым зажиганием – за счет дросселирования воздушного заряда. Данный способ регулирования мощности при оптимизации подачи трех компонентов – дизельного топлива, газа и воздуха показал высокую эффективность в снижении выбросов токсичных компонентов с отработавшими газам. (Рисунок 2).



**Рисунок 2 - Суммарные выбросы токсичных компонентов при дросселировании воздушного заряда по нагрузочной характеристике  $n = 2000$  об/мин.**

Эффект дросселирования воздушного заряда позволяет, с одной стороны, обогатить газоздушную смесь, поступающую в камеру сгорания, и тем самым повысить эффективность окисления углеводородов, снизить их концентрацию в отработавших газах. С другой стороны, снижение подачи воздуха на впуске позволяет количественно уменьшить и общую массу заряда как на впуске, так и на выпуске. В итоге оба фактора снижают суммарные выбросы вредных компонентов с отработавшими газами.

Испытания газодизеля для оценки суммарной токсичности по тринадцатиступенчатому циклу [5], показали, что реализация данной схемы регулирования газодизеля позволяет снизить выброс NO до 8,92 г/кВтч то есть до уровня требований ГОСТ 17.2.2.05-2012 (9 г/кВтч) для помещений с ограниченным воздухообменом. Выбросы СН (7,98 г/кВтч) и СО (2,69 г/кВтч) значительно уменьшены по сравнению с исходным уровнем газодизеля (15,28 г/кВтч и 6,9 г/кВтч соответственно).

Таблица 1

**Выбросы токсичных компонентов с отработавшими газами газодизельной модификации двигателя Д-120 в испытаниях по 13-ти ступенчатому циклу.**

Показатели г/кВт ч	ГОСТ 17.2.2.05-2012 (ограниченный воздухообмен)	Дизель	Газодизель с качественным регулированием	Газодизель со смешанным регулированием
NO	9	15,77	9,1	8,92
CO	5,6	7,84	15,28	7,98
CH	2,2	0,23	6,9	2,69

Также существенно, почти до уровня базового дизеля уменьшаются выбросы продуктов неполного сгорания –СО и СН. Дальнейшее снижение СО и СН возможно традиционными методами использования каталитических нейтрализаторов.

**Выводы:**

1. Модернизация системы питания дизеля для работы на двух топливах –дизельном и газообразном обеспечивает значительную (до 60...80%) экономию дизельного топлива за счет замещения газообразным.

2. Экологические характеристики дизельного двигателя могут быть существенно улучшены при переводе двигателя на работу на газообразном углеводородном топливе.

3. Эффективность процесса сгорания двигателя может быть существенно улучшена за счет перевода дизеля на смешанное регулирование с оптимизацией подач запального дизельного топлива, газа и воздуха - дросселирования воздушного заряда.

4. Предложенная схема регулирования системы питания тракторного газодизеля позволяет существенно снизить выбросы оксидов азота до норм, соответствующих работе в помещениях с ограниченным воздухообменом.

### **Библиографический список**

1. Истомин С.В., Цыпцына А.В. снижение токсичных веществ отработавших газов дизелей в местах с ограниченным воздухообменом // Научное обозрение. 2016. № 12. С. 297-300.
2. ГОСТ Р 52087-2018. Национальный стандарт российской федерации. Газы углеводородные сжиженные топливные.
3. Чумаков В.Л. Особенности использования газового топлива в дизелях//  
В сборнике: Доклады ТСХА. 2016. С. 234-237.
4. Воинов А.Н. Сгорание в быстроходных поршневых двигателях. М. Машиностроение. 1997. 276с.
5. ГОСТ Р 41.49-99 (Правила ЕЭК ООН N 49). Государственный стандарт российской федерации. Приложение 4. Процедура испытания.

## **ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АПК**

**Грядунув Станислав Александрович**, студент 2 курса института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, fanosr250605@mail.ru

**Научный руководитель - Чепурина Екатерина Леонидовна**, д.т.н., доцент, заведующий кафедры инженерной и компьютерной графики, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, chepurina@rgau-msha.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается применение аддитивных технологий (3D-печати) в тракторостроении. Описываются основные преимущества этих технологий, включая индивидуализацию продукции, сокращение сроков разработки, экономию материалов и возможность создания сложных геометрических форм. Приводятся конкретные примеры использования аддитивного производства в ведущих тракторостроительных компаниях, таких как John Deere, AGCO Corporation, Ростсельмаш и CNH Industrial. Подчеркивается важность аддитивной технологии для повышения эффективности процессов проектирования, производства и обслуживания сельскохозяйственной техники.

**Ключевые слова:** Аддитивные технологии, 3D-печать, тракторостроение, индивидуализация, сокращение сроков разработки, экономия материалов, сложные геометрические формы, прототипирование, ремонт и обслуживание, сельскохозяйственная техника.

## **APPLICATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE**

**Grydunov Stanislav Alexandrovich**, 2nd year student of the V. P. Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, fanosr250605@mail.ru

**Scientific Supervisor - Chepurina Ekaterina Leonidovna**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Engineering and Computer Graphics, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, chepurina@rgau-msha.ru

**Annotation:** The article discusses the application of additive technologies (3D printing) in tractor construction. The main advantages of these technologies are described, including individualization of products, reduction of development time, saving of materials and the possibility of creating complex geometric shapes. Specific examples of the use of additive manufacturing in leading tractor companies such as John Deere, AGCO Corporation, Rostselmash and CNH Industrial are given. The

*importance of additive technology for improving the efficiency of the design, production and maintenance of agricultural machinery is emphasized.*

**Key words:** *Additive technologies, 3D printing, tractor construction, individualization, reduction of development time, saving materials, complex geometric shapes, prototyping, repair and maintenance, agricultural machinery.*

Аддитивные технологии, широко известные как 3D-печать, стремительно развиваются и находят применение в самых разных сферах промышленности. Одной из таких сфер является тракторостроение, где аддитивное производство становится ключевым инструментом для создания инновационных решений. В данной статье мы подробно рассмотрим, каким образом аддитивные технологии применяются в тракторостроении, какие преимущества они предоставляют и какие реальные примеры уже существуют.

Что такое аддитивная технология? Аддитивными технологиями называют методы производства, основанные на послойном наращивании материала для создания трёхмерных объектов. В отличие от традиционных методов обработки материалов, таких как механическая обработка или литьё, аддитивный процесс позволяет создавать изделия практически любой сложности без значительных затрат времени и ресурсов.

Применение аддитивной техники в тракторостроении:

1. Создание прототипов: Одной из ключевых областей применения аддитивных технологий является быстрое прототипирование. Для инженеров-конструкторов в тракторостроительной сфере это означает возможность оперативно проверять различные варианты дизайна и функционала деталей до начала серийного производства. Так, например, при создании новых узлов трансмиссии или гидравлических систем, аддитивное моделирование позволяет получить точные копии деталей, которые затем тестируются в реальных условиях. [1]

2. Ремонт и обслуживание: Аддитивным технологиям принадлежит важная роль в ремонте и обслуживании тракторной техники. Запасные части, особенно те, которые давно сняты с производства, могут быть напечатаны прямо на месте, что исключает длительные ожидания поставок и минимизирует простой техники. К примеру, небольшие металлические детали, такие как подшипники или шестерни, могут легко воспроизводиться с помощью 3D-принтеров. [2]

3. Производство уникальных компонентов: Современные тракторы часто требуют индивидуальной настройки под специфические условия эксплуатации. Аддитивная техника предоставляет возможность быстрого и экономичного производства уникальных компонентов, таких как специальные насадки, адаптеры или крепежные элементы. Это особенно актуально для сельскохозяйственных предприятий, работающих в сложных климатических или географических условиях. [3]

Рассмотрим несколько конкретных случаев, когда аддитивные технологии нашли своё применение в тракторостроительных компаниях.

1. John Deere: John Deere, одна из крупнейших мировых компаний-производителей сельскохозяйственной техники, активно использует аддитивную технологию для создания сложных деталей. Например, компания разработала инновационные решения для системы охлаждения двигателя, используя 3D-печать для создания лёгких и эффективных радиаторов. Это позволило значительно улучшить теплоотдачу и снизить массу компонентов, что положительно сказалось на общей производительности тракторов. Кроме того, John Deere использует аддитивное производство для создания инструментов и оснастки непосредственно на заводах, что ускоряет процессы сборки и снижает зависимость от сторонних поставщиков.

2. AGCO Corporation: AGCO Corporation, производитель сельскохозяйственной техники под брендами Massey Ferguson, Fendt и Valtra, также активно инвестирует в развитие аддитивного производства. Компания использует 3D печать для создания специальных инструментов и приспособлений, необходимых для сборки и тестирования тракторов. Например, для точной установки гидравлических шлангов были разработаны специальные фиксаторы, которые оптимизируют процесс монтажа и повышают надёжность соединений.

3. Ростсельмаш: Ростсельмаш, российский производитель сельскохозяйственной техники, начал применять аддитивную технику для создания запасных частей и инструментов. Компания разработала программу по использованию 3D печати для быстрого восстановления изношенных или повреждённых деталей. Это решение оказалось особенно эффективным для удалённых регионов, где доступ к сервисным центрам ограничен.

4. CNH Industrial: CNH Industrial, объединяющая бренды Case IH, New Holland Agriculture и Steyr, использует аддитивную печать для разработки и производства сложных элементов кабины оператора. Такие детали, как рукоятки управления, панели приборов и другие интерьерные элементы, создаются с учётом эргономики и требований безопасности. Это позволяет компании предлагать своим клиентам максимально комфортные и безопасные рабочие места.

#### Преимущества аддитивной технологии.

Основные преимущества аддитивной технологии включают:

1. Индивидуализация и кастомизация: Одно из основных преимуществ аддитивного производства заключается в том, что оно позволяет создавать уникальные продукты, адаптированные под индивидуальные потребности каждого клиента. Традиционное массовое производство ориентировано на стандартизацию, но аддитивная технология даёт возможность изменять дизайн и параметры каждой единицы продукции без значительного увеличения затрат.

2. Сокращение сроков разработки и вывода на рынок: Процесс разработки новых продуктов с использованием аддитивной технологии значительно короче, чем при использовании традиционных методов. Быстрое прототипирование позволяет инженерам и дизайнерам тестировать идеи и

вносить коррективы в реальном времени, что ускоряет переход от концептуальной стадии к финальной версии продукта.

3. Экономия материалов: Традиционные методы производства, такие как фрезеровка или литьё, предполагают удаление большого количества материала для получения нужной формы. Аддитивное производство, напротив, добавляет материал послойно, что приводит к минимизации отходов. Это не только экономически выгодно, но и экологически полезно, так как уменьшается объём утилизируемых материалов.

4. Возможность создания сложных геометрических форм: Аддитивное производство позволяет создавать детали с очень сложной геометрией, которую невозможно достичь традиционными способами. Это включает в себя внутренние полости, каналы, решётчатые структуры и другие элементы, которые ранее требовали нескольких этапов обработки или сборки. [4]

**Вывод.** Примеры использования аддитивных технологий в тракторостроении показывают, насколько этот метод может изменить подходы к проектированию, производству и обслуживанию сельскохозяйственной техники. От создания прототипов и уникальных компонентов до ремонта и модернизации существующих машин, аддитивная техника помогает компаниям повышать эффективность, снижать затраты и улучшать качество выпускаемых продуктов. Ожидается, что в будущем роль аддитивной технологии в тракторостроительной индустрии будет только возрастать. Уже сегодня ведущие мировые и отечественные производители вкладывают значительные ресурсы в развитие этого направления, стремясь оставаться на передовой технического прогресса.

### **Библиографический список**

1. Читчян, К. Д. Проектирование объектов в Nanocad / К. Д. Читчян, Д. Л. Кушнарева // Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робототехнических комплексов : Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (г. Москва, 19-20 декабря 2023 г.), посвященной 100-летию со дня рождения ветерана Великой Отечественной Войны, заслуженного деятеля науки и техники, заслуженного изобретателя РФ, д.т.н., профессора Николая Федоровича Тельнова, Москва, 19–20 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2024. – С. 144-148. – EDN QDDHYN.

2. To the organization of branded technical service of agricultural equipment / A. Chepurin, E. Chepurina, D. Kushnareva [et al.] // IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development, Namangan, Uzbekistan, 26 октября – 03 2023 года. Vol. 486. – EDP Sciences - Web of Conferences: EDP Sciences - Web of Conferences, 2024. – P. 03009. – DOI 10.1051/e3sconf/202448603009. – EDN RRQTWV.

3. Применение технологий 3D-печати и 3D-сканирования при изготовлении и ремонте сельскохозяйственной техники / Ю. В. Катаев, Ю. А.

Гончарова, А. С. Свиридов, С. П. Тужилин // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 1(307). – С. 34-38. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-1-34-38. – EDN YLNGXU.

4. Technical support system for energy-installed agricultural equipment in the agricultural industry / Yu. Kataev, E. Chepurina, D. Kushnareva [et al.] // International Scientific Forestry Forum 2023: Forest Ecosystems as Global Resource of the Biosphere: Calls, Threats, Solutions (Forestry Forum 2023), Voronezh, Russian Federation, 23–25 октября 2023 года. Vol. 93. – Les Ulis, 2024. – P. 03017. – DOI 10.1051/bioconf/20249303017. – EDN SPMXLG.

5. Беляев А.В., Иванов М.А. Применение аддитивных технологий в машиностроении. Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – 256 с.

6. Петров Г.Н., Козловский Д.И. Технологии 3D-печати в сельском хозяйстве. Минск: Белорусская наука, 2021. – 192 с.

7. Жуков А.П., Миронов А.В. Аддитивные технологии в производстве сельскохозяйственной техники. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 2022. – 224 с.

8. Данилов А.А., Попова Н.Е. Перспективы внедрения аддитивного производства в сельское хозяйство. Ростов-на-Дону: Феникс, 2019. – 240 с.

## ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ФЕРМЕРСКИМИ ХОЗЯЙСТВАМИ

*Иванченко Анастасия Сергеевна, студентка 2 курса института Механики и энергетики им. В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, N4nia2@yandex.ru*

*Научный руководитель - Перевозчикова Наталия Васильевна, к.т.н., доцент кафедры «Тракторов и автомобилей» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, n.perevozchikova@rgau-msha.ru*

**Аннотация.** В статье рассматриваются способы, оценка и возможности внедрения автоматизации и роботизации в области сельского хозяйства. Выявлено понимание области развития и слабых сторон для дальнейшей корректировки и грамотного планирования работы над цифровизацией. Предполагается, что формирование оптимальной стратегии развития сельскохозяйственного бизнеса на основе информационно-коммуникационных технологий позволит обеспечить импортозамещение и продовольственное будущее страны.

**Ключевые слова:** цифровые технологии; фермерство; модернизация; импортозамещение; устойчивое развитие; отечественный опыт; зарубежный опыт.

## DIGITAL PLATFORMS FOR FARM MANAGEMENT

*Anastasia Sergeevna Ivanchenko, 1st year student of the V.P. Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, N4nia2@yandex.ru*

*Scientific Supervisor - Perevozchikova Natalia Vasilyevna, Ph.D., Associate Professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, n.perevozchikova@rgau-msha.ru*

**Annotation:** The article discusses the methods, assessment and possibilities of implementing automation and robotization in the field of agriculture. An understanding of the development area and weaknesses has been revealed for further adjustment and competent planning of work on digitalization. It is assumed that the formation of an optimal strategy for the development of agricultural business based on information and communication technologies will ensure import substitution and the food future of the country.

**Key words:** digital technologies; farming; modernization; import substitution;

*sustainable development; domestic experience; foreign experience.*

Живя в современном мире, нельзя отрицать существование цифровизации и даже наоборот, следует «подчинить» себе как можно больше информационных структур для комфорта в работе и упрощения трудных задач. Современное сельское хозяйство (конкретно в сфере управления фермерскими хозяйствами) становится более эффективным и устойчивым благодаря использованию цифровых платформ. Технологии позволяют фермерам реализовать предпочтения, текущие задачи и построенные планы. Теперь возможно в реальном времени отслеживать данные о посевах, скоте, погоде, а также автоматизировать трудоемкие процессы грамотного управления и быстрого принятия решений.

Цифровые платформы предлагают широкий спектр инструментов для оптимизации работы: от мониторинга почвенного состава до прогнозирования урожайности. Благодаря цифровизации можно повысить производительность хозяйства, снизить издержки и минимизировать негативное влияние на окружающую среду, получить доступ к широкому спектру данных, автоматизировать многие задачи, повысить эффективность производства.

Для определения лучших цифровых платформ, а также для повышения экспертности в теме информационных технологий в аграрной отрасли, была изучена известная литература по данной теме. В.И. Меденников, Л.Г. Муратова, С.Г. Сальников в своем исследовании «Цифровая платформа для сельского хозяйства» рассматривали, как интеграция информационных систем и информационных ресурсов должны повлиять на информатизацию АПК. В результате анализа работы было выявлено, что в АПК до сих пор следует тенденция «островная цифровизация», в частности, у дилеров и разработчиков программного обеспечения точного земледелия.

Цифровые платформы являются основой для инновационной структуры в сельском хозяйстве, позволяя объединять идеи и проекты в виртуальном пространстве, основываясь на анализ данных. Они обеспечивают оперативную связь между всеми участниками процесса. Эта технология дает возможность отслеживать цены на продукцию, сырье и оборудование, получать прогнозы погоды, а также делиться и перенимать опыт в сфере животноводства и растениеводства. Хорошим примером для представления работы цифровых платформ для этих задач являются WeFarm и Twiga Food, функционирующие в Кении. В Индии существует и действует цифровая платформа eKutir Global. Обзор и анализ на цифровые платформы, применяемые в агробизнесе, осуществляли отечественные ученые Б.Б. Славин, Е.П. Зараменских, Н. Меланжиева. В исследовании ученых представлены основные определения цифровых платформ, а также описаны технологии и методы, которые лежат в основе их разработки. Подчеркивается, что цифровые платформы способствуют эффективной и непрерывной коммуникации между участниками, независимо от их географического положения и часового пояса.

Исследования в указанных работах позволяют оценить важность использования цифровых платформ для улучшения управления фермерскими

хозяйствами и помогают выделить основные тенденции и актуальные проблемы в данной области.

Методология цифровых платформ для управления фермерскими хозяйствами включает в себя комплексный подход к внедрению технологий в сельское хозяйство. Она начинается с анализа потребностей и особенностей конкретного хозяйства, определения ключевых задач и целей. Далее происходит выбор подходящей цифровой платформы, которая может предоставить необходимый набор инструментов для оптимизации постоянного обновления и совершенствования цифровых решений в соответствии с изменяющимися потребностями и требованиями рынка.

В целом, методология цифровых платформ для управления фермерскими хозяйствами способствует повышению эффективности работы хозяйства, улучшению контроля над процессами и ресурсами, а также позволяет сократить временные и финансовые затраты на управление. Рациональное использование цифровых технологий в сельском хозяйстве открывает новые возможности для развития отрасли и повышения конкурентоспособности фермеров.

Цифровые платформы для управления фермерскими хозяйствами показывают впечатляющие результаты в повышении эффективности сельского хозяйства. Многие сельскохозяйственные предприятия, внедрившие цифровые технологии, отмечают увеличение урожайности и снижение издержек. Благодаря использованию специализированных программ и приложений, фермеры могут более точно контролировать процессы возделывания, управлять ресурсами, анализировать данные о почве, метеорологических данных и растениях. Это позволяет им принимать более обоснованные решения, оптимизировать использование удобрений и засухоустойчивость культур. Кроме того, цифровые платформы облегчают мониторинг состояния сельскохозяйственной техники и позволяют оперативно проводить техническое обслуживание, повышая надежность и продолжительность ее использования. В результате фермеры видят увеличение доходов, улучшение качества продукции и снижение воздействия на окружающую среду. Инновационные цифровые платформы становятся незаменимым инструментом для современных фермеров, помогая им эффективно управлять своими хозяйствами и добиваться успеха на рынке сельскохозяйственной продукции.

Проведенное исследование цифровых платформ для управления фермерскими хозяйствами позволяет сделать ряд выводов и выделить перспективы развития данной области. Во-первых, использование цифровых инструментов значительно увеличивает эффективность управления. Во-вторых, цифровые платформы способствуют автоматизации процессов, улучшая прогнозирование и принятие решений на основе данных и аналитики.

Однако, необходимо учитывать ряд проблем, связанных с внедрением цифровых технологий в аграрный сектор, такие как отсутствие доступа к современным технологиям у небольших фермеров, недостаточное обучение персонала и недоступность высокоскоростного интернета в регионах. Для успешного развития цифровых платформ в управлении фермерскими хозяйствами необходима поддержка государства, проведение образовательных

кампаний и создание инфраструктуры для цифрового развития.

В перспективе можно ожидать дальнейшего расширения функционала цифровых платформ, внедрения специализированных решений для различных видов сельскохозяйственной деятельности, увеличения интеграции с другими системами управления. Также важным направлением развития является обеспечение защиты данных и кибербезопасности в условиях интенсивного цифрового взаимодействия.

В современных реалиях в экономике и развитии агропромышленного комплекса цифровизация и автоматизация становится ключевым фактором для повышения эффективности и стабильности в АПК и увеличения производительности. Развитие данной области требует комплексного подхода, включающего в себя технологическое совершенствование, поддержку со стороны государства и образовательные программы.

### **Библиографический список**

1. В.И. Меденников, Л.Г. Муратова, С.Г. Сальников Цифровая платформа для сельского хозяйства. // Cyberleninka.ru (Дата обращения: 29.10.2024)
2. Каманина, А. Н. Современные тренды цифровой трансформации экономической деятельности сельского хозяйства: анализ отечественной и мировой практики / А. Н. Каманина // Вестник евразийской науки. (Дата обращения: 29.10.2024)
3. Юхнюк, П.П. Тенденции изучения современных информационно-коммуникационных технологий сельского хозяйства в странах постсоветского пространства: библиометрический анализ / П.П. Юхнюк. (Дата обращения: 29.10.2024)

УДК 631.363

## **БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ**

*Ипатов Даниил Дмитриевич, студент 3 курса института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, ipatov.daniil@list.ru*

*Научный руководитель - Севрюгина Надежда Савельевна, д.т.н. доцент, профессор кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sevruginans@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Дано аналитическое обоснование развития технологий ведения сельскохозяйственной деятельности с применением беспилотных летательных аппаратов. Отмечены проблемы ограничений по применению БПЛА, что вызвало снижение экономической и ресурсной эффективности ведения хозяйственной деятельности. Обоснована целесообразность глубокой проработки нормативно-правового применения БПЛА в узко-специфических сферах сельскохозяйственной деятельности.

*Ключевые слова:* сельское хозяйство, технологии работ, инновации, беспилотные летательные средства, эффективность

## **UNMANNED AERIAL VEHICLES IN AGRICULTURE, OPERATIONAL EFFICIENCY AND LIMITATIONS**

*Ipatov Daniil Dmitrievich, 3rd year student of the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ipatov.daniil@list.ru*

*Scientific Supervisor - Sevryugina Nadezhda Savelyevna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, sevruginans@rgau-msha.ru*

*Annotation.* An analytical substantiation of the development of technologies for conducting agricultural activities using unmanned aerial vehicles is given. The problems of restrictions on the use of UAVs were noted, which caused a decrease in the economic and resource efficiency of economic activity. The expediency of in-depth study of the regulatory and legal application of UAVs in narrowly specific areas of agricultural activity is substantiated

*Key words:* agriculture, work technologies, innovations, unmanned aerial vehicles, efficiency.

Сельское хозяйство — это отрасль экономики, направленная на обеспечение населения продовольствием и получение сырья для ряда отраслей промышленности. Такие специалисты работают со сложными биологическими, инженерными системами и устройствами.

Разработка летательных аппаратов одна из наиболее интенсивно развивающихся. Массовость производства беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) обосновывается универсальностью применения и широтой вовлечения практически во все технологические производства сельского хозяйства.

БПЛА при выполнении технологических задач могут использоваться как автономно, так и удаленно управляться для корректировки выполнения задач.

Среди ключевых функций для БПЛА производители позволяют в режиме эксплуатации повысить качество работы на полях, проводя мониторинг от состояния почвы перед началом работы, учет изменений, произошедших за зимний и весенний период. В режиме реального времени контролировать качество посевов, их рост, составлять карты полей и передавать данные для анализа в центры реагирования.

Конструктивно производители оснащают БПЛА системой визуализации: камерами и сенсорами, что позволяет собирать информацию с территории по заданным задачам контроля окружающей среды. Дополнительно БПЛА оснащаются специальными подвесами, обеспечивающими автономное перемещение различных материалов, в частности, распыление удобрений, как по всему полю, так и точечное насыщение отдельных зон для повышения качества почвы, не оказывая прямого уплотняющего воздействия почвы, что происходит при применении специальной техники и тракторов.

БПЛА можно эксплуатировать в различных погодных условиях.

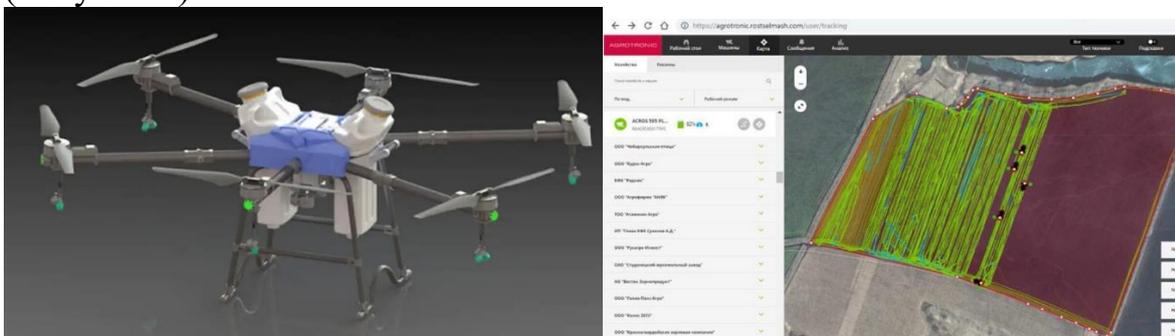
Применение в БПЛА мультиспектральных камер позволяет детально осмотреть плодовые культуры и выявить мутации в процессах выращивания. Также БПЛА помогает увидеть различные заболевания или изменения в росте растений на ранних стадиях. С помощью мультиспектральных камер они определяют изменения в цвете и текстуре растений, что указывает на наличие болезней, вредителей или дефицита питательных веществ. Такой вид мониторинга позволяет принять меры быстро, потери урожая - сокращаются.

БПЛА позволяют фермерам значительно экономить время, благодаря высокой скорости полета.

Получение большого массива данных за счет передачи информации от БПЛА позволяет отказаться от использования спутниковой системы, что в свою очередь обеспечивает стабильность накопления данных и дает возможность обезопасить информационный банк от утечек.

Основной задачей беспилотников является регулярная съемка огромной площади с целью контроля качества высадки. Для больших территорий и удаленной местности используют аппараты самолетного типа. У таких БПЛА преимущество во времени полета. Высота и маневренность выше квадрокоптеров. Мониторинг растений с помощью такого аппарата не допустим на ограниченной территории. Система постоянно должна находиться в движении.

Видеосъемка с БПЛА экономична с финансовой точки зрения. Затраты на использование летательных аппаратов намного меньше расходов на пилотную авиацию или наземные решения мониторинга культур. Возможность создания 3Д модели позволяет детально проанализировать выемку грунта, определить засушливые территории и проанализировать степень влажности почвы (Рисунок 1).



**Рисунок 1 - Типовой вариант БПЛА (chufangagri.com Беспилотник Chufang QFTP-32 для сельского хозяйства) с визуализацией сбора данных о ходе посевных работ.**

Поэтому российские аграрии обращают особое внимание на разработку новых технологий, связанных с летательными аппаратами.

В России разработкой агропромышленных БПЛА заняты следующие организации:

- «Беспилотные технологии» (г. Новосибирск),
- «Геоскан» (г. Санкт-Петербург),
- «Автономные аэрокосмические системы — «ГеоСервис» (г. Красноярск),
- «Zala Aero» (г. Ижевск).

В качестве примера, можно представить разработку Пермского Политеха программно-аппаратного комплекса БПЛА с мультиспектральной камерой для автоматизации и оптимизации сельскохозяйственного производства в России. Высота полета разработанного БПЛА – 6000 метров, время нахождения в воздухе составляет до 40 минут, и грузоподъемность – до 10 кг. Также есть возможность обслуживания БПЛА в России, что значительно сократит затраты на ремонт. Разработчики утверждают, что данный БПЛА повысит урожайность посевов на 10-20%, на 15-25% сократит затраты на удобрения, а также на 20-30% снизит расход воды для орошения. В свою очередь, это позволит существенно сэкономить ресурсы и повысить общую эффективность сельскохозяйственного производства.

В начале 2024 года отрасль беспилотных систем в сельском хозяйстве столкнулась с некоторыми проблемами, включая нехватку квалифицированного персонала.

Основными проблемами отрасли в России являются региональные ограничения, нестыковки в нормативных актах и усложнение получения сертификата летной годности на отечественные БПЛА.

Министерство обороны России приняло ограничение на количество

воздушных судов, которые могут участвовать в химической обработке полей, потребовало обязательную установку на самолеты авиационного трекера, что вызвало определенные сложности для фермеров использования БПЛА.

Данные ограничения привели к снижению авиационных работ в два раза. Увеличение сроков согласования начала беспилотных полетов со всеми органами власти вызывает пропуски периодов обработки гербицидами. Следует обратить внимание на влияние вышеперечисленных запретов для рисового сектора отрасли, где спектр работ, выполняемых с использованием БПЛА, включает почти все технологические операции. В этой отрасли БПЛА использовались из-за наличия, неудобных мест, наличием ЛЭП, где применение самолетов исключено. БПЛА помогали сократить семенной материал почти в два раза, что давало возможность снизить стоимость крупы в магазинах. Кроме того, с помощью агродронов удобнее сеять мелкосеменные культуры, такие как рапс, горчица, редька.

Эксперты считают, что запрет использования БПЛА в 2024 году хотя и оправдан, но следует все же более внимательно относиться к специфике применения БПЛА в АПК, как стратегически важной отрасли для всей страны.

**Вывод.** Проведена оценка эффективности применения БПЛА в различных технологических операциях при выполнении сельскохозяйственных работ. Обращается внимание на введение ограничений по применению БПЛА, что вызвало ряд значимых проблем, негативное влияние которых уже стало результатом снижения экономической и ресурсной эффективности ведения хозяйственной деятельности. Отмечена целесообразность глубокой проработки нормативно-правового применения БПЛА в узко-специфических сферах сельскохозяйственной деятельности.

### Библиографический список

1. Встраиваемая мультиплексная цифровая система мониторинга машин природообустройства / Н. С. Севрюгина, Е. В. Рузанов, М. А. Матвеев, А. С. Апатенко // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : материалы XI МНПК, п. Правдинский, 05–07 июня 2019 года. – п. Правдинский: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2019. – С. 378-383.
2. Перспективы беспилотных технологий в сельском хозяйстве. 2023. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/rshb/articles/713180/>
3. Современные технологии для агробизнеса. 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geomir.ru/publikatsii/bespilotniki-v-selskom-khozyaystve/>
4. Севрюгина, Н. С. Конструктивная адаптивность машин к эффективному функционированию в полном цикле технологических работ / Н. С. Севрюгина, А. С. Апатенко // Силовое и энергетическое оборудование. Автономные системы. – 2019. – Т. 2, № 2. – С. 58-68. – DOI 10.32464/2618-8716-2019-2-2-58-68.



## **К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

**Катаев Андрей Васильевич**, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, [katayev02@internet.ru](mailto:katayev02@internet.ru)

**Катаев Владимир Васильевич**, студент 3 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, [katayev02@internet.ru](mailto:katayev02@internet.ru)

**Петухов Егор Александрович**, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, [katayev02@internet.ru](mailto:katayev02@internet.ru)

**Научный руководитель - Крючков Виталий Алексеевич**, к.т.н., доцент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, [v.kryuchkov@rgau-msha.ru](mailto:v.kryuchkov@rgau-msha.ru)

**Аннотация.** Рассмотрен вопрос использования цифровых инструментов при проектировании специальной сельскохозяйственной машины для рыхления почвы. Описаны этапы проектирования специальной машины с применением системы автоматизированного проектирования «Компас 3D». Получены выводы о эффективности использования САПР при проектировании сельскохозяйственных машин в целом.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственные машины, САПР, проектирование, конструкторская документация, прочностные расчеты, механизмы машин, Компас 3D.

## **ON THE ISSUE OF USING DIGITAL TOOLS AT THE DESIGN STAGE OF AGRICULTURAL MACHINERY**

**Kataev Andrei Vasilevich**, 4th year undergraduate student of the Institute of meachanics and energy named by V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [katayev02@internet.ru](mailto:katayev02@internet.ru)

**Kataev Vladimir Vasilevich**, 3th year undergraduate student of the Institute of meachanics and energy named by V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [katayev02@internet.ru](mailto:katayev02@internet.ru)

**Petukhov Egor Aleksandrovich**, 4th year undergraduate student of the Institute of meachanics and energy named by V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [epetuhov03@mail.ru](mailto:epetuhov03@mail.ru)

**Scientific supervisor – Kryuchkov Vitaliy Alekseevich**, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department tractors and cars, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [v.kryuchkov@rgau-msha.ru](mailto:v.kryuchkov@rgau-msha.ru)

***Annotation.** The issue of using digital tools in the design of a special agricultural machine for loosening the soil is considered. The stages of designing a special machine using the computer-aided design system "Compass 3D" are described. Conclusions have been drawn on the effectiveness of using CAD in the design of agricultural machinery in general.*

***Key words:** agricultural machinery, CAD, design, design documentation, strength calculations, machine mechanisms, Compass 3D.*

Осуществление сельскохозяйственной деятельности с целью получения качественной сельскохозяйственной продукции немислимо без механизации сельского хозяйства, то есть без применения специальных машин и орудий, использующих в качестве источника тепловую (двигатель внутреннего сгорания), электрическую (электрические двигатели и машины) энергию. Такие машины в противопоставлении ручному труду отличаются высокой производительностью выполняемых работ, большим ресурсом эксплуатации, предохраняют человека от взаимодействия с опасными для здоровья веществами и предназначаются для широкого круга задач (почвенной обработки, защиты растений, уборки урожая, кормления и содержания животных), в том числе для задач, которые не под силу человеку при ручном труде (глубокое рыхление почвы с уничтожением плужной подошвы). Механизация позволяет повысить и качество производимой сельскохозяйственной продукции, путем более точного соблюдения агротехнических требований. Любая сельскохозяйственная машина имеет техническое устройство, которое подразумевает наличие механических передач, приводов, несущих конструкций, передаточных устройств. Данный фактор усложняет процесс создания машин, так как элементы технического устройства машин требуют большого объема времени для их проектирования и изготовления, проведения опытных работ и подтверждения их работоспособности. Таких элементов в конструкции машины множество и они образуют единую систему, что в свою очередь заставляет работать узлы и механизмы в строгой согласованности, не нарушая работу друг друга. Для обеспечения наиболее точного соответствия элементов технического устройства машины закладываемым рабочим параметрам и для сокращения времени производства невозможно обойтись без применения цифровых инструментов на этапе проектирования машины.

Этап проектирования машины включает в себя проектно-конструкторские работы, целью которых является выявление необходимых рабочих параметров (зависят от назначения машины, закладываемых агротехнических требования), габаритных и массовых характеристик, соответствия экологическим и прочим стандартам. Для данных целей на этапе проектирования формируется техническое устройство машины с назначением и проектированием конкретных узлов и механизмов, отдельных деталей. Результатом этапа проектирования является разработка конструкторской и проектной документации, включающей

в себя чертежи деталей, узлов, машины в целом; эксплуатационной и технической документации, предназначенной для правильного использования машины, её ремонта и обслуживания. Этап проектирования является окончательным в создании облика машины, её устройства, по конструкторской и проектной документации выполняется изготовление машины. Проектирование может повторяться на разных этапах создания машин, как в самом начале, так и после изготовления и проведения опытных работ с целью корректировки устройства машина. Как правило от качества проектирования зависит на сколько машина будет удовлетворять заложенным в неё требованиям.

В проектировании машин главным цифровым инструментом является система автоматизированного проектирования (САПР). САПР представляет собой комплекс компьютерных программ, позволяющих получать 3D модели изделий, чертежи и спецификации, выполнять прочностные расчеты деталей, расчеты газодинамических, гидравлических процессов, визуализировать кинематические движения механизмов с целью оценки их работоспособности. Составными структурными частями САПР являются подсистемы, в которых при помощи различных комплексов средств выполняется решение функционально законченных задач в определенной последовательности [1]. Все расчеты и проектировочные процессы выполняются компьютерными мощностями, что сильно ускоряет процесс проектирования в сравнении с ручным методом силами человека. Важным аспектом для машиностроения, в том числе и сельскохозяйственного является наличие отечественной САПР, наиболее отвечающей требованиям и запросам пользователей страны. Широко известна отечественная САПР «Компас 3D». Программа предназначена для автоматизации проектно-конструкторских работ в машиностроении, приборостроении, строительстве и прочих отраслях промышленности, где необходимы проектно-конструкторские работы [2].

В качестве примера использования цифровых инструментов на этапе проектирования предлагается рассмотреть проектирование специальной сельскохозяйственной машины для рыхления почвы. Машина представляет из себя малогабаритное средство с активными рабочими органами в виде винтовых шнеков (рисунок 1).

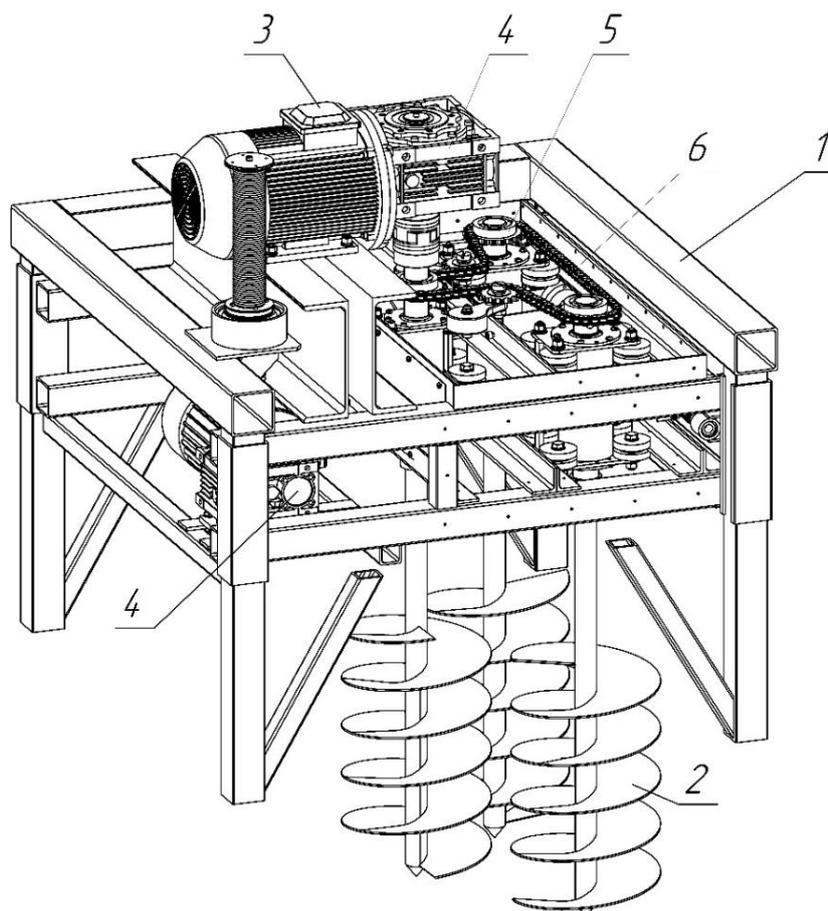


Рисунок 1 — Устройство специальной машины: 1 — несущая конструкция; 2 — активные рабочие органы; 3 — электрический двигатель; 4 — редукторы; 5,6 — передаточные устройства

Рабочие органы приводятся во вращательное движение электромеханическим приводом. Органы внедряются в почву и осуществляют её обработку, улучшая физико-механические свойства. Машина разработана с целью обработки тяжелых, глинистых, а также горных с каменистыми включениями почв. В этой связи были определены необходимые рабочие и другие параметры машины (крутящий момент на рабочих органах, частота их вращения, мощность двигателей, геометрические сечения деталей в соответствии с предъявляемой прочностью). Далее при помощи САПР «Компас 3D» проектировались отдельные детали машины. Детали подвергались проверке по прочности в подсистеме САПР «АРМ FEM», после подтверждения прочности детали включались в механизмы. Механизмы и узлы компоновались и была сформирована окончательная конструкция машины, со всеми размещенными механизмами и узлами. Полученная 3D модель специальной машины позволила оценить её габаритные и массовые характеристики, внести корректировку в расположение некоторых узлов до момента изготовления машины с целью сокращения расходов денежных средств. Встроенными средствами САПР проверены кинематические движения механизмов, подтверждена их работоспособность, соответствие рабочим параметрам машины.

По сравнению с ручным составлением расчетов, конструкторской документации применение САПР в проектировании позволило значительно сократить общее время этапа проектирования специальной машины для рыхления, задействовать меньше трудовых ресурсов. Некоторые преимущества САПР (визуализация кинематических движений) позволили виртуально и быстро проконтролировать движения механизмов, оценить их работоспособность, что при ручном способе проектирования требовало бы создание прототипов механизмов и демонстрацию их движений. При этом стоит учитывать, что для использования САПР необходимы специальные знания и навыки, в следствие специалисты, владеющие данным программным обеспечением. Точность результатов расчетов в САПР зависит от навыков специалиста. Сокращение время проектирования обеспечивается только при наличии грамотного квалифицированного специалиста, так как при отсутствии навыков и знаний у пользователя САПР может затрачиваться больше времени на проектирование, чем при оформлении всей документации вручную. Также необходимо принять к сведению стоимость лицензионного программного обеспечения, которую необходимо выплачивать владельцам. Данная стоимость может оказать существенные экономические затраты для пользователя.

Использование цифровых инструментов на этапе проектирования сельскохозяйственных машин при наличии соответствующих навыков и знаний у специалиста имеет значительные преимущества по сравнению с традиционными способами проектирования. Преимущества заключаются в значительном сокращении времени проектирования, экономии трудовых ресурсов и денежных средств, а также в более точных результатах прочностных и прочих расчетов, в исключении человеческого фактора как источника ошибок в проектировании. Таким образом, цифровые инструменты позволяют улучшить и ускорить процесс проектирования, снизить риски получения некачественного и не соответствующего требованиям изделия.

### **Библиографический список**

1. Мамышев, Р. Э. Состав и структура САПР. Подсистемы САПР / Р. Э. Мамышев // Международный студенческий научный вестник. – 2019. – № 6. – С. 5.
2. Катаев, А. В. Моделирование мастер-модели в САПР «Компас 3D» для свободного литья / А. В. Катаев, А. С. Свиридов // Journal of Advanced Research in Technical Science. – 2023. – № 36. – С. 78-83. – DOI 10.26160/2474-5901-2023-36-78-83.

## ОРГАНИЗАЦИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

*Ладжаилиа Яссин Насерович, студент 3 курса института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, n.perevozchikova@rgau-msha.ru*

*Научный руководитель – Перевозчикова Наталия Васильевна, к.т.н., доцент, доцент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, n.perevozchikova@rgau-msha.ru*

***Аннотация.** В современном обществе социальная защита работников играет важную роль не только в обеспечении их благосостояния, но и в повышении производительности труда, улучшении качества обслуживания и снижении текучести кадров. Автотранспортные предприятия, предоставляющие услуги пассажирских и грузовых перевозок, особенно нуждаются в системе социальной защиты персонала, так как рабочие условия в данной сфере часто связаны с рисками и стрессовыми ситуациями. В этой статье мы рассмотрим основные аспекты организации социальной защиты персонала на автотранспортных предприятиях.*

***Ключевые слова:** льготы, пенсии, финансовая помощь, поддержка, обеспечение, выплаты, государственные программы.*

## ORGANIZING SOCIAL PROTECTION OF STAFF AT A MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE

*Ladzhailia Yassin Naserovich, 3th year student of the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin of the Agro-Industrial Complex, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, n.perevozchikova@rgau-msha.ru*

*Scientific Supervisor – Perevozchikova Natalia Vasilievna, Ph.D, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, n.perevozchikova@rgau-msha.ru*

***Annotation.** In modern society, social protection of workers plays an important role not only in ensuring their well-being, but also in increasing labor productivity, improving the quality of service and reducing staff turnover. Motor transport companies providing passenger and freight transportation services especially need a system of social protection for their personnel, since working conditions in this area are often associated with risks and stressful situations. In this article, we will consider the main aspects of organizing social protection for personnel at motor*

transport companies.

**Key words:** *benefits, pensions, financial assistance, support, provision, payments, state programs.*

### 1. Понятие социальной защиты

Социальная защита — это комплекс мер, направленных на обеспечение граждан достойным уровнем жизни и защиту их прав. В контексте автотранспортных предприятий, это включает в себя не только гарантии трудовых прав, но и создание безопасных и здоровых условий труда, а также предоставление различных социальных услуг и льгот.

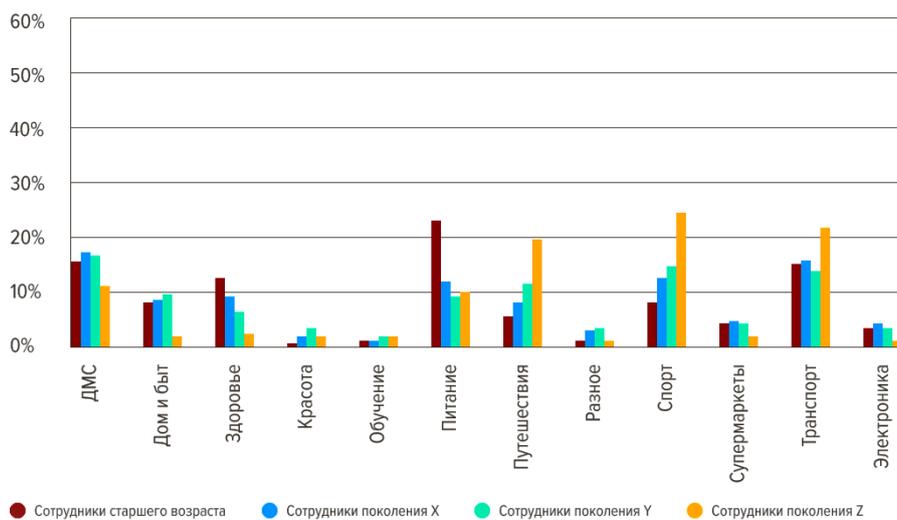


Рисунок 1 - Диаграмма распределения работников по категориям социальных льгот

### 2. Основные компоненты социальной защиты

Социальная защита персонала на автотранспортном предприятии включает в себя несколько ключевых аспектов:

- **Трудовые права и гарантии:** Обеспечение соблюдения трудового законодательства, норм охраны труда, условий работы сотрудников. Это включает в себя соблюдение рабочего времени, предоставление отпусков и выходных, адекватную оплату труда.

- **Здоровье и безопасность труда:** Автотранспортные предприятия обязаны создавать безопасные условия труда для своих сотрудников. Это может включать в себя регулярные медицинские обследования, обучение технике безопасности и использование индивидуальных средств защиты.

- **Социальные льготы и пособия:** Для повышения уровня жизни работников работодатели могут вводить различные программы поддержки, такие как доплаты за вредные условия труда, транспортные льготы, страхование здоровья и жизни.

- **Профессиональное обучение и повышение квалификации:** Инвестиции в обучение и развитие персонала способствуют не только повышению квалификации, но и повышению мотивации работников. Это важно для

повышения конкурентоспособности предприятия.

- Социальная поддержка: Создание условий для работы со специалистами по социальным вопросам, которые помогают работникам решать личные и социальные проблемы, будь то психологическая помощь или поддержка в трудных жизненных ситуациях.

### 3. Реализация социальной защиты на предприятии

Для успешной реализации системы социальной защиты на автотранспортном предприятии необходимо:

- Анализ потребностей персонала: Сначала, важно провести оценку потребностей работников в области социальной защиты. Это может быть сделано через анкетирование, интервью или собрания.

- Разработка политики социальной защиты: На основе собранной информации необходимо разработать четкую политику социальной защиты, которая будет учитывать специфику предприятия и пожелания сотрудников.

- Внедрение программ и мер: Важно внедрять программы, которые будут поддерживать здоровье работников, обеспечивать им финансирование в трудных ситуациях и предлагать возможности для профессионального роста.

- Мониторинг и оценка эффективности: Регулярный контроль за выполнением социальных программ и их эффективностью поможет оперативно вносить изменения и улучшения в систему социальной защиты.

### 4. Значение для предприятия

Организация системы социальной защиты персонала на автотранспортном предприятии имеет множество плюсов:

- Улучшение морального климата: Система социальной защиты способствует созданию атмосферы доверия между работниками и работодателем.

- Снижение текучести кадров: Слаженная система мер социальной защиты позволяет удерживать квалифицированных специалистов, что снижает затраты на переобучение и рекрутирование новых работников.

- Повышение производительности труда: Работники, которые чувствуют заботу со стороны работодателя, как правило, становятся более продуктивными, что говорит о взаимовыгодных отношениях.

- Улучшение репутации предприятия: Компании, заботящиеся о своих работниках, формируют положительный имидж на рынке, что также может способствовать привлечению новых клиентов.

### 5. Роль профсоюзов в системе социальной защиты

Профсоюзы играют значимую роль в организации социальной защиты на автотранспортных предприятиях. Они представляют интересы работников и ведут переговоры с работодателями о лучших условиях труда, заработных платах и социальных гарантиях. Профсоюзные организации могут также содействовать:

- Коллективным договорам: Заключение соглашений между работодателем и профсоюзом о трудовых условиях, что помогает защитить права работников.

- Поддержка правосудия: Профсоюзы оказывают помощь работникам в

случае трудовых споров, предоставляя юридическую консультацию и защиту интересов.

- Организация досуга: Профсоюзы могут организовывать культурные и спортивные мероприятия, что способствует улучшению морального климата на предприятии и укреплению командного духа.

#### 6. Информирование и вовлеченность работников

Организация социальной защиты не будет эффективной без активного участия самих работников. Необходимо создавать каналы для информирования сотрудников о доступных социально-экономических программах, а также вовлекать их в обсуждение вопросов, касающихся улучшения условий труда. Это может быть осуществлено через:

- Регулярные собрания: Обсуждение актуальных вопросов и предложений по улучшению работы предприятия.

- Анонимные опросы: Получение обратной связи о состоянии условий труда и уровне социальной защиты.

- Системы инициатив: Программы, где работники могут предлагать свои идеи и решения по повышению социальной ответственности предприятия.

#### 7. Программы социальной защиты для отдельных категорий работников

Особое внимание следует уделить тем категориям работников, которые могут быть особенно уязвимыми, например:

- Водители с многолетним стажем: Создание программ поощрения, специальных льгот и учебных поездок для повышения квалификации.

- Работники с ограниченными возможностями: Обеспечение доступности рабочих мест и условий труда, а также программы адаптации.

- Разношерстные графики труда: Для работников, которые работают сменами, необходимо предоставлять более гибкие условия для отдыха и социализации.

#### 8. Экономическая эффективность социальной защиты

Стоит отметить, что инвестиции в систему социальной защиты работают не только в интересах работников, но и самих работодателей. В долгосрочной перспективе создание комфортных условий труда:

- Снижает текучесть кадров: Счастливые и уверенные в завтрашнем дне сотрудники менее склонны искать другие варианты работы.

- Увеличивает лояльность: Повышение приверженности сотрудников к компании улучшает командный дух и производительность.

- Снижает затраты на медицинские услуги: Предоставление хороших условий труда может снизить уровень заболеваний и несчастных случаев, что уменьшает расходы на больничные листы и медицинскую помощь.

### **Библиографический список**

1. Баранов, В. Н., Петров, И. С. (2018). Социальная защита населения: учебное пособие. Москва: Издательство «К Российскому образованию».

2. Дьячков, А. В. (2020). Социальная политика России: состояние и тенденции. Санкт-Петербург: Издательство «Питер».

3. Елфимова, Л. Е. (2019). Организация труда и социальная защита работников автотранспортных предприятий. Транспорт России, (4), 12-15.
4. Зотов, Р. А. (2017). Механизмы социальной защиты работников: теоретические и эмпирические аспекты. Москва: Издательство «Наука».

УДК 531.714.72

## **РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ ДИАМЕТРОВ КЛАПАНОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ЯМЗ**

*Леонов Василий Олегович, студент 2 курса бакалавриата института механики и энергетики им. В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, vasileon4@ya.ru*

*Научный руководитель - Вергазова Юлия Геннадьевна, к.т.н., доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, vergazova@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Приведен расчет технической и экономической эффективности использования индикаторной скобы с цифровой головкой СИ25ЦГ вместо микрометра МК25 при контроле диаметров клапанов двигателей ЯМЗ в процессе ремонта.

*Ключевые слова:* измерения, контроль, погрешность, неправильно принятые изделия, неправильно забракованные изделия.

## **CALCULATION OF THE EFFICIENCY OF USING DIGITAL MEASURING INSTRUMENTS FOR MONITORING THE DIAMETERS OF YAMZ THE REPAIR PROCESS**

*Vasily Olegovich Leonov, 2nd year undergraduate student of the V.P. Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, vasileon4@ya.ru*

*Scientific Supervisor - Vergazova Yulia Gennadiievna, Ph.D., Associate Professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, vergazova@rgau-msha.ru*

*Annotation.* The calculation of the technical and economic efficiency of using an indicator bracket with a digital head СИ25ЦГ instead of a micrometer МК25 when monitoring the diameters of valves of YaMZ engines during repair is given.

*Key words:* measurements, control, error, incorrectly accepted products, incorrectly rejected products

В процессе технологического развития машиностроительное производство становится все более точным [1], формируются уменьшенные допуски размеров, отклонений формы и расположения поверхностей, формируются новые высокоточные посадки, как с зазорами [2,3], так и с

натягами [4,5], что требует применения средств измерений с меньшей погрешностью [6,7], сниженной трудоемкостью и эргономичностью контроля.

Двигатели ЯМЗ широкое применение не только в тракторах, но и в комбайнах, а также специальных машинах для сельского хозяйства, они так же используются в энергетике при комплектовании генераторных подстанций для обеспечения бесперебойности работы комплексов АПК.

Двигатели ЯМЗ, в отличие от зарубежных аналогов, являются ремонтпригодными, и за время эксплуатации проходят по 3...4 крупных ремонтов, как раньше их называли – капитальных, с полной разборкой, дефектовкой, заменой изношенных деталей и сборкой.

Важными деталями, подверженными износу, являются клапаны двигателей. При дефектации клапанов двигателей внутреннего сгорания контролируются следующие элементы клапана, рисунок 1:

- износ, задиры и царапины на стержне клапана;
- износ (выработка и раковины) на рабочей фаске тарелки клапана, трещины, прогары и лак на поверхности тарелки клапана;
- изгиб стержня клапана, трещины и забоины канавок под сухари;
- повреждения (износ и деформация) торца стержня клапана, его длины.

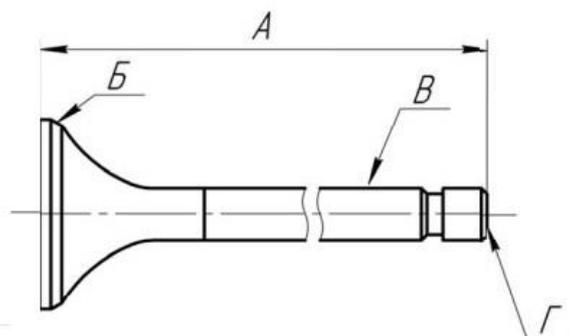


Рисунок 1 – Контролируемые дефекты клапана двигателя ЯМЗ в процессе ремонта: А – длина клапана; Б – повреждение кромки фаски клапана; В – износ стержня; Г – износ поверхности под боек коромысла

В таблице 1 представлены контролируемые параметры при дефектации клапанов двигателей ЯМЗ 236 (236-1007015-В2).

Таблица 1

**Параметры дефектации клапанов двигателей ЯМЗ**

Контролируемый параметр	Размер с отклонениями	Размер, допустимый без ремонта, мм	Допуск размера, мкм	Допускаемая погрешность измерений, мкм
Диаметр стержня клапана	$12_{-0,055}^{-0,030}$	-	40	$\pm 12$
Длина клапана	$152,9 \pm 0,125$	Задиры не допускаются	250	$\pm 50$
Рабочая фаска клапана	$3,2 \pm 0,07$	Не менее 3,0	140	$\pm 30$

Методика выбора средств измерений при допусковом контроле описана в следующих документах:

ГОСТ 8.051-81 – в этом стандарте сформированы общие требования к выбору средств измерений для контроля размеров деталей, определены основные критерии выбора, такие как погрешность измерений, диапазон измерений, условия эксплуатации и другие важные параметры;

РД 50-98-86 – данный руководящий документ дополняет ГОСТ 8.051-81 и предоставляет более подробные рекомендации по выбору средств измерений для различных типов деталей и условий контроля, РД включает в себя таблицы и примеры, которые помогают правильно выбрать измерительные приборы в зависимости от конкретных требований и условий эксплуатации.

Эти документы помогают обеспечить точность и надежность измерений при проведении допускового контроля, что является важным аспектом в обеспечении качества продукции и безопасности эксплуатации оборудования.

Для контроля диаметра стержня клапана, имеющего допуск 40 мкм и допускаемую погрешность измерений  $\pm 12$  мкм, необходимо выбрать средство измерений, удовлетворяющее условию [8]:

$$\Delta lim \leq \delta, \quad (1)$$

где  $\Delta lim$  – предельная погрешность средства измерений;  $\delta$  - допускаемая погрешность измерения.

Условие (1) способствует использованию средств измерений с более грубой погрешностью. Так, использование микрометра МК-25 с точностью отсчета 0,01 мм, диапазоном измерений 0-25 мм и предельной погрешностью при работе в руках  $\Delta lim = \pm 10$  мкм, согласно данному условию (1), позволяет применять его для контроля диаметра клапана двигателя ЯМЗ, но дискретность оценки микрометром 0,01 мм не сопоставима с требуемой точностью контроля размера в виде нижнего отклонения – 0,055 мм. Но его с успехом повсеместно применяют на ремонтных предприятиях. Из-за этого могут возникать внутренние потери [9].

В таблице 2 приведен расчет показателей разбраковки и возможной экономии от замены микрометра МК-25 на скобу индикаторную СИ-25ЦГ с цифровой головкой, которая имеет точность отсчёта 0,001 мм, при контроле диаметров клапанов двигателей ЯМЗ во время ремонта.

Таблица 2

### Результаты расчета экономии от замены индикаторных головок на цифровые

Показатели	Обозначение	Средство измерений	
		МК-25-0,01	СИ-25ЦГ-0,001
Контролируемый размер	$d$	$12_{-0,055}^{-0,030}$	$12_{-0,055}^{-0,030}$
Допуск размера	$T$	25 мкм	25 мкм
Коэффициент точности технологического процесса	$T/\sigma_{\text{тех}}$	3	3
Погрешность измерений	$\Delta lim$	$\pm 10$ мкм	$\pm 3$ мкм
Цена средства измерений	$K$	12000 руб.	28500 руб.
Коэффициент точности измерений	$A_{\text{мет}}$	20 %	6 %

Показатели	Обозначение	Средство измерений	
Количество неправильно принятых клапанов	$m$	5,4 %	1,7 %
Количество неправильно забракованных клапанов	$n$	12 %	2,2 %
Стоимость клапана	$C$	400 руб.	400 руб.
Затраты на устранение последствий от установки бракованного клапана в двигатель	$Z_y$	6200 руб.	6200 руб.
Программа контроля клапанов	$N$	32000 шт.	32000 шт.
Экономия от сокращения неправильно забракованных клапанов	$Э_n$	-	1 254 400 руб.
Экономия от уменьшения количества неправильно принятых клапанов	$Э_m$	-	7 340 800 руб.

Программа ремонта двигателей на специализированном ремонтном предприятии – 2000 шт. в год. При наличии 8 цилиндров и по 2 клапана на цилиндр – программа контроля клапанов выходит равной 32000 шт.

Как видно из данных таблицы 2, при замене МК-25 с точностью отсчета 0,01 мм и предельной погрешностью измерений  $\Delta_{lim} = \pm 10$  мкм, на скобу индикаторную СИ-25ЦГ с цифровой головкой с точностью отсчета 0,001 мм, возникает экономия от сокращения неправильно забракованных клапанов в размере 1,25 млн. руб. и экономия от уменьшения количества неправильно принятых клапанов 7,34 млн. руб. при программе контроля 32000 клапанов в год.

### Библиографический список

1. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Вестник машиностроения. 2023. Т. 102, № 8. С. 701-704.
2. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова [и др.] // Трение и износ. 2023. Т. 44, № 3. С. 261-269.
3. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Вергазова Ю. Г. Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки // Трение и износ. 2024. Т. 45, № 4. С. 327-334.
4. Обоснование посадок соединений со шпонками / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова, Д. У. Хасьянова // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2022. № 6. С. 65-71.
5. Расчет посадок соединений упругих втулочно-пальцевых муфт с валами / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Вестник машиностроения. 2023. Т. 102, № 2. С. 96-101.

6. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж. Нормирование погрешности косвенных измерений при приёмо-сдаточных испытаниях двигателей // Измерительная техника. 2022. № 8. С. 23-27.
7. Методика оценки брака: процесс контроля коренных шеек коленчатых валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Агроинженерия. 2023. Т. 25, № 6. С. 39-45.
8. Инструментальный контроль дефектов коренных опор блока цилиндров / О. А. Леонов, В. К. Зимогорский, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Агроинженерия. 2024. Т. 26, № 2. С. 65-70.
9. Оценка и анализ внутренних потерь при производстве продукции на машиностроительных предприятиях / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Вестник машиностроения. 2023. Т. 102, № 5. С. 421-426.

УДК 621.396.2+004.946

**ПОВЫШЕНИЕ ДАЛЬНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ АНАЛОГОВОГО ВИДЕОСИГНАЛА 5.8 ГГц ПУТЁМ РУЧНОГО УДАЛЁННОГО УПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТЬЮ ВИДЕОПЕРЕДАТЧИКА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО БВС**

*Лямин Дмитрий Константинович, студент 1 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, dimalamin64@gmail.com.*

*Научный руководитель - Белов Дмитрий Владимирович, ассистент кафедры Автоматизация и роботизация технологических процессов имени академика И.Ф. Бородин, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, dmitri.belov@rgau-msha.ru*

*Аннотация. Предложен способ настройки тумблера радиопередатчика Radiomaster TX12 с ПО EdgeTX в конфигураторе Betaflight для ручного управления мощностью аналогового видеопередатчика на частоте 5,8 ГГц в режиме реального времени, через полетный контроллер БВС, адаптируя мощность передачи видеосигнала к условиям полёта. В результате повышены дальность передачи, стабильность видеосигнала и эффективность энергопотребления.*

*Ключевые слова: энергосбережение, аналоговый видеосигнал, FPV системы, сельскохозяйственный БВС.*

**IMPROVING THE RANGE AND STABILITY OF ANALOG FPV VIDEO SIGNAL AT 5.8 GHZ THROUGH MANUAL REMOTE CONTROL OF VIDEO TRANSMITTER POWER IN REAL-TIME FOR AGRICULTURAL UAV**

*Lyamin Dmitry Konstantinovich, first-year bachelor's student at the V.P. Goryachkin Institute of Mechanics and Energy, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, dimalamin64@gmail.com.*

*Scientific Supervisor - Belov Dmitry Vladimirovich, Assistant at the Department of Automation and Robotization of Technological Processes named after Academician I.F. Borodin, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, dmitri.belov@rgau-msha.ru*

*Annotation. A method for configuring a switch on the Radiomaster TX12 transmitter with EdgeTX firmware in the Betaflight configurator is proposed for manual control of the power of an analog video transmitter in real-time, through the UAV flight controller, adapting the power to flight conditions. As a result, the transmission range, video signal stability, and energy efficiency are improved.*

**Key words:** *energy saving, analog video signal, FPV systems, agricultural UAV.*

Современные технологии с использованием летательных аппаратов активно внедряются в сельское хозяйство, и беспилотные воздушные средства (БВС) играют важную роль в повышении качества агрономических процессов [1]. Сельскохозяйственные БВС, они же дроны, используются для мониторинга посевов, оценки состояния растений, внесения удобрений и защиты от вредителей. Эффективность таких операций в ручном режиме зависит от надежной системы видеопередачи, позволяющей оператору получать информацию о состоянии исследуемого объекта в режиме реального времени [2].

Различают два основных типа видеопередачи, применяемых в современных БВС: цифровые и аналоговые системы.

Цифровые видеосистемы используют частоты 2.4 ГГц и 5.8 ГГц и применяют сложные алгоритмы модуляции и кодирования сигнала, что позволяет передавать видео с высоким разрешением (1080p и выше). Системы, такие как DJI Digital FPV [3], обеспечивают чёткую картинку с высокой детализацией и делают их предпочтительными для задач, требующих точной визуализации, например, аэросъёмки. Однако цифровые системы имеют существенные ограничения, включая задержку передачи от 50 мс до 100 мс в зависимости от условий, и высокую потребляемую мощность, что снижает время полёта дрона. Цифровые системы превосходят аналоговые по качеству изображения и устойчивости к помехам благодаря использованию передовых протоколов передачи данных, таких как OFDM (ортогональное частотное мультиплексирование). Однако они подвержены влиянию внешних факторов, таких как многолучевые интерференции и поглощение сигнала, что ограничивает дальность связи. Кроме того, из-за сложной обработки данных цифровые системы часто не подходят для применения в высокоскоростных манёврах, где требуется мгновенная реакция оператора.

Аналоговые видеосистемы работают преимущественно на частотах 1.2 ГГц, 2.4 ГГц и 5.8 ГГц., отличаются низкой задержкой передачи (около 10 мс). Однако качество передаваемого изображения ограничено разрешением около 800 ТВ-линий (телевизионных линий), уступая цифровым системам. Аналоговые, несмотря на невысокое разрешение и восприимчивость к шумам, остаются конкурентоспособными благодаря своей низкой задержке, высокой надёжности в условиях простых и умеренно сложных полётов, и эффективности использования частотного спектра. Частота 5.8 ГГц особенно выделяется среди других частотных диапазонов за счёт своей способности поддерживать стабильную передачу при сравнительно высокой дальности, достигающей до 15 км с использованием мощных передатчиков и направленных антенн.

С учётом вышеописанных особенностей, аналоговые видеосистемы на частоте 5.8 ГГц продолжают использоваться в системах FPV, особенно в приложениях, требующих минимальной задержки сигнала и устойчивости к

изменениям условий среды. Тем не менее, их эксплуатационные характеристики могут быть ограничены мощностью передатчика и потребностью в адаптации к изменяющимся условиям полёта.

В данной работе предлагается способ ручного переключения мощности передачи аналогового видеосигнала в режиме реального времени с помощью запрограммированного переключателя (тумблера) на радиопередатчике Radiomaster TX12, через полетный контроллер БВС, настроенного посредством конфигуратора Betaflight [4]. Такой метод ручного переключения мощности позволит оперативно изменять параметры видео сигнала в зависимости от условий полёта, что даст возможность увеличивать дальность передачи видеосигнала, снизить перегрев оборудования и минимизировать помехи на малых дистанциях.

Стоит сделать оговорку, что перед непосредственной настройкой тумблера на радиопередатчике необходимо осуществить несколько шагов:

1. Должен быть установлен проект прошивки контроллера полета БВС с открытым исходным кодом Betaflight

2. Полетный контроллер БВС должен быть соединен с видеопередатчиком посредством протокола Tramp или SmartAudio [5] с настроенной конфигурацией порта в свободном UARTe VTX (IRC Tramp) или VTX (TBS SmartAudio).

3. В Betaflight должен быть загружен файл конфигурации для конкретной страны и модели видеопередатчика и сохранен как скрипт Lua с расширением mcuid.lua.

После выполнения этих шагов настраиваем переключение мощности видеопередатчика через тумблер на пульте - Radiomaster TX12. Подключаем дрон, запускаем Betaflight Configurator, выбираем пункт видеопередатчик (рисунок 1а). В нижнем окне, в таблице количество уровней мощности необходимо определить какому порядковому номеру соответствуют установленные мощности (рисунок 1б).

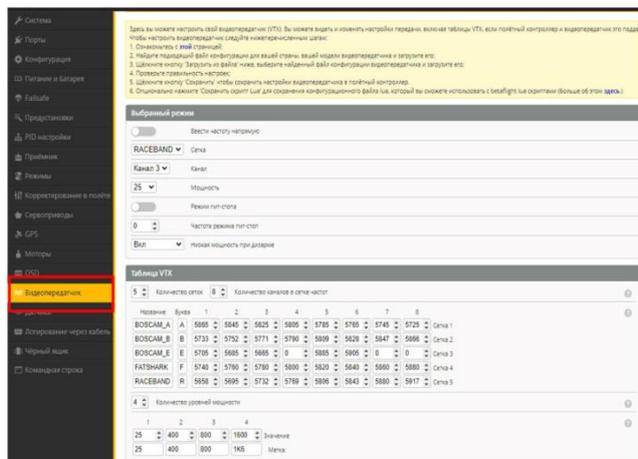


Рисунок 1а - Рабочая среда Betaflight Configurator.

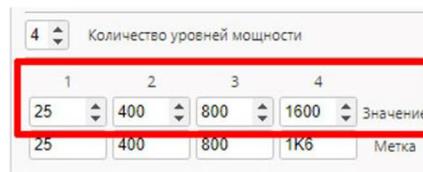


Рисунок 1б - Количество возможных уровней мощности видеопередатчика.



Рисунок 1в - Порядковые номера соответствия уровням мощности.

В данном случае: 1 – 25 мВт, 2 – 400 мВт, 3 – 800 мВт, 4 – 1 600 мВт. Далее

переходим в раздел командной строки и вводим команду: `vtx 0 0 0 0 0 900 900`. Числа означают: 0 - номер ячейки памяти, 0 - номер переключателя (тумблера) радиопередатчика, 0 - сетка частот vtx, 0 - номер канала по сетке, 0 - мощность видеопередатчика, 900 - минимальное значение переключателя радиопередатчика, 900 - максимальное значение переключателя радиопередатчика. Важно помнить, что, заносится не сама мощность, а ее положение в сетке мощности (рисунок 1в), и каждое положение переключателя необходимо сохранять в свою ячейку памяти, а тумблеры нумеруются с 0, а не с 1 (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Нумерация переключателей (тумблеров) на радиопередатчике Radiomaster TX12.**

Переключатели на Radiomaster TX12 с программным обеспечением EdgeTX трехпозиционные, фиксированные. Первое положение в конфигураторе соответствует диапазону от 900 до 1100, второе 1200 - 1600, третье 1700 – 2100 (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Рабочий диапазон трехпозиционного переключателя радиопередатчика Radiomaster TX12.**

Настройка видеопередатчика МАМБА VTX 1,6 Вт 5,8 ГГц: на переключатель В (AUX 3): настроено переключение на первое положение - 25 мВт, 2-е положение – 800 мВт, 3-е положение – 1 600 мВт. В командной строке были прописаны следующие команды:

```
vtx 1 3 0 0 1 900 1100  
vtx 2 3 0 0 3 1200 1600  
vtx 3 3 0 0 4 1700 2100  
SAVE
```

Проверить введенные данные можно командой VTX. (рисунок4).

```
Entering CLI Mode, type 'exit' to return, or 'help'
#
# Building AutoComplete Cache ... Done!
#
# vtx
vtx 0 0 0 0 0 900 900
vtx 1 0 0 0 0 900 900
vtx 2 0 0 0 0 900 900
vtx 3 0 0 0 0 900 900
vtx 4 0 0 0 0 900 900
vtx 5 0 0 0 0 900 900
vtx 6 0 0 0 0 900 900
vtx 7 0 0 0 0 900 900
vtx 8 0 0 0 0 900 900
vtx 9 0 0 0 0 900 900
```

**Рисунок 3 – Настройка ручного управления мощностью видеопередатчиком МАМВА VTX 1,6 Вт 5,8 ГГц в Betaflight Configurator**

Выводы. 1. Благодаря программному обеспечению Betaflight с открытым исходным кодом для контроллеров полета и радиопередатчикам на открытом ПО EdgeTX, а также при совместимости программной части видеопередатчиков и полетных контроллеров, и при понимании алгоритмов работы скриптов Lua возможно создать ручное удаленное управление мощностью аналогового видеопередатчика, в отличии от стандартных систем, которые используют фиксированную передачу мощности.

2. Так как канал аналоговой видеопередачи не шифруется, к нему может подключиться любой, у кого есть соответствующее оборудование, поэтому осуществлять взлет необходимо на первом положении - 25 мВт мощности. Это не даст видеосигналу пройти дальше 300 метров. Далее, при ухудшении видеосвязи можно переключиться вручную на большую мощность по мере удаления.

3. Видеопередатчики frv из-за уменьшения своей массы имеют особенность к сильным перегревам в работе, даже с активным охлаждением. Вследствие чего они автоматически сбрасывают свою мощность сигнала до минимальной, т.е. «уходят в защиту». Когда это произойдет при ответственном полете на большом удалении, БВС от оператора, изображение пропадет, что может оказаться критичным. Ручное управление позволит сохранить мощность видеопередачи, а информация о перегреве поступить только в качестве сигнала на OSD оператора.

### **Библиографический список**

1. Андреев, С. А. Рассредоточенный нагрев гелия в беспилотном дирижабле сельскохозяйственного назначения / С. А. Андреев, Д. В. Белов // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 1. – С. 59-64. – DOI 10.26897/2687-1149-2024-1-59-64. – EDN BRUUVU.

2. Белов, Д. В. Расчет координат расположения беспилотных летательных средств при сбрасывании грузов сельскохозяйственного назначения / Д. В. Белов, С. А. Андреев // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 4. – С. 68-74. – DOI 10.26897/2687-1149-2024-4-68-74. – EDN IGPKIO.

3. Оценка системы FPV DJI // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dji.com/se/fpv/specs>

4. Проект прошивки контроллера полета с открытым исходным кодом Betaflight // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/betaflight>
5. Бетафлайт. SmartAudio // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://betaflight.com/docs/wiki/guides/current/smartaudio>

УДК 664.641:006.354

## ГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ В НОТАЦИИ BPMN ПРОГРАММЫ «КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МУКИ»

*Нефедова Мария Сергеевна, студентка 1 курса магистратуры института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, e.cherkasova@rgau-msha.ru*

*Научный руководитель - Черкасова Эльмира Исламовна, к.с/х.н, доцент, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, e.cherkasova@rgau-msha.ru*

*Аннотация. Современная пищевая промышленность предъявляет высокие требования к качеству выпускаемой продукции, что особенно важно для основного сырья — зерновых продуктов, таких как мука. Программа "Контроль качества муки" является ключевым элементом обеспечения безопасности и соответствия стандартам производства. Для эффективного управления процессами контроля качества необходимо иметь четкое представление о последовательности операций и взаимодействии между различными подразделениями.*

*Ключевые слова: мука, бизнес-процессы, контроль качества, взаимодействие подразделений, эффективное управление.*

## GRAPHICAL DESCRIPTION OF PROCESSES IN BPMN NOTATION OF THE PROGRAM «FLOUR QUALITY CONTROL»

*Nefedova Maria Sergeevna, 1st year Master's student of the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e.cherkasova@rgau-msha.ru*

*Scientific Supervisor - Cherkasova Elmira Islamovna, PhD in Agriculture, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e.cherkasova@rgau-msha.ru*

*Annotation. The modern food industry imposes high demands on the quality of its products, which is especially important for primary raw materials such as grain products like flour. The "Flour Quality Control" program is a critical component in ensuring safety and compliance with production standards. To effectively manage quality control processes, it is essential to have a clear understanding of the sequence of operations and interactions between different departments.*

*Key words: flour, business processes, quality control, interdepartmental interaction, effective management.*

Нотация BPMN (Business Process Model and Notation) представляет собой универсальный язык моделирования бизнес-процессов, который позволяет визуализировать сложные процессы, делая их более понятными и доступными для анализа. Использование BPMN в контексте программы "Контроль качества муки" дает возможность создать детальные схемы производственных этапов, что способствует улучшению координации работы сотрудников и повышению эффективности всего процесса.

Мука – это порошкообразный продукт, получаемый в результате помола зерновых культур или других растительных материалов. Она является основным ингредиентом во многих видах пищи, включая хлеб, кексы, вафли и другие хлебобулочные изделия.

Качество муки напрямую влияет на вкусовые характеристики и свойства готовых изделий. Поэтому контроль качества муки включает в себя оценку таких показателей, как влажность, содержание клейковины, активность ферментов, кислотность и другие. Регулярный мониторинг этих характеристик гарантирует стабильное качество продукции и удовлетворенность потребителей.

Процесс производства:

1. Очистка зерна: зерно очищается от примесей, таких как пыль, камни, семена сорняков и другие загрязнители.
2. Кондиционирование: зерно увлажняется для облегчения отделения зерновых оболочек от эндосперма.
3. Дробление и помол: зерно измельчается с помощью вальцевых или молотковых мельниц. Помол может быть грубым или тонким в зависимости от желаемой консистенции муки.
4. Сепарация: через серию сит и воздушных потоков отделяют мелкую муку от более крупных частиц и отрубей.
5. Финальная обработка: мука может быть дополнительно обработана для достижения нужных характеристик, включая добавление улучшителей, витаминов и минералов.

Мука также является предметом строгого контроля качества, так как от её свойств зависит безопасность конечных продуктов. Контроль качества муки является важной частью производственного процесса, так как мука используется во множестве продуктов питания и её качество напрямую влияет на качество конечного продукта. Для поддержания соответствия муки установленным стандартам проводятся различные виды контроля и испытаний:

1. Физические показатели:
  - Определение содержания влаги в муке, что важно для предотвращения развития плесени и сохранения продукта;
  - Измерение размеров частиц муки, влияющих на консистенцию выпечки и усваиваемость в процессе замеса.
2. Химические показатели:
  - Определение клейковины в муке, от которого зависит формирование каркаса и эластичность теста;

- Изучение содержания минеральных элементов и кислотности муки.
3. Ферментативная активность:
- Анализ активности ферментов, разрушающих крахмал, для оценки качества хлеба.
4. Реологические показатели:
- Определение водопоглощения и консистенции муки, а также устойчивости и эластичности теста.
5. Микробиологические показатели:
- Исследование микробиологических показателей.
6. Определение примесей:
- Поиск инородных материалов в муке.
- Проведение всех этих показателей необходимо для обеспечения качества, безопасности и соответствия техническим требованиям продукции.  
На рисунке 1 представлен процесс "Контроль качества муки".

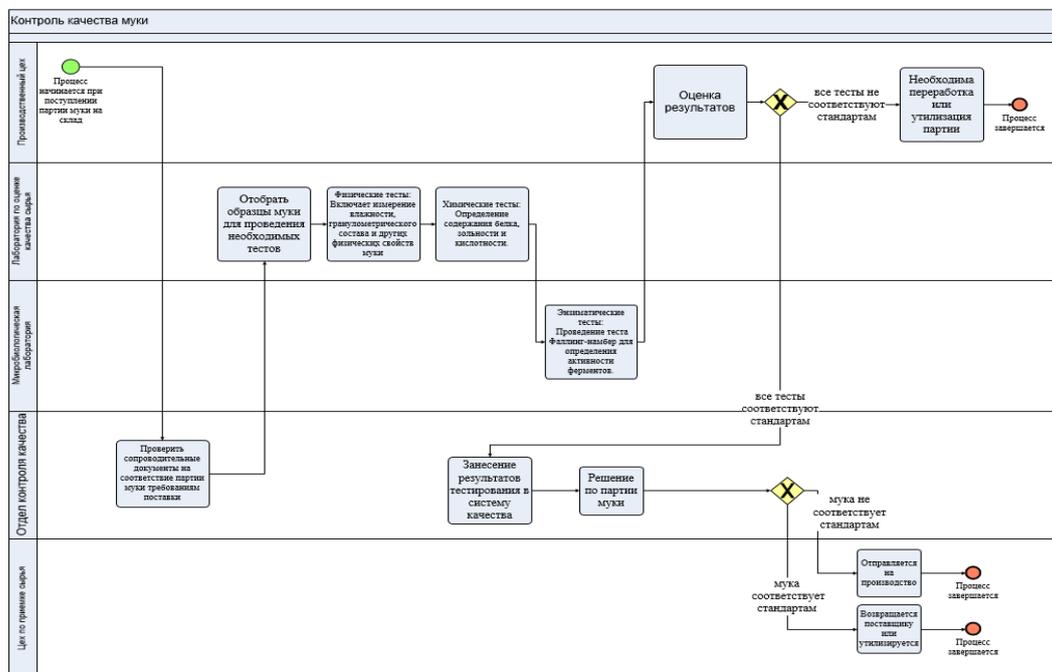


Рисунок 1 – Процесс "Контроль качества муки"

С помощью этой нотации можно четко определить все стадии проверки, ответственных за выполнение задач, используемое оборудование и необходимые документы. Это способствует более точной и последовательной реализации процесса контроля.

Использование BPMN в Business Studio также способствует документированию процесса контроля качества, что необходимо для соответствия внутренним и внешним стандартам и нормативам. Наличие хорошо документированных и визуализированных процессов упрощает проведение аудитов и проверок, а также улучшает возможности для анализа и улучшения процессов на основе данных.

Таким образом, применение нотации BPMN в Business Studio для описания процесса контроля качества муки обеспечивает визуальную ясность,

последовательность выполнения задач, возможность оптимизации и интеграции с другими процессами, а также способствует документированию, что в совокупности значительно улучшает качество и эффективность контроля продукции.

### **Библиографический список**

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. — М.: Стандартинформ, 2015. — 30 с.

2. Черкасова, Э.И. Основы разработки процедуры обращения с потенциально опасной пищевой продукцией / Э.И. Черкасова // В сборнике: Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Создание национальной системы управления качеством пищевой продукции. Сборник научных трудов. 2016. С. 448-450.

3. Леонов, О.А., Вергазова, Ю.Г. Оценка качества процессов, продукции и услуг: Учебное пособие. —М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2017. -145 с.

4. Леонов, О.А. Управление качеством: учеб. пособие / О.А. Леонов, Г.Н. Темасова, Ю.Г. Вергазова. -М.: Изд-во РГАУ -МСХА, 2015.-180 с.

5. Черкасова, Э. И. Анализ и синтез процессов обеспечения качества : учебное пособие/ Э. И. Черкасова, П. В. Голиницкий, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова. – Москва : Изд-во РГАУ-МСХА, 2018. – 174 с.

6. Чистяков А.М., Устинова Ю.В., Рубан Н.Ю. Обоснование разработки обогащенных мучных кондитерских изделий // Пищевая промышленность. 2019. № 5. С. 56–59.

7. Тихонова О.Ю., Резниченко И.Ю. Оценка качества и конкурентоспособности маркировки пищевой продукции. Термины и определения // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016. № 5 (40). С. 81–85.

8. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. N 880. Официальный сайт Комиссии таможенного союза [www.tsouz.ru](http://www.tsouz.ru), 15.12.2011;

УДК 631.15

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПИЛОТНОГО ВОЖДЕНИЯ**

*Огнева Екатерина Дмитриевна, студентка кафедры «Тракторы и автомобили» ИМЭ им. В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ekat.ognewa@yandex.ru*

*Научный руководитель - Митягин Григорий Евгеньевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры «Тракторы и автомобили» ИМЭ им. В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mityagin@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Данная статья посвящена анализу перспектив и вызовов автоматизации сельскохозяйственных машин с помощью технологий беспилотного вождения. В статье рассматриваются ключевые компоненты систем автономного управления для сельскохозяйственных тракторов и комбайнов, включая сенсоры, алгоритмы обработки данных, системы навигации и связи. Особое внимание уделяется вопросам безопасности и экономической эффективности применения автономных машин в сельском хозяйстве. В статье анализируются преимущества автоматизации, такие как повышение производительности, снижение затрат на труд, уменьшение ошибок оператора, оптимизация использования ресурсов и повышение безопасности труда.

*Ключевые слова:* Цифровизация, автоматизация, беспилотное вождение, сельское хозяйство, агроинженерия

## **AUTOMATION OF AGRICULTURAL MACHINERY USING DRIVERLESS TECHNOLOGY**

*Ekaterina Dmitrievna Ogneva, Student of the Department of Tractors and Automobiles, IME named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ekat.ognewa@yandex.ru*

*Scientific Supervisor - Grigory Evgenievich Mityagin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Tractors and Automobiles, IME named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, mityagin@rgau-msha.ru*

*Annotation:* This paper analyzes the prospects and challenges of automating agricultural machinery using driverless technology. The article examines key components of autonomous control systems for agricultural tractors and combines, including sensors, data processing algorithms, navigation and communication systems. Particular attention is paid to issues of safety and economic efficiency of using autonomous machines in agriculture. The article analyzes the advantages of automation, such as increased productivity, reduced labor costs, reduced operator

*errors, optimized resource utilization and improved work safety.*

**Key words:** *Digitalization, automation, driverless technology, agriculture, agricultural engineering*

Современное сельское хозяйство испытывает на себе давление растущего спроса на продовольствие в условиях ограниченных ресурсов и изменения климата. Повышение эффективности сельскохозяйственных процессов становится ключевой задачей, и в этом контексте автоматизация сельскохозяйственных машин с помощью технологий беспилотного вождения представляет собой перспективное направление развития.

Применение автономных машин в сельском хозяйстве открывает новые возможности для автоматизации различных операций, таких как вспашка, посев, внесение удобрений, опрыскивание и уборка урожая. Автоматизация обещает повысить производительность труда, сократить затраты на рабочую силу, минимизировать ошибки оператора и оптимизировать использование ресурсов, что в конечном итоге повышает экономическую эффективность и устойчивость сельского хозяйства.

Автономные системы управления для сельскохозяйственной техники - это комплексные решения, позволяющие машинам работать без участия человека, превращая их в автономных роботов. Эти системы включают в себя набор датчиков и алгоритмов, которые позволяют машинам ориентироваться на местности, выполнять заданные операции и избегать препятствий. Камеры, лидары и радары предоставляют системе информацию об окружающей среде, позволяя ей определять местоположение объектов, измерять расстояние до них и создавать 3D-карту местности. GPS обеспечивает точное определение местоположения машины, что необходимо для планирования маршрутов и точного внесения удобрений. Датчики почвы измеряют ее параметры для оптимизации обработки и внесения удобрений. Современные системы автономного управления используют сложные алгоритмы, основанные на машинном обучении и искусственном интеллекте. Машинное обучение позволяет системам учиться на опыте и повышать точность своей работы, а искусственный интеллект открывает новые возможности для решения более сложных задач и адаптации к изменяющимся условиям.

Перспективы развития автоматизации сельскохозяйственных машин: от точного земледелия к интеллектуальному фермерству.

Развитие технологий беспилотного вождения в сельском хозяйстве открывает новые возможности для повышения эффективности и устойчивости производства. Автоматизация позволит перейти к точнейшему земледелию, где ресурсы будут использоваться с максимальной эффективностью. Беспилотные машины, анализируя данные о почве, урожае и климате, смогут вносить удобрения и пестициды только в нужных местах и количествах, оптимизировать полив и контролировать расход ресурсов. Специальные датчики будут отслеживать рост и развитие растений, выявлять заболевания и вредителей на ранней стадии, что позволит предотвратить потери урожая и

минимизировать негативное влияние на окружающую среду. В будущем, беспилотные машины не просто будут выполнять операции с высокой точностью, но и взаимодействовать между собой, образуя единый комплекс, работающий как единый организм. Искусственный интеллект будет анализировать данные с датчиков, предсказывать погодные условия, оптимизировать маршруты и решать проблемы в реальном времени, делая процессы еще более эффективными. Фермеры смогут управлять работой беспилотных машин удаленно, что повысит гибкость и удобство работы. Автоматизация создаст новые возможности для сельскохозяйственных предприятий. Освободившись от рутинных задач, фермеры смогут сфокусироваться на качестве работы и привлечении высококвалифицированных специалистов в области анализа данных, программирования и управления роботизированными системами. Это позволит улучшить условия труда, повысить конкурентоспособность и привлечь новые кадры в сельское хозяйство. Беспилотные технологии, сочетающиеся с биотехнологиями, позволят создавать умные системы для управления растениями на генетическом уровне, повышать урожайность, качество продукции и улучшать условия работы. В целом, развитие технологий беспилотного вождения открывает беспрецедентные возможности для сельского хозяйства, позволяя перейти к более устойчивому, эффективному и интеллектуальному производству продовольствия.

**Вывод.** Автоматизация сельскохозяйственных машин с помощью технологий беспилотного вождения является перспективным направлением, способным произвести революцию в сельском хозяйстве. Технологии обеспечивают повышение производительности, снижение затрат, улучшение качества продукции и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду. Переход к точному земледелию и интеллектуальному фермерству откроет новые возможности для сельскохозяйственных предприятий и позволит решить актуальные проблемы, связанные с дефицитом рабочей силы, недостатком ресурсов и ростом спроса на продукты питания. Она поможет сделать сельское хозяйство более устойчивым, эффективным и интеллектуальным, создавая условия для увеличения производства продовольствия и улучшения жизни людей.

### **Библиографический список**

1. Абрамов, А. А. (2022). Цифровые технологии в сельском хозяйстве. Москва: Издательство "Проспект".
2. Богданов, В. А., & Иванов, И. И. (2021). Интеллектуальные системы в машиностроении. Санкт-Петербург: Издательство "Политехника".
3. Иванов, И. И. (2020). Современные технологии в тракторостроении. Москва: Издательство "Наука".
4. Абрамов, А. А., & Богданов, В. А. (2023). Цифровые двойники в тракторостроении: перспективы развития. Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, 1, 10-16.

5. Иванов, И. И., & Сидоров, С. С. (2022). Внедрение систем IoT в тракторостроении: опыт и перспективы. Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1, 32-38.
6. Петров, П. П. (2021). Применение искусственного интеллекта в сельском хозяйстве: тренды и perspectives. Аграрный вектор, 2, 14-20.

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕМОНТА ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ ЗМЗ

*Петухов Егор Александрович, студент 4 курса института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, epetuhov03@mail.ru*

*Катаев Андрей Васильевич, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, katayev02@internet.ru*

*Научный руководитель - Антонова Ульяна Юрьевна, к.т.н., доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, uantonova@rgau-msha.ru*

*Аннотация. В статье рассмотрено метрологическое обеспечение ремонта и параметры, по которым определяют состояние цилиндропоршневой группы двигателя ЗМЗ-402.*

*Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, цилиндропоршневая группа, ремонт, качество, метрологическое обеспечение.*

## METROLOGICAL SUPPORT FOR REPAIR OF THE CYLINDER-PISTON GROUP OF THE ZMZ ENGINE

*Petukhov Egor Aleksandrovich, 4th year undergraduate student of the Institute of Mechanics and Power Engineering V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, epetuhov03@mail.ru*

*Kataev Andrei Vasilevich, 4th year undergraduate student of the Institute of Mechanics and Power Engineering V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, katayev02@internet.ru*

*Scientific Supervisor - Antonova Uliana Yurievna, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Metrology, standardization and quality management, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, uantonova@rgau-msha.ru*

*Annotation. The article examines the metrological support of repairs and the parameters by which the condition of the cylinder-piston group of the ZMZ-402 engine is determined.*

*Key words: internal combustion engine, cylinder-piston group, repair, quality, metrological support.*

деятельности, с ее помощью проверяют соответствие продукции требованиям нормативной документации. И автомобильный двигатель, который является одним из наиболее уязвимых узлов техники, не является исключением.

Доля отказов цилиндропоршневой группы (ЦПГ) двигателей составляет около 35%, поэтому необходимо повысить качество ремонта этой группы [1].

Объектом исследования является ЦПГ двигателя ЗМЗ-402.

Поршни и гильзы разделяются по внешнему диаметру на пять групп селекции с групповыми допусками 12 мкм.

В таблице 1 представлена селективная сборка соединений «гильза цилиндра – поршень» для первого ремонтного размера.

Таблица 1

**Селективная сборка цилиндропоршневой группы двигателя ЗМЗ**

Обозначение группы	Диаметр гильзы цилиндров, мм	Диаметр юбки поршня, мм	Предельные групповые зазоры, мкм
А	92,5 <sup>+0,036</sup> <sub>+0,024</sub>	92,5 <sub>-0,012</sub>	$S_{pmin} = 24$ $S_{pmax} = 48$
Б	92,5 <sup>+0,048</sup> <sub>+0,036</sub>	92,5 <sup>+0,012</sup>	
В	92,5 <sup>+0,060</sup> <sub>+0,048</sub>	92,5 <sup>+0,024</sup> <sub>+0,012</sub>	
Г	92,5 <sup>+0,072</sup> <sub>+0,060</sub>	92,5 <sup>+0,036</sup> <sub>+0,024</sub>	
Д	92,5 <sup>+0,084</sup> <sub>+0,072</sub>	92,5 <sup>+0,048</sup> <sub>+0,036</sub>	

Одним из основных параметров, по которому определяют состояние ЦПГ до разборки, является компрессия в цилиндрах. В цилиндрах двигателя ЗМЗ-402 она должна быть не менее 850 кПа. Для контроля используется – компрессометр. Однако, при этом необходимо учитывать неплотности клапанов газораспределения. После разборки двигателя, все детали необходимо тщательно очистить и промыть. Далее проводится метрологический контроль – дефектация.

В первую очередь, необходимо провести внешний осмотр гильз цилиндров на наличие таких дефектов, как задиры, трещины и т.д. Если подобные дефекты не обнаружены, то необходимо провести контроль внутреннего диаметра гильзы цилиндров на соответствие техническим требованиям. Для контроля применяется – нутромер. При неправильном подборе по диаметру повышается расход масла, теряется мощность, появляются стуки в двигателе и надирсы ЦПГ. Также проводят контроль шероховатости поверхности гильз, используя профилограф-профилометр. Значение шероховатости гильз Ra по ГОСТ Р 53809-2010 “Двигатели автомобильные. Гильзы цилиндров. Технические требования и методы испытаний” должно быть не более 0,32 мкм. Допускается увеличение Ra до 0,63 мкм на отдельных участках поверхности общей площадью, не превышающей 20%. Несоблюдение требований к шероховатости может привести к увеличению удельного давления в пятне контакта из-за уменьшения площади трения. Также низкий показатель шероховатости влияет на трущиеся поверхности, так как смазка не задерживается на гладкой поверхности. В последнюю очередь проводится контроль химического состава гильзы. Несоблюдение может привести к снижению износостойкости и

сокращению ресурса двигателя [2].

На рисунке 1 представлен процесс проведения дефектации гильзы, построенный в среде моделирования Business Studio.

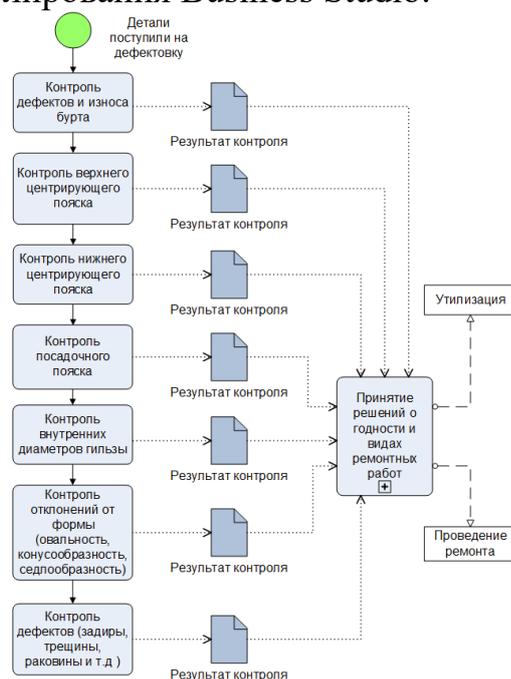


Рисунок 1 – Схема процесса проведения дефектации

При выборе средств измерений для контроля должно удовлетворяться следующее условие:

$$\Delta lim \leq \delta, \quad (1)$$

где  $\Delta lim$  – предельная погрешность средства измерений;  $\delta$  - допускаемая погрешность измерения.

Далее перейдем ко второй составляющей ЦПГ – поршню. В первую очередь, проводится взвешивание поршня. При помощи специальных весов. Масса должна соответствовать техническим требованиям – 567 грамм. Несоблюдение может привести к вибрациям двигателя, шумной работе и возникновению высоких напряжений при высоких оборотах, что приведет к разрушению двигателя [3]. Диаметр поршня проверяют на соответствие с техническими требованиями, для этого используют рычажную скобу СР-100.

Также проводят контроль шероховатости посадочных мест под кольца и отверстия под палец [4]. Допустимая шероховатость посадочных мест должна быть на нижнем торце меньше или равна 1,6 мкм, а на верхнем – 2,0 мкм по ГОСТ Р 53558-2009 “Автомобильные транспортные средства. Поршни алюминиевые двигателей. Общие технические требования и методы испытаний”. Шероховатость поверхности отверстий под палец при жесткой его посадке в головке шатуна и торцевых поверхностях канавок для поршневых колец должна быть меньше или равна 1,25 мкм по ГОСТ Р 53558-2009. При несоблюдении возможно заклинивание пальца и разрушение поршня [5]. Также, с использованием твердомера, поршень проверяют на твердость. Она должна соответствовать техническим требованиям – НВ 100.

В таблице 2 представлены технические параметры.

**Технические параметры соединения поршень - гильза цилиндров  
двигателей ЗМЗ**

Контролируемый параметр	Значения по НТД	Средство измерения	
		Наименование (СИ)	Допускаемая погрешность
<b>Контролируемые параметры поршня</b>			
Диаметр поршня	$92,5^{+0,028}_{-0,032}$ мм	Скоба рычажная с ценой деления 0,002 мм СР-100 в стойке при настройке по концевым мерам 2 класса	±3,5 мкм
Твердость	НВ 100	Твердомер МЕТ-У1	±12 НВ
Шероховатость поверхности отверстий под палец	$R_a$ 1,25 мкм	Профилометр ТР 110	±15 %
Масса	567 г	Весы СВW-22КН	±0,333 г
<b>Контролируемые параметры гильзы</b>			
Компрессия	не менее 850 кПа	Компрессометр Car-Tool СТ- N0109	±10 кПа
Внутренний диаметр гильзы	$92,5^{+0,028}_{-0,032}$ мм	Нутромер индикаторный НИ 100 с ценой деления отсчетного устройства 0,001 мм, при настройке по установочным кольцам	±3,5 мкм
Шероховатость поверхности	$R_a$ не более 0,32 мкм	Профилометр ТР 110	±15 %
Химический состав	AK12M2MгH	Спектрометр Q2 ION	±0,005 %

Вовремя обнаруженные дефекты могут помочь избежать затраты на ремонт. В целом, контроль качества является неотъемлемым элементом любой успешной организации, стремящейся обеспечить высокое качество своей продукции или услуг. Это процесс, который требует систематического и внимательного подхода, постоянного совершенствования и применения передовых методов и технологий, чтобы удовлетворить потребности и ожидания клиентов и достичь конкурентного преимущества на рынке.

### Библиографический список

1. Леонов, О.А. Обеспечение качества ремонта унифицированных соединений сельскохозяйственной техники методами расчета точностных параметров: дис. ... док. техн. наук: 05.20.03 / Леонов Олег Альбертович. – М., 2004. – 324 с.
2. QFD-анализ как основа качества запасных частей при ремонте / У. Ю. Антонова, Э. И. Черкасова, П. В. Голиницкий, Е. А. Петухов // Сельский

механизатор. – 2024. – № 7. – С. 46-48. – DOI 10.47336/0131-7393-2024-7-46-47-48. – EDN LHFVOS.

3. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – Москва: ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с. – ISBN 978-5-6049928-2-1. – EDN RSFSFK.

4. Организация и метрологическое обеспечение входного контроля на предприятиях технического сервиса: Монография предназначена для научных, инженерно-технических и педагогических работников, научно-исследовательских и учебных учреждений, занимающихся проблемами обеспечения качества при изготовлении и ремонте машин / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова. – Иркутск: ООО "Мегапринт", 2017. – 122 с. – ISBN 978-5-907095-12-0. – EDN YLCVNR.

5. Антонова У. Ю. Обоснование методов и средств контроля качества при ремонте соединения "поршень - гильза": специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Антонова Ульяна Юрьевна. – Москва, 2019. – 159 с. – EDN HMNSTB.

УДК631.3

## **ПОЛЬЗА ПРИМЕНЕНИЯ ДРОНОВ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ «РОЙ» В РАМКАХ РОССИЙСКОГО АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

***Пихаленко Кирилл Владиславович**, студент 2 курса магистратуры института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, fedotkin@rgau-msha.ru*

***Федоров Алексей Юрьевич**, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, lexa311370@gmail.com*

***Ефимович Ирина Сергеевна**, студентка 2 курса специальности "Физика и информатика", «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», fedotkin@rgau-msha.ru*

***Научный руководитель - Федоткин Роман Сергеевич**, к.т.н., доцент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, fedotkin@rgau-msha.ru*

***Аннотация.** В статье рассматривается польза применения системы «Рой» беспилотников в сельском хозяйстве. Описываются преимущества использования такой системы: повышение эффективности производства, снижение затрат и улучшение качества урожая, оптимизация использования удобрений, а также уменьшение негативного воздействия на окружающую среду. Анализируются результаты применения системы в других странах и оценивается её влияние на производственные показатели и экономическую эффективность.*

***Ключевые слова:** рой беспилотных летательных аппаратов, беспроводные сети, рентабельность, АПК 4.0, сохранение почвы, сельское хозяйство.*

### **BENEFITS OF USING DRONES WITH THE "SWARM" SYSTEM WITHIN THE FRAMEWORK OF THE RUSSIAN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

***Pikhalenko Kirill Vladislavovich**, 2nd year master's student, Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, kirill.pikhalenko@yandex.ru*

***Fedorov Aleksey Yuryevich**, 4th year bachelor's student, Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, lexa311370@gmail.com*

***Efimovich Irina Sergeevna**, 2nd year student of the specialty "Physics and Computer Science", Brest State University named after A.S. Pushkin.*

*Scientific supervisor - Fedotkin Roman Sergeevich, PhD, Associate Professor, Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, fedotkin@rgau-msha.ru*

**Annotation.** *The article discusses the benefits of using the «Swarm» system of drones in agriculture. It describes the advantages of using such a system: increasing production efficiency, reducing costs and improving crop quality, optimizing the use of fertilizers, as well as reducing negative impact on the environment. The results of applying the system in other countries are analyzed and its influence on production indicators and economic efficiency is assessed.*

**Key words:** *swarm of unmanned aerial vehicles, wireless networks, profitability, AgriTech 4.0, soil preservation, agriculture.*

Беспилотные летательные аппараты, или дроны — это универсальные, доступные и простые в использовании автономные или дистанционно управляемые летательные аппараты. Они применяются в различных областях благодаря своей многофункциональности [1].

Дроны с современными сенсорами и оборудованием предоставляют фермерам информацию о состоянии посевов, урожайности и заболеваниях растений. Это помогает эффективно управлять процессами на ферме.

Концепция АПК 4.0, предложенная в 2016 году, предполагает использование информационных технологий в сельском хозяйстве для оптимизации производственных процессов, управления ресурсами, повышения эффективности и конкурентоспособности.

Использование беспилотников в АПК – это новая веха развития в ведении хозяйства, так как позволяет выполнять многие процессы гораздо быстрее, снизить давление на почву, вести мониторинг угодий на наличие заболеваний растений или же следить за состоянием почвы, а самое главное это экономия времени и частичная автоматизация некоторых процессов.

По данным «РБК», в 2021 году площадь сельскохозяйственных угодий на одно крестьянско-фермерское хозяйство увеличилась. Использование одного беспилотника будет затратным по времени, так как его полёт длится 25–35 минут. Для эффективного использования дронов нужно формировать эскадрильи из 3–4 единиц и объединять их в систему под названием «Рой». [2] Каждый беспилотник в рое — простой агент в сетевой системе управления. Все агенты вместе — мультиагентная система, где задачи распределяются между дронами на основе интеграции сетевой и вычислительной систем [3]. Это позволяет эффективно вносить минеральные удобрения и проводить мониторинг угодий.

Концепция АПК 4.0, проблемы аграриев и дронафикация АПК

В условиях современного мира сельское хозяйство претерпевает значительные изменения, связанные с внедрением новых технологий и цифровизацией отрасли. Эти тенденции формируют новый этап развития агропромышленного комплекса, который получил название «АПК 4.0».

АПК 4.0 представляет собой концепцию, основанную на использовании передовых технологий для повышения эффективности и устойчивости сельского хозяйства. В рамках этой концепции происходит разработка умных материалов, 3D печати, а также внедрение новых цифровых технологий.

Однако, существуют и альтернативные взгляды на новую концепцию организации продовольственного производства, подвергающее сомнению возможную пользу от внедрения новых технологий и указывающее на возможные негативные последствия – такие как hi-tech компании, высокие затраты на внедрение, непредсказуемость воздействия некоторых технологий на биосферу человека. [4], [5], [6].

Современное сельское хозяйство сталкивается с рядом проблем, связанных с климатическими изменениями, деградацией почвы во всех её слоях, эрозией и прочими физико-химическими факторами.

Из множества проблем для России следует выделить климатические изменения, эрозию почв, деградацию земель и загрязнение окружающей среды.

Рой беспилотных летательных аппаратов как сетевая система управления

Система "Рой" беспилотных летательных аппаратов представляет собой инновационную сетевую систему управления, основанную на принципе кооперации и взаимодействия между несколькими беспилотными аппаратами. Эта система позволяет координировать действия группы дронов, обеспечивая синхронизированное выполнение различных задач в сельском хозяйстве. Каждый дрон в системе "Рой" обладает собственными функциями и возможностями, но в то же время они могут обмениваться данными, координировать свои действия и работать как единое целое под управлением централизованной системы управления. Такой подход позволяет оптимизировать процессы мониторинга, управления и выполнения задач в сельском хозяйстве, повышая эффективность работы и обеспечивая более точные и быстрые результаты. Система "Рой" беспилотных летательных аппаратов представляет собой передовое решение для современного сельского хозяйства, обеспечивая интеллектуальное управление и оптимизацию производственных процессов.

Перспективы использования системы «Рой» в условиях Российского АПК

Общая стоимость проекта по развитию отечественного производства беспилотных летательных аппаратов до 2030 года составляет 270 млрд. рублей. Из них федеральный бюджет выделит 215 млрд. рублей, региональные бюджеты — 16 млрд. рублей, а внебюджетные источники — около 36,2 млрд. рублей. [7] Тенденция развития данной отрасли показывает положительную динамику, так как в данной статье рассматривается АПК, то обзор перспектив и пользы применения будет оцениваться в рамках сельского хозяйства.

Если опираться на ТТХ зарубежных образцов, то каждый беспилотный аппарат способен вмещать в себя от 15 до 50 литров жидких удобрений и от 2 до 20 кг для твердых гранулированных удобрений. Максимальный расходный расход от 1 – 22 л/мин. Отсюда следует, что использование единичных экземпляров на отечественных полях не очень эффективное решение, поэтому следует обратить внимание на систему «Рой».

Подводя итог данного раздела, можно предположить примерную эффективность использования системы "Рой" беспилотных летательных аппаратов на территории Российской Федерации в области сельского хозяйства может быть значительной и иметь множество преимуществ. Вот некоторые из них:

1. Повышение производительности. Система "Рой" позволяет координировать действия группы дронов для выполнения различных задач одновременно, что может значительно увеличить производительность обработки полей и увеличить скорость выполнения работ.

2. Точность и равномерность обработки. Благодаря возможности программирования маршрутов полета и точного распределения удобрений или пестицидов, система "Рой" обеспечивает более точную и равномерную обработку полей, что способствует улучшению качества урожая.

3. Экономия ресурсов. Использование беспилотных летательных аппаратов позволяет оптимизировать расход удобрений, пестицидов и других ресурсов за счет точного дозирования и распределения, что может привести к экономии затрат.

4. Мониторинг и аналитика. Данные, собранные с помощью дронов, могут использоваться для мониторинга состояния посевов, выявления заболеваний растений, оценки урожайности и других аспектов, что позволяет принимать обоснованные решения и оптимизировать процессы в сельском хозяйстве.

Позиционирование и ориентировка в пространстве и времени.

Одним из главных аспектов всей системы является непосредственно методы координации объектов на поле. На данный момент известны PPP (Precise Point Positioning), Инерциальные навигационные системы (ИНС) и RTK (Real-Time Kinematic). Из всех предложенных методов самым мобильным является RTK, так как данные станции мобильные, помимо этого этот метод обеспечивает очень высокую точность позиционирования объектов, таких как беспилотные летательные аппараты, с точностью до сантиметров.

RTK (Real-Time Kinematic) станции – это специализированные устройства, используемые для высокоточного позиционирования в реальном времени. RTK станции работают на основе метода дифференциальной коррекции, который позволяет достичь очень высокой точности при определении координат объектов.

Принцип работы RTK станций заключается в том, что одна станция (базовая) точно знает свое местоположение и непрерывно измеряет сигналы от спутников GPS (или других навигационных систем). Другая станция (подвижная) также получает сигналы от спутников и одновременно получает коррекционные данные от базовой станции. Путем сравнения сигналов от базовой станции и сигналов от спутников, подвижная станция может определить свое местоположение с очень высокой точностью – до сантиметров.

RTK станции широко используются в различных областях, включая сельское хозяйство, геодезию, строительство, геологию, геодинамику и другие отрасли, где требуется высокоточное позиционирование объектов. В сельском

хозяйстве, например, РТК станции могут использоваться для автоматизированного управления сельскохозяйственной техникой, создания цифровых карт полей, контроля за уровнем удобрений и многое другое.

**Вывод.** Прогресс в АПК не стоит на месте, с каждым годом появляются новые виды техники, системы и решения, что положительно сказывается на качестве продукции и на объемы производимой продукции. Беспилотные летательные аппараты приобретают высокую популярность у аграриев всего мира, но, к превеликому сожалению, в России данная отрасль отстает в отличии в других стран. Так как была предложена новая система АПК 4.0 следует активно развивать беспилотные летательные аппараты, особенно в сельском хозяйстве, что позволит сохранить почву и проводить обработку культур с большей эффективностью. Так как площадь сельскохозяйственных угодий на территории России весьма обширна, система «Рой» была бы очень полезна из-за использования целых эскадрилий, что позволит сэкономить большое количество времени. Но российские аграрии на первых этапах внедрения данной системы могли бы столкнуться с высокой стоимостью данной системы, что в свою очередь является основным отталкивающим фактором.

### **Библиографический список**

1. Довгаль В.А., Довгаль Д.В. Модель взаимодействия анализирующих туманно-облачных вычислений для обработки информации о положении беспилотных летательных аппаратов // Осенние математические чтения в Адыгее: материалы III междунар. науч. конф. Майкоп, 2019. С. 149–154.
2. Елена Сухорукова Сельхоз сектор охватила консолидация // Газета РБК №157 (3650) (0112), 2022 // Электронный ресурс: <https://www.rbc.ru/newspaper/2022/12/01>
3. A survey of using swarm intelligence algorithms in IoT / W. Sun, M. Tang, L. Zhang, Z. Huo, L. Shu // Sensors. 2020. Vol. 20. P. 1420
4. Астахова Т.Н. Модель цифрового сельского хозяйства / Т.Н. Астахова, М.О. Колбанев, А.А. Романова, А.А. Шамин // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Том 7. – №12. – С. 63-69.
5. . Silke de Widle The Future of Technology in Agriculture / Silke de Widle. – Hague: STT Netherlands Study Center for Technology Trends, 2016. – available at: <http://uilis.unsyiah.ac.id/oer/files/original/241069155cdad33e956061b7e6874ecf.pdf> (accessed 30.05.2020)
6. Amartya Sen Development as Freedom / Amartya Sen. – Oxford: Oxford University Press, 1999. – 335 p
7. Дарина Житова // Журнал «Хайтек+» 2023 // Электронный ресурс: <https://hightech.plus/2023/08/18>

## **ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА НАЧАЛА РОДОВ У КОРОВ**

**Попов Иван Александрович**, студент 3 курса Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

**Научный руководитель - Иванов Юрий Григорьевич**, д.т.н., профессор, профессор кафедры механизации сельского хозяйства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация.** Предложена цифровая система мониторинга начала родов у коров, обеспечивающая пофазовую регистрацию признаков родового акта, с помощью контрольного терминала, прикрепленного к корове, и передачу СМС-сообщений на мобильные телефоны работникам фермы для своевременного родовспоможения. Разработан алгоритм мониторинга, основанный на измерении пространственно-временных параметров хвоста животных. Разработан, изготовлен и испытан экспериментальный образец цифровой системы. Работа выполнена при поддержке Фонда содействия инновациям в рамках Федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства», договор (соглашение) №2016ГССС15-L/8798 от 02.102023г.

**Ключевые слова:** мониторинг коров, начало родов, цифровая система.

### **DIGITAL SYSTEM FOR MONITORING THE ONSET OF LABOR IN COWS**

**Popov Ivan Alexandrovich**, 3rd year student of V.P. Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy

**Scientific Supervisor - Ivanov Yuri Grigorievich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Agricultural Mechanization, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy

**Annotation.** A digital system for monitoring the onset of labor in cows is proposed, which provides phase-by-phase registration of signs of the labor act, using a control terminal attached to the cow, and the transmission of SMS-messages to cell phones to farm workers for timely delivery. A monitoring algorithm based on the measurement of spatial and temporal parameters of animal tail was developed. An experimental sample of the digital system was designed, manufactured and tested. The work was supported by the Foundation for Innovation Promotion within the framework of the Federal Project “Platform of University Technological Entrepreneurship”, contract (agreement) №2016GSSS15-L/8798 from 02.102023.

**Key words:** cow monitoring, onset of labor, digital system.

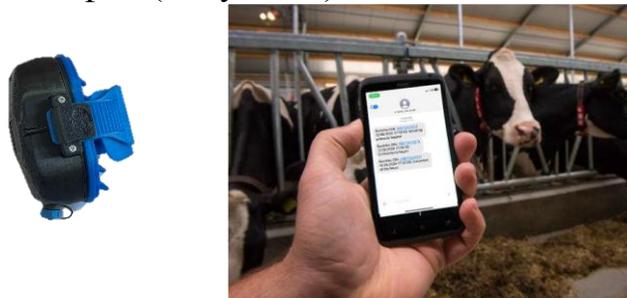
Частота осложненных родов у коров, нередко завершающихся рождением мертвых телят, по работам д.с.-х.н А.М. Гаджиева составляет от 13 до 18%, из-за чего производители молока несут значительные финансовые потери [1].

Изучение данной проблемы показало, что в настоящее время на российских фермах отсутствуют технические средства для автоматического мониторинга родов у коров для оказания своевременной ветеринарной помощи, в то время как попытки их создания ранее предпринимались [2].

Цель разработки: создание цифровой системы мониторинга начала родов (ЦСМР) у коров, обеспечивающей дистанционную передачу сообщений обслуживающему персоналу на мобильный телефон о фазах родового акта в режиме реального времени для заблаговременного предупреждения о наступающих родах и оказания своевременного родовспоможения

Проведенные экспериментальные исследования на 10 животных в родильном отделении молочного комплекса АО «Агрофирма Бунятино» Московской области позволили идентифицировать признаки фаз родового акта на основе измерений пространственно-временных параметров положения хвоста коров [3]. На основании проведенных исследований разработано ТЗ, в котором определены основные требования к конструкции, электронной части и программному обеспечению.

В состав разработанного экспериментального образца ЦСМР входит: контрольный терминал с фиксатором, программное обеспечение, беспроводное зарядное устройство и телефон (Рисунок 1).



**Рисунок 1 – ЦСМР с контрольным терминалом и мобильным телефоном для СМС сообщений о приближении родов у коров**

Контрольный терминал имеет моноблочную конструкцию и крепление, обеспечивающее удобное и надёжное закрепление терминала на хвосте животного. Конструкция корпуса обеспечивает необходимую степень защиты. Изготовление корпуса образца выполнено посредством 3D – печати.

Важными свойствами предлагаемой ЦСМР являются по фазное СМС оповещение персонала, по мере приближения выхода плода (как в театре-1-ый звонок, 2-ой звонок, 3-ий звонок); предупреждение о выведении второго плода; возможность интеграции дополнительных модулей контроля физиологических показателей коров (температура и др.); наличие беспроводной зарядки.

Основные технические характеристики ЦСМР: время непрерывной работы, дни – 10; дальность действия – зона покрытия сотовой связи; габариты

контрольного терминала, мм – 130 x 60 x 60; масса, г – 250.

Проведенные испытания показали, что ЦСМР обеспечивает отправку в автоматическом режиме уведомляющих СМС сообщения о родовых фазах и состоянии уровня заряда аккумулятора на заданные пользователем абонентские устройства мобильной связи. Текущий заряд аккумулятора контрольного терминала отображается на индикатором светодиоде красного и зелёного цвета, работающем в импульсном режиме.

При проведении фермских испытаний не установлено, что контрольный терминал удобен для надевания и снятия с хвоста коровы. Он не причиняет беспокойство животным, удобен в эксплуатации и обслуживании – позволяет легко снимать смягчающий элемент крепления, являющийся самым загрязняемым элементом контрольного терминала и промывать его проточной водой.

При внедрении ЦСМР на фермах минимизируются случаи недообращения работников к коровам во время родов; более эффективно распределяется рабочее время персонала и ресурсы; снижаются потери от выбытия и болезней животных; улучшаются условия содержания и санитарной гигиены коров; повышается эффективность селекционно-племенной работы благодаря отслеживанию проблемных родов у родственных коров.

Разработанная цифровая система мониторинга начала родов у коров удостоена Золотой медали на XXVI Российской агропромышленной выставке Золотая осень 2024.

Проект выполнен при поддержке Фонда содействия инновациям в рамках Федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства», договор (соглашение) №2016ГССС15-L/8798 от 02.10.2023г.

### **Библиографический список**

1. Гаджиев А.М. Проблемы трудных отелов племенных нетелей, влияние крупноплодности и эффективность родовспоможения на крупных молочных комплексах// Техника и технологии в животноводстве. 2021. № 3 (43). С. 33-37.

2. Иванов Ю.Г., Сидоренко М.С., Голубятников В.А. Исследования микропроцессорной системы дистанционного мониторинга сигналов коров// Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2015. № 2 (66). С. 7-13.

3. Иванов Ю.Г. Способ дистанционного мониторинга начала родов у коров. Свидетельство №2024003 о регистрации в качестве ноу-хау результата интеллектуальной деятельности. Зарегистрирован в депозитарии ноу-хау при ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева 23.05.24.

## ПРИКАТЫВАЮЩИЙ КАТОК ДЛЯ ТРАВЯНОЙ СЕЯЛКИ

**Смирнов Кирилл Алексеевич**, студент 3 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, kirieshka14072004@gmail.com

**Научный руководитель - Пляка Валерий Иванович**, к.т.н., доцент, доцент кафедры механизации сельского хозяйства ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, plyaka@rgau-msha.ru

**Аннотация.** При посеве газонных трав часто сталкиваются с участками земли, которые имеют сложную конфигурацию. Разработана и усовершенствована экспериментальная сеялка, оснащенная высевальным аппаратом катушечного типа, способная производить равномерный высеив как при прямолинейном, так и при криволинейном движении, а также прикатывающим катком для прикатывания семян при сплошном посеве и выравнивания поверхности почвы. Цель исследования – проверка показателя относительной полевой всхожести семян при лабораторно-полевых испытаниях экспериментальной сеялки при ее прямолинейном и криволинейном движении на посеве газонных трав.

**Ключевые слова:** сеялка, высевальный аппарат, сплошной посев, полевая всхожесть семян, прикатывающий каток.

## ROLLING ROLLER FOR A GRASS SEEDER

**Smirnov Kirill Alekseevich**, 3rd year undergraduate student of the Institute of Mechanics and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, kirieshka14072004@gmail.com

**Scientific Supervisor - Plyaka Valeriy Ivanovich**, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department mechanization of agriculture, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, plyaka@rgau-msha.ru

**Annotation.** When sowing lawn grasses, they often encounter plots of land that have a complex configuration. An experimental seeder has been developed and improved, equipped with a coil-type seeding device capable of producing uniform sowing both in straight and curved motion, as well as a rolling roller for rolling seeds in continuous sowing and leveling the soil surface. The purpose of the study is to verify the indicator of relative field germination of seeds during laboratory and field tests of an experimental seeder with its rectilinear and curved movement on sowing lawn grasses

**Key words:** seeder, seeding machine, continuous sowing, field germination of

Предлагаемая экспериментальная сеялка может производить равномерный посев газонных трав, двигаясь не только по прямолинейной траектории, но и по различным радиусам, обеспечивая при этом сплошной высев. Экспериментальная сеялка прошла стендовые испытания и испытания на липкой ленте, которые показали высокие результаты по равномерности высева при движении по различным радиусам [1;2]. Для подтверждения этих результатов были проведены лабораторно-полевые испытания. Определялся показатель относительной полевой всхожести семян. На сеялку было установлено дополнительное оборудование – прикатывающие катки, которые улучшали контакт высеянных семян с почвой [3].

Цель исследования – проверка показателя относительной полевой всхожести семян при лабораторно-полевых испытаниях экспериментальной сеялки при ее прямолинейном и криволинейном движении на посевах газонных трав.

Предлагаемая сеялка предназначена для обеспечения качественного посева семенного материала трав сплошным способом, за счет уплотнения и выравнивания почвы по ширине захвата.

Схема экспериментальной сеялки представлена на Рисунок 1.

Прикатывающий каток сеялки состоит из присоединительных тяг 1, оси 2, прикатывающих вальцов 3, смонтированных на оси П-образных рамок 4, закрепленных шарнирно на оси 2 катка и расположенных относительно оси 2 в два ряда с перекрытием  $\Delta$ .

При движении прикатывающего катка за сеялкой 5 по полю, происходит копирование рельефа поля вальцами 3 катка с одновременной заделкой семян на требуемую глубину, уплотнением и выравниванием почвы по ширине захвата сеялки.

Шарнирное соединение вальцов прикатывающего катка создает одинаковые условия для всех семян после посева сплошным способом: плотность почвы, освещенность поверхности почвы, глубина заделки семян, выравнивание почвы по ширине захвата сеялки, обеспечивая качественный посев семенного материала.

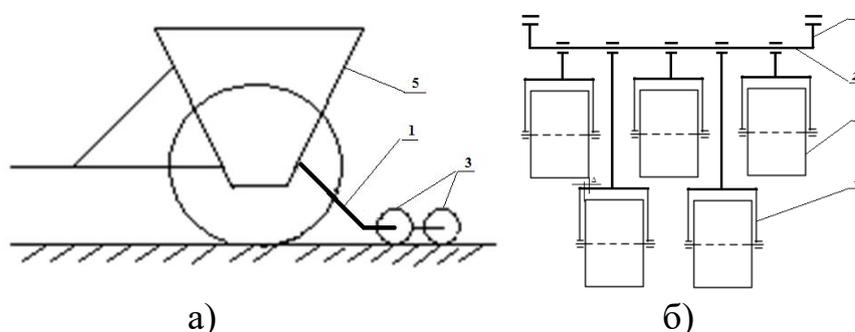


Рисунок 1 - Схема экспериментальной сеялки: а – вид сбоку; б – вид сверху на прикатывающий каток 1 – тяга; 2 – ось; 3 – валец; 4 – П – образная рамка; 5 – сеялка.

Экспериментальная сеялка представлена на Рисунок 2

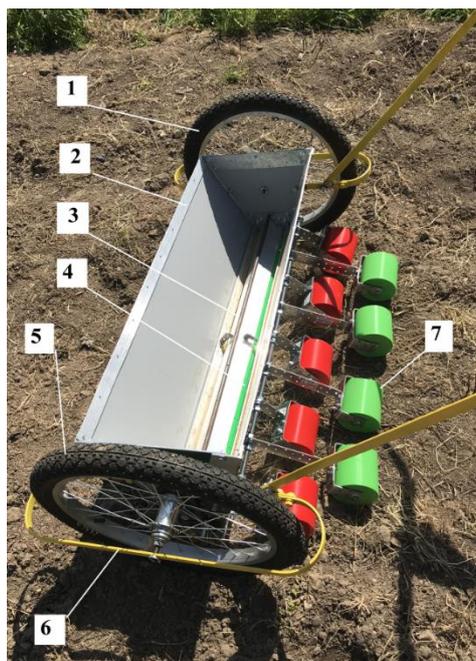


Рисунок 2 - Экспериментальная сеялка СВ-0,9: 1 – правое приводное колесо; 2 – бункер; 3- первый вал высевашеющего аппарата; 4-второй вал высевашеющего аппарата; 5 – левое приводное колесо; 6 – рама; 7 – прикатывающие вальцы

После стендовых испытаний и испытаний на липкой ленте провели лабораторно-полевые испытания экспериментальной сеялки на полевой станции Тимирязевской академии [4;5;6].

Подготовили участок поля для посева шириной 14 метров и длиной 26 метров. Конфигурацию засеваемого участка выбирали согласно классификации по группам сложности [7;8]. Выбрали круговой способ движения сеялки по полю. Лабораторно-полевые испытания экспериментальной сеялки проводили на газонной смеси «Газон Быстрый». В полевых условиях определяли показатель относительной полевой всхожести семян. Число всходов в штуках определяли на площади 0,25 м<sup>2</sup>, используя квадратную рамку со стороной 0,5 м. Число высеянных семян рассчитывали по формуле.

Относительная полевая всхожесть семян при работе сеялки на различных траекториях движения составила показатель, соответствующий паспортным данным высеваемых семян - 87%.

По результатам лабораторно-полевых испытаний экспериментальной сеялки СВ-0,9 установлено, что относительная полевая всхожесть семян соответствует паспортным данным на всех траекториях движения. Рабочий процесс прикатывающего катка не снижает возможности сеялки при посеве травяных культур.

### Библиографический список

1. Высевашеющая система сеялки: а.с. СССР. №1299533, МКИ А 01 С 7/16. /Пляка В.И., Виноградов Ю.А./ Б.И. №12, 1987.

2. Устройство для высева семян: РФ патент №210275 U1, МПК А01С 7/12. / В.И. Пляка, С.М. Каткова (РФ). – Патентообладатель: ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева (RU).- №2021132823, заявлено 11.11.2021; опубл. 05.04.2022. Бюл. № 10.- 7 с.
3. Прикатывающий каток сеялки: РФ патент №227259 U1, МПК А01В 29/02. / В.И. Пляка, С.М. Михайличенко, К.А. Смирнов (РФ). – Патентообладатель: ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева (RU).- №2024110348, заявлено 16.04.2024; опубл. 12.07.2024. Бюл. № 20.- 5 с.
4. Пляка В.И., Сергеева Н.А. Проверка показателей неравномерности и неустойчивости общего высева экспериментальной сеялки для газонных трав. // Техника и оборудование для села. 2023. №12 (318). С. 24-27
5. Оценка равномерности распределения семян экспериментальной сеялкой: сплошной высев газонных трав./В.И.Пляка, А.А.Большаков, Н.А.Сергеева, К.А.Смирнов// Агроинженерия. 2023. Т 25. № 6. С. 24-30
6. Пляка В.И. , Каткова С.М., Сергеева Н.А. Стендовые испытания экспериментальной сеялки для посева газонных трав. // Агроинженерия. 2022. Т. 24. № 5. С. 24-29.
7. Seed drill used on complex configuration fields. / Plyaka V.I., Sergeeva N.A., Panov A.I., Yakovleva N.A. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 941 (2020) 012041
8. Режущий аппарат косилок и жаток: Патент РФ №169877, МПК А01D34/13, А01D34/18 / Н.В. Алдошин, А.А. Золотов, Н.А. Лылин, В.И. Пляка, А.А. Манохина. Оpubл. 04.04.2017. Бюл. № 10.

УДК 631.17

## ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ В ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

**Солодков Владислав Сергеевич**, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики им. В. П. Горячкина, РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, *solodkov.vladislaus@yandex.ru*

**Научный руководитель - Егоров Роман Николаевич**, к.т.н., доцент, преподаватель кафедры тракторов и автомобилей института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, *egorov@rgau-msha.ru*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается вопрос совершенствования грузовых автоперевозок с помощью современных цифровых технологий. Представлены статистические данные о возможных перспективных технологиях в сфере автомобильного транспорта. Отмечается, что цифровая трансформация в отрасли транспорта происходит неравномерно, поэтому нужно создавать благоприятные условия для развития цифровых технологий.

**Ключевые слова:** автомобильные грузоперевозки, цифровизация, Транспортная стратегия РФ, цифровые технологии, грузовая логистика.

## DIGITAL SOLUTIONS IN ROAD FREIGHT TRANSPORTATION

**Solodkov Vladislav Sergeevich**, 4<sup>th</sup> year undergraduate student of the V. P. Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, *solodkov.vladislaus@yandex.ru*

**Scientific Supervisor - Egorov Roman Nikolaevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, lecturer at the Department of Tractors and Automobiles of the Goryachkin Institute of Mechanics and Energy, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, *egorov@rgau-msha.ru*

**Annotation.** This article discusses the issue of improving road freight transportation with the help of modern digital technologies. Statistical data on possible promising technologies in the field of road transport are presented. It is noted that the digital transformation in the transport industry is uneven, so it is necessary to create favorable conditions for the development of digital technologies.

**Key words:** road freight transportation, digitalization, Transport strategy of the Russian Federation, digital technologies, cargo logistics.

В настоящее время цифровые технологии стали одним из ключевых факторов развития экономики, поэтому всё больше проникают в самые разные сферы деятельности. В связи с этим грузовые перевозки также претерпевают значительные изменения.

Грузовые автомобильные перевозки – это процесс перемещения товаров и грузов с помощью автомобильного транспорта, как понятно из названия. Они обладают рядом таких преимуществ, как: высокая мобильность, гибкость и возможность доставки «от двери до двери». Однако традиционные методы организации таких транспортировок часто связаны с рядом проблем, например, неэффективное использование ресурсов, высокие затраты на топливо и обслуживание, а также сложность в управлении и контроле за процессом доставки.

Для их решения как раз и необходимо внедрение новых подходов и методов организации грузовых автомобильных перевозок, основанных на использовании цифровых технологий.

Рассмотрим подробнее цифровые решения, которые устраняют вышеупомянутые недостатки автомобильных грузоперевозок:

Системы мониторинга и отслеживания грузов (GPS-датчики) позволяют оптимизировать маршруты и контролировать состояние транспортируемых товаров, например, можно получать данные о температуре и влажности в рефрижераторах.

Электронные системы документооборота упрощают обмен информацией между участниками процесса доставки. Это помогает избежать ошибок и задержек в коммуникации, а также обеспечивает прозрачность и контроль над процессом доставки.

Цифровые системы управления транспортом и складом (WTS и WMS) помогают оптимизировать маршруты, загрузку транспортных средств и складские операции. Это позволяет более эффективно использовать ресурсы, такие как топливо, время и рабочая сила.

Кроме того, в последнее время всё большую популярность набирает использование электронных платформ для заказа грузоперевозок. Они позволяют автоматизировать и ускорить процесс поиска и выбора перевозчика, сократить время на оформление документации и снизить риски ошибок. Такие платформы предлагают широкий выбор перевозчиков и их поиск по различным критериям, а также позволяют оставлять отзывы и оценивать качество их работы. Это помогает выбрать надежного партнера, улучшить взаимодействие с ним, а также обеспечивает прозрачность и контроль над выполнением процесса. Примеры таких онлайн-сервисов: «Яндекс Грузоперевозки», «Транспортные биржи», Tiu.ru, Delko, ATI.SU.

Существует немало digital-решений, которые применяются в автомобильных грузоперевозках, но какие же из них наиболее перспективны?

В 2022 были опубликованы результаты исследования Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, где с помощью анализа больших данных выявили перспективные технологии для транспорта и

логистики, которые меняют саму отрасль и определяют контур мобильности будущего. Применительно к грузовым автомобильным перевозкам:

Таблица 1

**Топ-9 технологий по мнению исследователей**

Ранг	Технологии	Индекс значимости
1	Смарт-контракты	0,95
2	Интеллектуальные транспортные системы	0,48
3	Беспилотные автомобили	0,38
4	Технологии управления трафиком	0,26
5	Системы управления запасами	0,17
6	Электромобили	0,13
7	Технологии V2X (Vehicle-to-Everything)	0,02
8	Спутниковые системы навигации	0,01
9	Системы управления складом	0,01

Таблица 2

**Топ-9 технологий для бизнеса**

Ранг	Технологии	Индекс значимости
1	Электромобили	1,00
2	Беспилотные автомобили	0,47
3	Системы управления запасами	0,29
4	Иммерсивные технологии	0,20
5	Смарт-контракты	0,12
6	Распознавание лиц	0,08
7	Технологии управления трафиком	0,06
8	Предиктивная аналитика	0,04
9	Складские роботы	0,01

Главный вывод – интерес бизнеса преимущественно сфокусирован на автомобильном транспорте. В обоих рейтингах в числе наиболее популярных оказались беспилотные и автомобили, электромобили, смарт-контракты, обеспечивающие прозрачность операций и автоматическое исполнение обязательств в цепочке поставок, системы управления запасами, технологии биометрической аутентификации.

Перспективы цифровой трансформации отрасли нашли свое отражение в утвержденной 27 ноября 2021 г. Транспортной стратегии РФ до 2030 г. с прогнозом на период до 2035 г.

Цифровизация различных секторов транспортной отрасли происходит неравномерно, в настоящее время сектор грузовых автомобильных перевозок и грузовой логистики в целом демонстрирует средний уровень. Для более широкого внедрения цифровых решений необходимо продолжать развитие инфраструктуры, обеспечивать доступ к технологиям для всех участников рынка и стимулировать инновации в этой области.

**Библиографический список**

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 22 ноября 2008 г. № 1734-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosavtodor.ru/docs/ofitsialnye-dokumenty/270881>

2. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты: докл. к XXII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 г. / Г. И. Абдрахманова, К. Б. Быховский, Н. Н. Веселитская, К. О. Вишневский, Л. М. Гохберг и др. ; рук. авт. кол. П. Б. Рудник ; науч. ред. Л. М. Гохберг, П. Б. Рудник, К. О. Вишневский, Т. С. Зинина ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. — 239, [1] с. — ISBN 978-5-7598-2510-4 (в обл.). — ISBN 978-5-7598-2270-7 (e-book).

3. Максимов Н.С., Покровская Е.Б. Совершенствование процесса перевозок грузов автомобильным транспортом путём применения цифровых технологий // Московский экономический журнал. 2023. № 3. URL: <https://qje.su/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-3-2023-48/>.

4. Plyaka V I, Seed drill used on complex configuration fields. / Plyaka V.I., Sergeeva N.A., Panov A.I., Yakovleva N.A. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 941 (2020) 012041

УДК 677.1/2.

## **ОБОСНОВАНИЕ ГРАНИЦ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИДОВ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

**Спицына Алёна Александровна**, студентка 2 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, *spitsyna.aliona15.03@mail.ru*

**Научный руководитель - Майстренко Николай Александрович**, к.т.н., доцент, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, *nmaystr@mail.ru*

**Аннотация.** В статье исследуется роль транспортно-технологических средств в сельском хозяйстве, сравнение автомобильного и тракторного технологического средства, результаты оптимизационных расчетов уборочно-транспортного комплекса по уборке зерновых культур.

Отмечен вклад в исследования по оптимизации состава транспортно-технологических комплексов при использовании различного вида транспортно-технологического средства.

Статья представляет высокий интерес специалистам, которые занимаются моделированием и оптимизацией транспортного обеспечения в АПК и оптимизационных задач агроинженерии в целом, а также преподавателям инженерных специальностей вузов. Считаю, что статья может быть опубликована в сборнике трудов конференции.

**Ключевые слова:** тракторный транспорт, автомобильный транспорт, транспортно-технологические средства, механизированная работа, сельское хозяйство, сельскохозяйственные работы.

## **SUBSTANTIATION OF THE LIMITS OF THE EFFECTIVENESS OF TYPES OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MEANS**

**Spitsyna Alyona Alexandrovna**, 2nd year undergraduate student of the V. P. Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, *spitsyna.aliona15.03@mail.ru*

**Scientific Supervisor - Mystrenko Nikolay Alexandrovich**, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation of the machine and tractor Fleet, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, *nmaystr@mail.ru*

**Annotation.** The article examines the role of transport and technological means in agriculture, the comparison of automobile and tractor technological means, the results of optimization calculations of the harvesting and transport complex for

*harvesting grain crops.*

*The contribution to the research on optimizing the composition of transport and technological complexes using various types of transport and technological means was noted.*

*The article is of great interest to specialists who are engaged in modeling and optimization of transport support in the agro-industrial complex and optimization tasks of agroengineering in general, as well as to teachers of engineering specialties at universities. I think that the article can be published in the proceedings of the conference.*

**Key words:** *tractor transport, road transport, transport and technological means, mechanized work, agriculture, agricultural work.*

**Введение.** В сельском хозяйстве одну из главных ролей играет комплекс транспортно-технологических средств. Современное производство невозможно представить без высокоэффективного машинно-тракторного парка, ведь без качественной техники не удастся сохранить и вырастить должное количество сельскохозяйственной продукции [1].

Значительный вклад в развитие машиностроения внёс Василий Прохорович Горячкин, ведь именно он заложил основы современной науки о сельскохозяйственных машинах – «земледельческая механика». Благодаря его трудам была вскрыта механическая сущность многих процессов и машин, и создана научная теория для их проектирования и рационального построения, что требует фундаментальных экспериментальных исследований [2].

Транспорт играет ключевую роль в развитии сельского хозяйства, обеспечивая связь между производителями и потребителями, а также способствуя эффективному перемещению сельскохозяйственной продукции. В условиях глобализации и растущих требований к качеству и скорости доставки товаров транспорт становится неотъемлемой частью аграрного сектора.

Существует несколько видов транспорта, используемых в сельском хозяйстве, к ним относятся:

**Тракторный транспорт.** Трактор – транспорт, без которого невозможно представить современное сельское хозяйство. С его помощью можно выполнять множество задач. **Автомобильный транспорт:** Наиболее распространенный вид, который обеспечивает гибкость и оперативность доставки. Автомобили могут доставлять продукцию как на короткие расстояния (в пределах района), так и на дальние (в другие регионы или страны). **Гужевой транспорт** в настоящее время практически не используется или его применение носит локальный характер. **Авиационный транспорт.** Чаще всего сельскохозяйственная авиация применяется для распыления удобрений, пестицидов, гербицидов, инсектицидов и т.д. на сельскохозяйственные культуры, а также для подкормки сельскохозяйственных культур, дефолиации, десикации. **Железнодорожный транспорт.** Предназначен для более эффективной и надёжной перевозки на большие расстояния. Он обеспечивает доставку сельскохозяйственной продукции;

поставку сырья; даёт возможность экспортировать культуры за рубеж. **Трубопроводный транспорт.** Используют для перемещения кормов к месту раздачи за минимальное время, а также для перемещения отходов, молока и других материалов. **Канатный транспорт.** Используют для передачи груза по воздуху в местности, где отсутствуют дороги.

Транспортно-технологические средства в сельском хозяйстве играют ключевую роль в эффективной организации производственных процессов, обеспечивая перемещение и обработку сельскохозяйственной продукции [3]. Инновации в области транспортных и технологических средств являются важными факторами для устойчивого развития сельского хозяйства [4].

Сравнение тракторов и автомобилей в сельском хозяйстве представляет собой интересный анализ двух различных типов транспортных средств, которые выполняют схожие задачи, но имеют свои уникальные особенности [5].

Как правило эти два вида транспортных средств сравнивают по следующим показателям: назначение; мощность и производительность; маневренность и удобство использования; универсальность и эксплуатационные расходы (данный аспект мы и рассмотрим в статье).

Принято считать, что расходы на эксплуатацию трактора выше, поскольку он требует больше топлива и технического обслуживания. Кроме того, стоимость самого трактора и его запчастей зачастую значительно превышает аналогичные показатели для автомобиля. Автомобиль дешевле в обслуживании и потребляет меньше топлива, однако его эффективность в выполнении сельскохозяйственных задач ниже, чем у трактора. Таким образом, выбор между трактором и автомобилем зависит от конкретных потребностей хозяйства. Если необходимо выполнять тяжелые сельскохозяйственные работы, то предпочтение следует отдать трактору. Если же основная задача заключается в доставке грузов и перемещении персонала, то автомобиль будет более подходящим вариантом.

**Цель исследований.** Определить функциональные зависимости изменения часовых удельных денежных затрат от вида применяемого транспортного средства и внешних условий работ.

**Методы исследований.** Математические методы моделирования производственных процессов, теорий массового обслуживания.

**Научная новизна и актуальность темы.** Повышение эффективности функционирования транспортно-технологических средств.

**Результаты исследований.** Приводятся результаты оптимизационных расчетов уборочно-транспортного комплекса по уборке зерновых. Определено, что в расчёте на 100 га, с учётом производительности применяемых комбайнов и установленных сроков уборки, требуется один зерноуборочный комбайна марки ACROS 585. При расстоянии транспортировки урожайной массы зерна до места временного хранения равном 5 км. Транспортировка осуществляется трактором МТЗ-82 мощностью 60 КВт с прицепом 2ПТС-4 или грузовым автомобилем ГАЗон NEXТ-3307 мощностью 110 КВт.

Для определения оптимального соотношения обслуживаемых агрегатов

(комбайнов) при установленном числе обслуживающих (три транспортных средства) в качестве критерия принимаем минимум приведенных затрат на выполнение единицы работы обслуживаемых агрегатов по формулу:

$$c = \frac{mC_m + nC_n}{W_j n(1 - k'_{npj})} \quad (1)$$

где:  $C_m$ ,  $C_n$  – затраты за час работы соответственно обслуживаемых и обслуживающих агрегатов.

Рассмотрим пример определения оптимального состава уборочно-транспортного комплекса при удалении места временного хранения урожая хлопка 5 км.

Среднее время наполнения бункера комбайна зерном при урожайности 40 ц/га – 25,2 минут. Выгрузка зерна из бункера комбайна производится – 5 минут. Среднее время оборота тракторного транспортного агрегата при отвозке зерна до места временного хранения – 34 минуты, а среднее время оборота автомобильного транспортного агрегата – 35 минут. Методика расчета оптимальной структуры уборочно-транспортных, транспортно-посевных и других комплексов с вероятностной оценкой состояний взаимодействующих подсистем позволяет получить наибольшую эффективность их применения при поточной организации процессов. Используя данную методику, определяем экстремум функциональной зависимости количества транспортных средств при фиксированном значении комбайнов по критерию оптимальности для различных сочетаний производственных и агроландшафтных условий, в соответствии с рисунками 1,2.



Рисунок 1 – Функциональная зависимость приведённых затрат на единицу производительность от количества тракторных транспортных средств



Рисунок 2 – Функциональная зависимость приведённых затрат на единицу производительности от количества автомобильных транспортных средств

## **производительность от количества тракторных транспортных средств**

Полученные экстремумы оптимальных сочетаний количества комбайнов и транспортных средств, в соответствии с рисунками 1,2 позволяют оптимизировать состав уборочно-транспортного комплекса на различных видах транспортных средств.

### **Выводы:**

1. Математическим моделированием установлено, что производительность комбайна составит – 16 т/ч, тракторного транспортного средства – 6,97 т/ч, автомобильного транспортного средства – 16,04 т/ч;
2. Приведенные затраты за час работы комбайна составляют 26,6 тыс. руб/ч, тракторного транспортного средства – 2,95 тыс. руб/ч, автомобильного транспортного средства – 2,11 тыс. руб/ч;
3. Оптимальный состав уборочно-транспортного комплекса в заданных производственных условиях при использовании тракторного транспорта (1 комбайн 3 транспортных средства); при использовании автомобильного транспорта (1 комбайн 4 транспортных средства).

### **Библиографический список**

1. Скороходов, А. Н. Моделирование и оптимизация параметров и режимов работы посевных комбинированных комплексов по критериям ресурсосбережения / А. Н. Скороходов, А. Г. Левшин, Н. А. Майстренко // Доклады ТСХА, Москва, 06–08 декабря 2018 года. Том выпуск 291, часть 2. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – С. 147-153. – EDN SXCDBD;
2. Снежко, В. Л. Разработка системы автоматизации экспериментальных исследований / В. Л. Снежко, М. С. Паливец, А. В. Подобный // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 10-2(73). – С. 118-120. – DOI 10.24412/2500-1000-2022-10-2-118-120. – EDN ZUWLLM;
3. Луханин, В. А. Повышение равномерности внесения минеральных удобрений оптимизацией параметров дозаторов, направителей и центробежных распределителей: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Луханин Владимир Александрович. – Зерноград, 2012. – 19 с. – EDN QIDVOR;
4. Алхамад Алхадж Драй, А. Результаты оптимизации уборочно-транспортного комплекса по уборке хлопка в условиях Сирийской Арабской Республики / А. Алхамад Алхадж Драй, Н. А. Майстренко, В. И. Балабанов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2018. – № 1(83). – С. 48-51. – DOI 10.26897/1728-7936-2018-1-48-51. – EDN YPMTST;
5. Унификация расчетов производительности транспортных и транспортно-технологических средств / Н. А. Майстренко, В. П. Уваров, А. Г.

Левшин [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2020. – Т. 30, № 4. – С. 637-658. – DOI 10.15507/2658-4123.030.202004.637-658. – EDN YXGRQG.

УДК 631.15

## **РОЛЬ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

*Сухомлинов Константин Сергеевич, студент 2 курса магистратуры института механики и энергетики им. В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, [ksuhomlinov@inbox.ru](mailto:ksuhomlinov@inbox.ru)*

*Научный руководитель - Митягин Григорий Евгеньевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, [mityagin@rgau-msha.ru](mailto:mityagin@rgau-msha.ru)*

***Аннотация.** Интеграция технологий интернета вещей и искусственного интеллекта в сельскохозяйственную технику повышает производительность и эффективность работы. В этой статье рассматривается, как решения на основе данных поддерживают предиктивное обслуживание, повышают урожайность и минимизируют время простоя.*

***Ключевые слова:** интернет вещей, искусственный интеллект, обслуживание, сельскохозяйственная техника, земледелие.*

## **THE ROLE OF THE INTERNET OF THINGS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN OPTIMIZING THE PERFORMANCE OF AGRICULTURAL MACHINERY**

***Sukhomlinov Konstantin Sergeevich, 2nd year Master's student of the Institute of Mechanics and Energy named after V. P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [ksuhomlinov@inbox.ru](mailto:ksuhomlinov@inbox.ru)***

***Scientific Supervisor - Mityagin Grigory Evgenyevich, PhD (technical sciences), associate professor, associate professor of the Department of Tractors and Vehicles, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [mityagin@rgau-msha.ru](mailto:mityagin@rgau-msha.ru)***

***Annotation.** The integration of internet of things and AI technologies into agricultural machinery improves productivity and operational efficiency. This article examines how data-driven solutions support predictive maintenance, increase yields, and minimize downtime.*

***Key words:** internet of things, artificial intelligence, maintenance, agricultural machinery, farming.*

В сельскохозяйственном секторе все чаще используются цифровые технологии для удовлетворения растущего спроса на производство продуктов питания. Появляющиеся технологии, такие как интернет вещей (IoT) и искусственный интеллект (AI), играют важную роль в расширении возможностей сельскохозяйственной техники, позволяя собирать и анализировать данные в режиме реального времени. [5] Эти технологии способствуют разработке интеллектуальных решений, основанных на данных, для повышения производительности, оптимизации использования техники и обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства.

Технология интернета вещей (IoT) занимает центральное место в точном земледелии, где датчики, установленные на сельскохозяйственной технике, собирают данные о влажности почвы, температуре и других критических факторах окружающей среды. [3] Эти данные позволяют фермерам следить за состоянием посевов и оптимизировать графики полива, внесения удобрений и сбора урожая. Подключенная техника позволяет фермерам удаленно отслеживать местоположение, состояние и производительность оборудования, что повышает эффективность работы и обеспечивает своевременное вмешательство при возникновении проблем.

Искусственный интеллект используется для анализа больших массивов данных, генерируемых устройствами IoT. Применяя алгоритмы машинного обучения, ИИ может предсказывать потенциальные отказы оборудования, определять оптимальные графики технического обслуживания и сокращать время простоя техники. Предиктивное обслуживание с помощью ИИ произвело революцию в сельскохозяйственной отрасли, позволив операторам свести к минимуму перебои в работе и продлить срок службы техники.

Интеграция подобных технологий в сельскохозяйственную технику дает множество преимуществ. Среди основных преимуществ - повышение эффективности полевых работ, сокращение трудозатрат и повышение урожайности. Однако такие проблемы, как безопасность данных, высокие первоначальные инвестиции и необходимость в квалифицированном персонале, остаются препятствиями, которые необходимо решить, чтобы в полной мере использовать эти технологии (таблица 1).

Таблица 1

**Цифровые технологии в агроинженерии: возможности и ограничения**

Технология	Применение	Преимущества	Трудности (недостатки)
Интернет вещей (IoT)	Мониторинг состояния почвы и окружающей среды, управление орошением и контролем за посевами	Снижение затрат на воду и удобрения, повышение эффективности мониторинга	Высокие затраты на установку и техническое обслуживание, проблемы с подключением в отдаленных районах
Искусственный интеллект (AI)	Анализ данных для предсказания урожайности,	Повышение точности и скорости принятия решений,	Потребность в больших объемах данных и

	оптимизации ресурсов и диагностики заболеваний растений	снижение потерь	квалифицированных специалистах, потенциальные проблемы с конфиденциальностью
Робототехника	Автоматизация задач, таких как посев, сбор урожая и обработка почвы	Снижение трудозатрат, повышение производительности и качества работ	Высокая стоимость оборудования и ограниченная гибкость для работы с различными культурами

IoT и искусственный интеллект оказывают преобразующее воздействие на сельскохозяйственную технику, обеспечивая интеллектуальные, эффективные и устойчивые методы ведения сельского хозяйства. Дальнейшее развитие этих технологий обещает произвести революцию в агроинженерном секторе, предлагая фермерам инструменты для оптимизации производства сельскохозяйственных культур и управления ресурсами.

#### **Библиографический список**

1. Браун Д. (2020). "Digital Transformation in Agroengineering." *Smart Agriculture Review*, 12(1), 65-80.
2. Кумар Р., Сингх П. (2021). "Predictive Maintenance in Agricultural Machinery: Role of Machine Learning." *Precision Agriculture*, 18(4), 200-212.
3. Ли Ю., Чен Л. (2023). "IoT in Agriculture: Current Trends and Future Prospects." *Agricultural Technology Journal*, 39(3), 145-159.
4. Смит К. (2019). "AI-Driven Solutions for Smart Farming." *International Journal of Agricultural Innovations*, 11(6), 312-320.
5. Янг К., Янг Ч. (2022). "Smart Farming with IoT and AI Technologies." *Journal of Agricultural Science and Technology*, 45(2), 102-115.

УДК 321.01

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АПК НА ПРИМЕРЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

*Сюсюков Анатолий Юрьевич, студент 2 курса бакалавриата Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, a.yu.syusyukov@gmail.com*

*Научный руководитель - Гамидов Абдурахман Гаджиевич, доцент, доцент кафедры сопротивления материалов и детали машин, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, gamidov@rgau-msha.ru*

*Аннотация. В данной статье рассмотрены применение цифровых технологий в сельском хозяйстве, проблемы цифровизации, возможности применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве с текущими проблемами и их возможностями.*

*Ключевые слова: БПЛА, сельское хозяйство, цифровые технологии в сельском хозяйстве.*

## **PROSPECTS OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX ON THE EXAMPLE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES**

*Anatoly Yurievich Syusyukov, 2nd year undergraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, a.yu.syusyukov@gmail.com*

*Scientific Supervisor - Gamidov Abdurakhman Gadzhievich, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Strength of Materials and Machine Parts, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, gamidov@rgau-msha.ru*

*Annotation. This article discusses the use of digital technologies in agriculture, the problems of digitalization, the application possibilities of unmanned aerial vehicles in agriculture taking into account current challenges and opportunities.*

*Key words: UAVs, agriculture, digital technologies in agriculture.*

Цифровое сельское хозяйство – это сельское хозяйство, базирующееся на современных способах производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия с использованием цифровых, обеспечивающих рост производительности труда и снижение затрат производства [1].

Процесс внедрения современных технологий для повышения эффективности производства, улучшения управления ресурсами и оптимизации

процессов в аграрной сфере сталкивается с рядом проблем, которые требуют внимания и решений.

#### **Некоторые проблемы цифровых технологий в сельском хозяйстве:**

- **Недостаток инфраструктуры:** в некоторых сельских районах часто отсутствует необходимая инфраструктура для подключения к интернету, что затрудняет использование цифровых инструментов и платформ. Это особенно актуально для удалённых регионов, где доступ к высокоскоростному интернету может быть ограничен или вовсе отсутствовать.

- **Высокая стоимость оборудования и программного обеспечения:** цифровые технологии зачастую дороги, а небольшие фермы и хозяйства могут не иметь достаточных средств для покупки необходимого оборудования и лицензий на программное обеспечение. Это создаёт барьер для перехода на цифровые методы ведения хозяйства.

- **Отсутствие стандартизированных решений:** разнообразие сельскохозяйственных культур, климатических условий, местности и методов ведения хозяйства требует разработки специализированных решений под конкретные нужды каждого региона, а иногда под нужды конкретного фермерского хозяйства.

- **Регуляторные ограничения:** законодательство в области цифровых технологий. Например, отсутствие чётких правил по использованию беспилотных летательных аппаратов или автоматизированного оборудования может замедлить внедрение новых технологий.

- **Низкий уровень цифровой грамотности:** фермеры, особенно старшего поколения, могут испытывать трудности при работе с новыми технологиями. Отсутствие базовых знаний по использованию компьютеров, мобильных приложений и других цифровых устройств ограничивает внедрение инноваций.

В данной статье рассмотрим проблему отсутствие стандартизированных решений разнопланово.

В сельском хозяйстве очень сложно структурировать бизнес-процессы, так как возделывание сельскохозяйственных культур сильно зависит от многих факторов, таких как погода, природные явления, неверное применение удобрений, вредители — все это требует оперативного вмешательства, для предотвращения негативных последствий, вплоть до потери части урожая.

Недостаток информации для принятия решений приводит к тому, что в процессе посадки, выращивания, ухода за культурами теряется до 40% урожая. Во время сбора урожая, хранения и транспортировки теряется еще 40%. При этом, как выявили ученые, кроме погоды, 2/3 факторов потерь сегодня можно контролировать с помощью автоматизированных систем управления (Hi-Tech Management) [2].

Будущее сельского хозяйства связано с цифровой интеграцией. Внедрение современных технологий, таких как интернет вещей (IoT), большие данные (Big Data), искусственный интеллект (AI) и другие цифровые инструменты, может существенно изменить подходы к управлению сельскохозяйственными процессами.

Интеграция данных от различных устройств (например, дронов, датчиков, полевых контроллеров и т.д.) в рамках сельскохозяйственных информационных систем, которые в режиме реального времени могут анализировать данные с помощью интеллектуальных ИТ-приложений, передаваемые с устройств, что позволяет фермерам принимать более обоснованные решения.

Информационная система способна предложить рекомендации по обработке почвы и уход растениями. Аналитическая модель определяет, что при увеличении температуры больше определенного значения, начинается процесс вылупливания насекомых, поступившие данные анализа почвы сверяют показатели с оптимальными и при отклонении от заданного диапазона информируют о необходимости полива почвы или о возможной вспышке болезни растений. Обработывая данные система, в зависимости от условий, откуда взяты данные, предложит не допустить повышения температурного режима, если это касается тепличного комплекса, полить определенный участок или всю плантацию, а при открытом пространстве наблюдать за проблемным участком и своевременно применить химикаты, при обнаружении вредителей.

Для сбора данных в современных условиях все чаще начинают использовать беспилотные транспортные средства. Беспилотные транспортные средства (Беспилотник) – это транспорт, передвигающийся без экипажа на борту при помощи специальной системы автономного управления. Управление беспилотником может осуществляться с разной степенью автономности – от управления дистанционно до полностью автоматического режима.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) в сельском хозяйстве имеет огромный потенциал. В таблице 1 приведены основные возможности применения БПЛА в земледелии.

Таблица 1

**Основные возможности использования БПЛА в сельском хозяйстве**

<b>Мониторинг полей</b>	БПЛА могут выполнять регулярные аэрофотосъемки и видеонаблюдение, что помогает отслеживать состояние посевов, выявлять больные участки и оценивать урожайность
<b>Картография</b>	С помощью БПЛА можно создавать подробные карты полей, что позволяет более точно планировать распределение ресурсов и оптимизировать управление земельными участками (пример использования БПЛА при создании карты на рисунке 1)
<b>Применение препаратов</b>	БПЛА способны эффективно распылять пестициды, удобрения и другие агрохимикаты, обеспечивая равномерное распределение и минимизацию затрат
<b>Анализ состояния почвы</b>	БПЛА оснащенные датчиками, которые помогают оценивать влажность и состав почвы, позволяют фермерам принимать

	более обоснованные решения по агрономии
<b>Оценка влажности и здоровья растений</b>	С помощью инфракрасной и мультиспектральной съемки можно анализировать состояние растений и определять области, требующие дополнительного полива или других агрономических мероприятий.
<b>Управление ресурсами</b>	БПЛА помогают оптимизировать использование воды и удобрений, снижая затраты и повышая эффективность

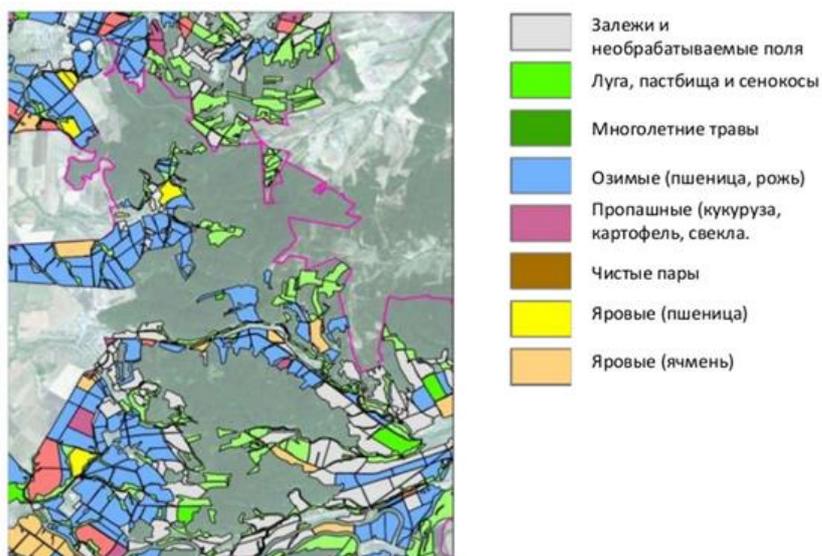


Рисунок 1 – Векторная карта полей, созданная с помощью БПЛА

Следует заметить, что на сегодняшний день также существуют и недостатки применения БПЛА. Такие как:

- Управление беспилотным летательным аппаратом. При управлении БПЛА недостаток навыков управления оператором представляет опасность для других летательных аппаратов, людей, имущества и т.д.
- Влияние погодных условий. При сильном ветре, осадках использование БПЛА сильно ограничено или невозможно.
- Стоимость БПЛА и программного обеспечения. На данный момент большинство БПЛА компании вынуждены закупать за территорией Российской Федерации, что сказывается на стоимости и доступности БПЛА.
- Применение БПЛА существенно ограничено законодательством РФ.

На основании Воздушного кодекса Российской Федерации с изменениями от 08.08.2024 [3] беспилотные авиационные системы и (или) их элементы, за исключением беспилотных авиационных систем и (или) их элементов, включающих в себя беспилотные гражданские воздушные суда, на которые сертификат летной годности выдается на основании сертификата типа или акта оценки конкретного воздушного судна на его соответствие требованиям к летной годности гражданских воздушных судов и требованиям в области

охраны окружающей среды от воздействия деятельности в области авиации, а также беспилотных авиационных систем и (или) их элементов, включающих беспилотные гражданские воздушные суда с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, таким образом, все БПЛА должны иметь сертификат. Также, управлять БПЛА имеет право только пилот с правами на управление БПЛА.

Для полноценного развития сельскохозяйственной отрасли необходимо установить правила, которые бы позволяли БПЛА, которые используются в сельском хозяйстве, совершать полеты в явочном порядке, а не на основе разрешений, при этом ограничить высоты полетов и определить зоны, где полеты запрещены.

Несмотря на трудности, с которыми сталкивается индустрия беспилотной авиации в настоящее время, ожидается, что в будущем произойдет значительный прорыв в этой области. БПЛА станут доступными для многих пользователей, получат увеличенное время полета, высококачественные камеры, специализированные устройства, системы безопасности и улучшенные функции управления.

Таким образом, БПЛА будут все более охватывать различные области человеческой деятельности, включая сельское хозяйство, что существенно повысит производительность труда и сократит производственные затраты в сельском хозяйстве.

### **Библиографический список**

1. Цифровое сельское хозяйство. Большая российская энциклопедия. [Электронный ресурс] URL: <https://bigenc.ru/c/tsifrovoe-sel-skoe-khoziaistvo-41f504> (дата обращения: 25.10.2024).
2. Сельское хозяйство встало на путь технологий. ИКС-Медиа. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iksmedia.ru/news/5417075-Selskoe-hozyajstvo-vstalo-na-put?ysclid=m2u8pncv28853579011> (дата обращения: 27.10.2024)
3. Воздушный кодекс Российской Федерации. Официальный интернет-портал правовой информации. [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102046246&ysclid=m2vlnkyi58845344822> (дата обращения: 25.10.2024)
4. Дроны в сельском хозяйстве. TAdviser. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Дроны\\_в\\_сельском\\_хозяйстве?ysclid=m2vnn1n5lu768043961](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Дроны_в_сельском_хозяйстве?ysclid=m2vnn1n5lu768043961) (дата обращения: 29.10.2024)
5. Как дроны преобразовывают сельское хозяйство. RB.RU. [Электронный ресурс] URL: <https://rb.ru/list/agriculture-drones/> (дата обращения: 30.10.2024)

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

**Федорова София Михайловна**, студент 4 курса бакалавриата институт механики и энергетики В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [fiafec@mail.ru](mailto:fiafec@mail.ru)

**Научный руководитель - Пуляев Николай Николаевич**, к.т.н., доцент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [pulyaev@rgau-msha.ru](mailto:pulyaev@rgau-msha.ru)

**Аннотация.** В современной эпохе развития цифровой экономики, роль оценки инновационного развития сельскохозяйственных предприятий становится все более значимой. Сегодняшнее сельскохозяйственное предприятие обязано быть цифровизированным и конкурентоспособным не только внутри страны, но и за ее пределами. В данной статье были рассмотрены ключевые факторы, влияющие на конкурентоспособность инновационного развития предприятия, а также проблемы, связанные с уровнем конкурентоспособности в условиях современной цифровой экономики.

**Ключевые слова.** Цифровая экономика, конкурентоспособность инновационного развития, сельскохозяйственное предприятие, агропромышленный комплекс, цифровая трансформация, сценарий развития.

## DIGITALIZATION IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

**Fedorova Sofia Mikhailovna**, 4th year Bachelor's degree student, Institute of Mechanics and Energy V.P. Goryachkin Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [fiafec@mail.ru](mailto:fiafec@mail.ru)

**Scientific Supervisor - Pulyaev Nikolay Nikolaevich**, PhD (technical sciences), associate professor, Department of Tractors and Automobiles, FGBOU VO K.A. Timiryazev Russian State Agricultural Academy, [pulyaev@rgau-msha.ru](mailto:pulyaev@rgau-msha.ru).

**Annotation.** In the modern era of digital economy development, the role of assessment of innovative development of agricultural enterprises is becoming more and more significant. Today's agricultural enterprise is obliged to be digitalized and competitive not only within the country, but also abroad. In this article, the key factors affecting the competitiveness of the innovative development of the enterprise, as well as the problems associated with the level of competitiveness in today's digital economy were considered.

**Key words.** Digital economy, competitiveness of innovative development, agricultural enterprise, agro-industrial complex, digital transformation, development scenario.

Ранее сельское хозяйство было непригодным для инвестиций из-за долгого цикла производства, нестабильности природы и значительных потерь урожая в процессе выращивания, сбора и хранения, отсутствия возможности автоматизировать биологические процессы и отсутствия прогресса в увеличении производительности и инновациях. В то время как использование информационных технологий в сельском хозяйстве ограничивалось применением компьютеров и программного обеспечения, преимущественно для управления финансами и отслеживания коммерческих операций, недавно фермеры стали внедрять цифровые решения для мониторинга сельскохозяйственных культур, домашнего скота и других аспектов агропроцесса [5].

Сегмент сельского хозяйства получил огромное внимание благодаря развитию технологий. Технологические компании начали сотрудничать с партнерами для контроля полного цикла производства растений и животных. Они используют умные устройства для передачи и обработки данных о каждом объекте и его окружении. Эти устройства включают оборудование и датчики, собирающие информацию о почве, растениях, микроклимате, животных и т.д. Кроме того, установлены бесперебойные каналы связи между этими устройствами и внешними партнерами.

Создание виртуальной (цифровой) модели всего цикла производства и взаимосвязанных звеньев цепочки создания стоимости стало возможным благодаря объединению объектов в единую сеть. Теперь производительная мощность компьютеров, развитие программного обеспечения и облачных платформ позволяют автоматизировать максимальное количество сельскохозяйственных процессов. Математически точное планирование графика работ, принятие экстренных мер для предотвращения потерь и расчет возможной урожайности, себестоимости производства и прибыли теперь доступны благодаря обмену и управлению данными на основе интернета вещей [3].

В списке лидеров в области цифровых платформ фигурируют США, Китай, Германия, Англия и Индия, стремящиеся к решению различных задач и бизнес-процессов через информационные системы с общим доступом. Сегодня информационные технологии активно проникают во все отрасли экономики, включая агропромышленный сектор, где цифровые платформы разрабатываются с целью повышения эффективности сельскохозяйственных и промышленных предприятий путем оптимизации бизнес-процессов с применением инновационных сервисов.

Сельхоз товаропроизводители все чаще обращаются к крупным инновационным цифровым компаниям за цифровыми технологиями, хотя те указывают на некоторые препятствия в этом процессе (рисунок 1).

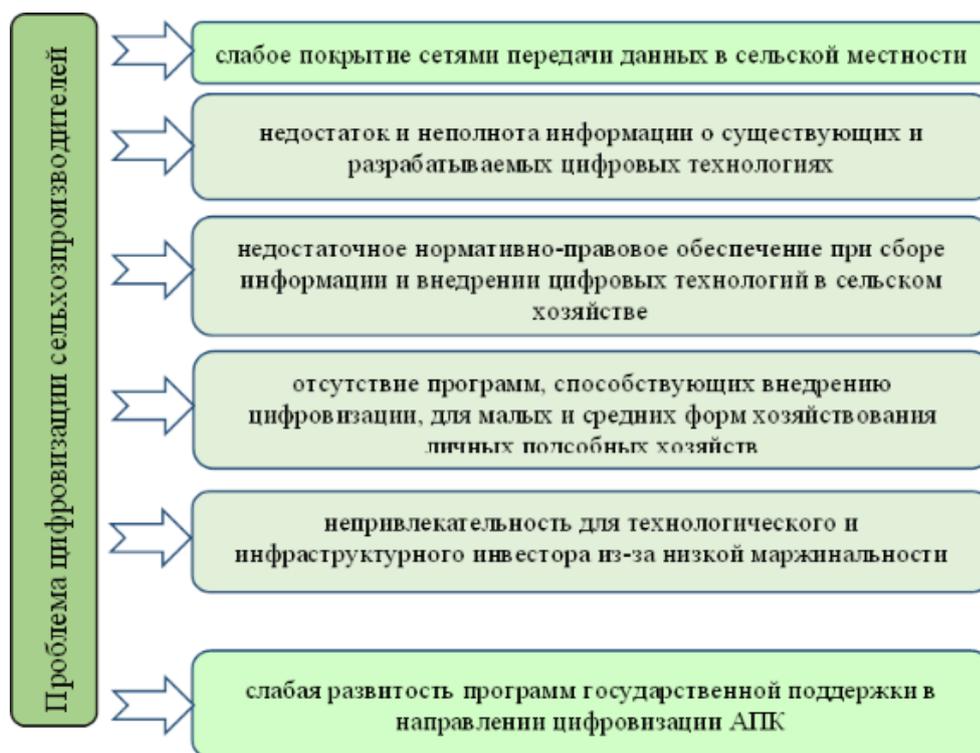


Рисунок 1 - Проблемы цифровизации сельхозпроизводителей России

В агропромышленном комплексе цифровые технологии играют ключевую роль в повышении производительности и прибыльности. Примером может служить страна Израиль, где только 20% земель пригодны для сельского хозяйства, но при этом продовольственная безопасность на уровне 95%. Здесь технологии компенсируют неблагоприятные природно-климатические условия. Создание "умных" ферм - еще один яркий пример эффективного использования цифровых технологий в агропромышленности. Эти инновации способствуют увеличению производства молока и других продуктов [2].

Внедрение современных методов управления транспортом в сфере аграрного бизнеса Московской области привело к снижению затрат на топливо на 20% и уменьшению общих производственных расходов на 10%. Эксперименты с цифровыми технологиями показали, что автоматизация и цифровизация способны значительно сократить расходы уже в краткосрочной перспективе. Например, после внедрения системы оперативного управления на мясокомбинате, затраты на оплату труда уменьшились на 30% за первый месяц [1].

Для успешной цифровизации экономики необходимо активно привлекать предпринимателей, создавать необходимую инфраструктуру, популяризировать новые подходы в обществе и улучшать правовую базу. Государство играет ключевую роль в этом процессе и должно поддерживать развитие цифровых технологий для повышения эффективности бизнеса.

Для предотвращения противоречий между действиями регуляторов и законодательством, важно сделать следующее:

- Создать эффективную систему управления изменениями в правовой сфере, чтобы изменения в одном законе не противоречили другим;

- Расширить полномочия организаций, занимающихся внедрением цифровых технологий, для более активного продвижения их использования в сельском хозяйстве.

В условиях быстрого развития современной экономической среды, необходимо активно содействовать взаимодействию всех участников цифровой экономики. Программы, направленные на поощрение предприятий к переходу на использование передовых технологий, должны быть разработаны и внедрены. Огромный спрос на инновационные сельскохозяйственные продукты является основанием для увеличения объемов их производства, что невозможно без цифровой трансформации сельского хозяйства. Сельскохозяйственные предприятия обязаны адаптироваться к современным требованиям бизнеса, основанным на использовании передовых технологий, гибкости и повышении качества продукции, чтобы оставаться конкурентоспособными.

Для обеспечения продовольственной безопасности на федеральном уровне необходимо внедрить цифровые технологии в сельском хозяйстве. Они способствуют достижению и сохранению конкурентных инноваций в аграрном секторе, обеспечивая эффективное управление и решение сложных задач.

### **Библиографический список**

1. Айтпаева А. А. Цифровизация сельского хозяйства в контексте повышения конкурентоспособности отечественного агропромышленного комплекса // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2019. № 3. С. 56-63.

2. Алтухов А. И., Дудин М. Н., Анищенко А. Н. Цифровая трансформация как технологический прорыв и переход на новый уровень развития агропромышленного сектора России // Продовольственная политика и безопасность. 2020. № 2. С. 81-96.

3. Ассоциация «ЭлектронАгро» в цифровой трансформации российского АПК. [Электронный ресурс]. URL: <https://agbz.ru/news/assotsiatsiya-elektronagro-v-tsifrovoi-transformatsii-rossiyskogo-apk/> (дата обращения: 17.10.2021).

4. Ведомственная программа цифровой трансформации Министерства сельского хозяйства Российской Федерации на 2021 - 2023 годы (утв. Минсельхозом России). [Электронный ресурс]. URL: <https://legalacts.ru/doc/vedomstvennaja-programma-tsifrovoi-transformatsii-ministerstva-selskogo-khozjaistva-rossiiskoi-federatsii/> (дата обращения: 10.09.2022).

5. Годин В. В., Белоусов В. А., Терехова А. Е. Сельское хозяйство в цифровую эпоху: вызовы и решения // E-Management. 2020. № 3. С. 4-15.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

**Федоткина Дарья Сергеевна**, студентка 1 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, [dashafedotkina115@gmail.com](mailto:dashafedotkina115@gmail.com)

**Научный руководитель - Дудин Даниил Максимович**, ассистент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, [d.dudin@rgau-msha.ru](mailto:d.dudin@rgau-msha.ru)

**Аннотация.** В статье предложен способ модернизации системы нейтрализации отработавших газов на основе селективного каталитического восстановления. Описаны модели катализаторов и основные отличительные черты. Предложен вариант внедрения дополнительной детали типа: микшер, для оптимизации процесса смешивания реагента и ОГ. Микшера устраняет недостатки, связанные с неравномерным распределением потока ОГ с реагентом, выравнивая его и позволяя осуществить полное смешивание в катализаторе и предотвратить увеличение нагрузки на АСХ.

**Ключевые слова:** Селективное каталитическое восстановление, снижение выбросов оксида азота.

### MODERNIZATION OF THE EXHAUST GAS NEUTRALIZATION SYSTEM

**Fedotkina Daria Sergeevna** 1th year undergraduate student of the Institute of mechanics and energy named by V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [katayev02@internet.ru](mailto:katayev02@internet.ru)

**Scientific Supervisor - Dudin Daniil Maksimovich**, Assistant in department of the Department tractors and cars, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [d.dudin@rgau-msha.ru](mailto:d.dudin@rgau-msha.ru)

**Annotation.** Annotation. The article proposes a method for upgrading the exhaust gas neutralization system based on selective catalytic reduction. The catalyst models and their main distinctive features are described. A variant of introducing an additional component such as a mixer is proposed to optimize the process of mixing the reagent and EG. The mixer eliminates the disadvantages associated with the uneven distribution of the EG flow with the reagent, leveling it and allowing for complete mixing in the catalyst and preventing an increase in the load on the ASC.

**Key words:** Selective catalytic reduction, reducing nitrogen oxide emissions.

выбросов выхлопных газов требуют постоянного усовершенствования систем нейтрализации отработавших газов в дизельных транспортно-технологических средствах сельского хозяйства [1, 2, 3]. Одной из ключевых технологий, используемых для достижения этих целей, является система селективного каталитического восстановления (Selective Catalytic Reduction, SCR), которая включает впрыск реагента на основе мочевины для преобразования вредных оксидов азота (NOx) в безвредный азот и воду. Однако с увеличением требований к эффективности и надежности этих систем возникает необходимость в их модернизации.

Текущие конфигурации SCR-систем обеспечивают достаточный уровень очистки от NOx, но остаются проблемы, связанные с неравномерным распределением реагента в потоке отработавших газов и недостаточным смешением компонентов. Это может приводить к неэффективному использованию реагента, увеличению количества остаточных NOx в выхлопе и потенциальному образованию отложений в нейтрализаторе.

Катализатор отработавших газов для дизеля с мочевиной - это устройство, которое служит для очистки отработавших газов от вредных выбросов, таких как оксиды азота (NOx), в результате чего они становятся экологически безопасными перед выходом в атмосферу.

Катализатор содержит специальные материалы, которые помогают превращать вредные компоненты отработавших газов в безопасные для окружающей среды соединения. Кроме того, катализатор обычно содержит специальный резервуар, в котором хранится мочевина [4].

Процесс работы катализатора заключается в прохождении отработавших газов через специальные камеры с катализирующим материалом, где происходят химические реакции между вредными компонентами газов и мочевиной. В результате реакции оксиды азота разлагаются на безопасные азот и воду, которые безопасно покидают систему.

Для работы катализатора отработавших газов для дизеля с мочевиной важно, чтобы в системе была определенная температура. Для достижения рабочей температуры необходимо, чтобы автомобиль двигался не менее 15-20 минут. В противном случае, катализатор может не работать должным образом и выбросы оксидов азота будут подавлены недостаточно. Так же, катализатор требует периодической замены катализирующих элементов и дозирования мочевины. При недостаточной подаче мочевины в систему, катализатор может не обеспечить нужное снижение выбросов оксидов азота.

Существуют различные модели катализаторов отработавших газов для дизеля с мочевиной, которые различаются по размеру, химическим свойствам катализатора и способу расположения в системе. Рассмотрим несколько видов катализаторов.

Катализатор окисления дизельного топлива (Diesel Oxidation Catalyst, DOC) является первым элементом в системе очистки выхлопных газов дизельного двигателя. Основная задача катализатора – окисление вредных выбросов, таких как окись углерода (CO) и непрореагировавшие углеводороды (HC), до менее вредных веществ: углекислого газа (CO<sub>2</sub>) и воды (H<sub>2</sub>O).

Дизельный сажевый фильтр (Diesel Particulate Filter, DPF) предназначен для улавливания и накопления твердых частиц (PM) — продуктов неполного сгорания топлива, известных как сажа или частицы сажи. Фильтр предотвращает выброс этих частиц в атмосферу

Катализатор селективной каталитической нейтрализации (Selective Catalytic Reduction, SCR) предназначен для снижения выбросов оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ) в выхлопных газах дизельных двигателей.  $\text{NO}_x$  являются одними из наиболее вредных загрязнителей, способствующих образованию смога.

Катализатор очищения от аммиака (Ammonia Slip Catalyst, ASC) предназначен для удаления избыточного аммиака ( $\text{NH}_3$ ), который может "проскальзывать" через SCR-катализатор и выбрасываться в атмосферу.

Таблица 1

### Сводная информация по видам катализаторов

Тип	Функция	Химический состав
Катализатор окисления дизельного топлива (DOC)	Окисляет окись углерода (CO) и непрореагировавшие углеводороды (HC) до менее вредных углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) и воды ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Способствует предварительному преобразованию некоторых компонентов, снижая нагрузку на последующие катализаторы	Содержит драгоценные металлы, такие как платина (Pt) и/или палладий (Pd), нанесенные на керамический или металлический носитель с высокой площадью поверхности.
Дизельный сажевый фильтр (DPF)	Улавливает и накапливает твердые частицы (сажу), предотвращая их выброс в атмосферу	Изготовлен из керамических материалов, таких как кордиерит или карбид кремния, с пористой структурой. Может быть покрыт каталитическим слоем для облегчения сжигания накопившейся сажи.
Катализатор селективной каталитической нейтрализации (SCR)	Снижает выбросы оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ) путем их восстановления до азота ( $\text{N}_2$ ) и воды с использованием аммиака ( $\text{NH}_3$ ), получаемого из впрыскиваемой мочевины (например, AdBlue).	Ванадиевые катализаторы: Содержат оксид ванадия ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ) в сочетании с диоксидом титана ( $\text{TiO}_2$ ) и другими оксидами. Цеолитные катализаторы: Используют цеолиты, ионно-обменные металлами, такими как железо (Fe) или медь (Cu).
Катализатор очищения от аммиака (ASC)	Преобразует избыточный аммиак, не прореагировавший в SCR, в азот и воду, предотвращая его выброс в атмосферу	Содержит благородные металлы (Pt, Pd) или специализированные оксиды, способные эффективно окислять аммиак при низких температурах.

Рассмотрев основные типы катализаторов в системе очистки отработавших газов дизельных двигателей становится очевидным, что эффективность всей системы во многом зависит от точности и полноты химических реакций, происходящих внутри них. Особенно важной является

работа системы SCR, отвечающей за снижение выбросов оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ) посредством селективного каталитического восстановления с использованием аммиака, полученного из раствора мочевины [5, 6].

Традиционный принцип работы системы SCR имеет некоторые недостатки, а именно: неравномерное смешивание мочевины с выхлопными газами, что приводит к не полному разложению аммиака и снижению эффективности реакции. Локальный избыток аммиака в отдельных участках при неравномерном распределении приводит к увеличению нагрузки на ASC и может привести к выбросам аммиака в атмосферу.

Одним из наиболее эффективных решений для модернизации системы SCR является внедрение специального микшера (рисунок 1) в выхлопную систему двигателя для оптимизации процесса смешивания реагента и ОГ.

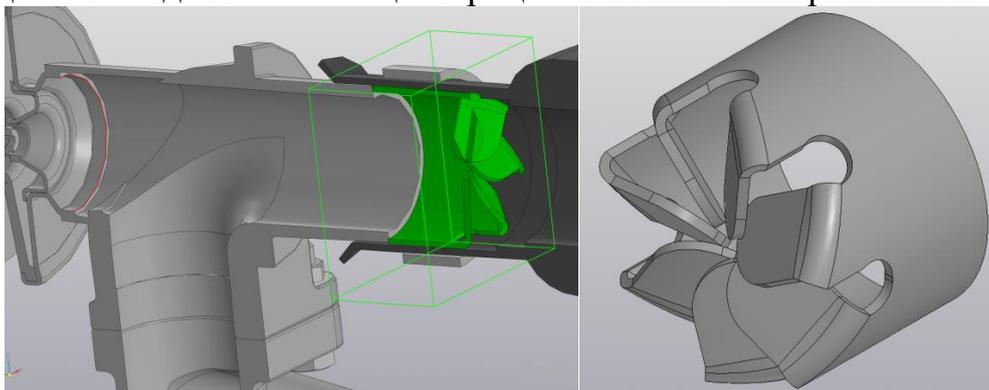


Рисунок 1 – Внешний вид микшера для системы нейтрализации ОГ

В основном микшер играет роль отражающей поверхности для распылённых капель мочевины (рисунок 2). Положение пластинчатого микшера играет важную роль в формировании вихревых потоков отработавших газов и процесса его смешивания с реагентом. Меняя изгибы лепестков, достигается оптимально возможный процесс смешивания и в последствии нейтрализации ОГ.

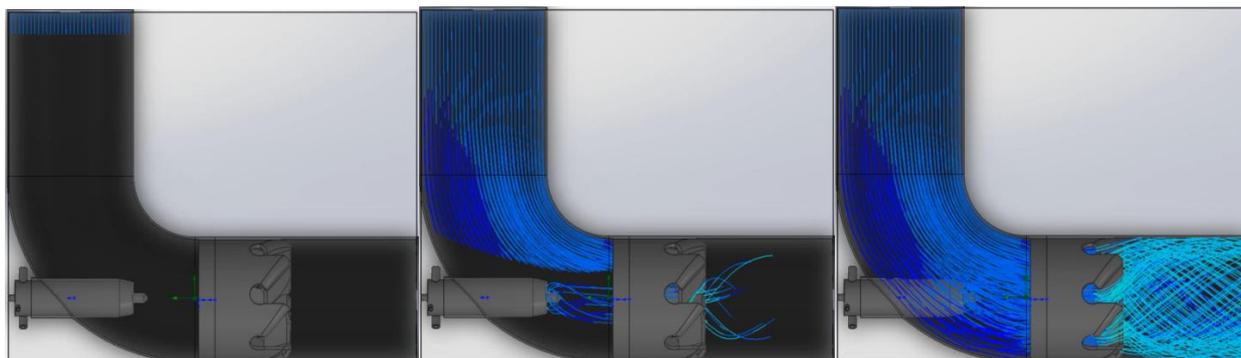


Рисунок 2 – Модель траекторий движения распыленных частиц ОГ с реагентом  $\text{NH}_3$

При соударении с отражающей поверхностью распылённые капли дробятся. Это приводит к тому, что впрыснутая мочевина быстрее испаряется и

переходит в газообразное состояние. Кроме того, специальная форма лепестков микшера позволяет создавать вихреобразный упорядоченный поток смеси ОГ с реагентом. Это позволяет исключить попадание крупных капель распылённой мочевины на каталитический нейтрализатор, предотвращает неравномерное распределение катализаторе.

**Вывод.** В результате анализа способов повышения экологичности работы дизельного двигателя посредством использования система селективного каталитического восстановления с раствором мочевины. Была выявлена необходимость модернизации перемешивания потока ОГ с реагентом для предотвращения неравномерного смешивания мочевины с выхлопными газами, приводящими к не полному разложению аммиака и снижению эффективности реакции.

Предложенный способ интеграции микшера решает недостатки, связанные с неравномерным распределением потока ОГ с реагентом, выравнивая его и позволяя осуществить полное смешивание в катализаторе и предотвратить увеличение нагрузки на ASC.

Контрольно-измерительная аппаратура в виде датчика контроля  $2NO_x$ , соединенная с бортовым компьютером транспортно-технологического средства позволит определить количество входящего состава оксидов азота в катализатор и итоговое значение после нейтрализации ОГ. Регулируя тем самым дозировку впрыска реагента через форсунку

### **Библиографический список**

1. Арженовский, А.Г. Методы определения энергетических и топливно-экономических показателей МТА / А.Г. Арженовский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 6. – С. 36–40.
2. Концепция системы адаптации тракторного дизельного двигателя для работы в закрытых помещениях / Г. С. Савельев, Р. С. Федоткин, Е. В. Овчинников [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2019. – № 3(32). – С. 102-107.
3. Пути нормативного регулирования в сфере экологической безопасности автомобильного транспорта / К. В. Щурин, Л. Н. Третьяк, Е. В. Бондаренко, А. С. Вольнов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – № 10(146). – С. 176-181.
4. К снижению экологического воздействия автотранспорта на воздушное пространство автострад / А. В. Шабанов, Д. В. Кондратьев, В. К. Ванин, А. Ю. Дунин // Автомобильная промышленность. – 2021. – № 4. – С. 11-15.
5. Система адаптации тракторного дизельного двигателя для работы в закрытых помещениях / Г. С. Савельев, Р. С. Федоткин, Е. В. Овчинников [и др.] // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2019. – № 6. – С. 34-38.
6. Система адаптации дизельного двигателя для работы в помещениях с ограниченным воздухообменом / Е. В. Овчинников, А. Ю. Измайлов, С. Ю. Уютов, Р. С. Федоткин // Экология промышленного производства. – 2021. – № 1(113). – С. 46-50.

УДК 630.377.4

## СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЯТНА КОНТАКТА АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

**Фейгин Георигий Андреевич**, студент 1 курса магистратуры института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, [mge4616@gmail.com](mailto:mge4616@gmail.com)

**Дудин Даниил Максимович**, ассистент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, [d.dudin@rgau-msha.ru](mailto:d.dudin@rgau-msha.ru)

**Научный руководитель: Федоткин Роман Сергеевич**, к.т.н., доцент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, [fedotkin@rgau-msha.ru](mailto:fedotkin@rgau-msha.ru)

**Аннотация.** В статье проведен анализ способов определения пятна контакта колесной техники с твердой опорной поверхностью. Описаны основные методы и оборудование для измерения формирования пятна контакта и давление колеса на опорную поверхность. Предложена конструкция стенда для изучения используя измерительный комплекс TireScan, с подключением к ЭБУ с контроллером Arduino для возможности дистанционного регулирования давления в шине и фиксации результатов измерения.

**Ключевые слова:** Уплотнение почвы, пятно контакта, стенд для исследования пятна контакта, давление колесной техники на почву.

## METHODS OF DETERMINING THE CONTACT SPOT OF AUTOMOTIVE AND TRACTOR EQUIPMENT

**Feigin Georgy Andreevich**, 1st year master's student, Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [mge4616@gmail.com](mailto:mge4616@gmail.com)

**Dudin Daniil Maksimovich**, Assistant in department of the Department tractors and cars, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [d.dudin@rgau-msha.ru](mailto:d.dudin@rgau-msha.ru)

**Scientific Supervisor: Fedotkin Roman Sergeevich**, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department tractors and cars, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [v.kryuchkov@rgau-msha.ru](mailto:v.kryuchkov@rgau-msha.ru), [fedotkin@rgau-msha.ru](mailto:fedotkin@rgau-msha.ru)

**Annotation.** The article analyzes the methods for determining the contact patch of wheeled vehicles with a solid supporting surface. The main methods and equipment for measuring the formation of the contact patch and the pressure of the wheel on the supporting surface are described. The design of the stand for studying

*using the TireScan measuring complex is proposed, with a connection to the ECU with an Arduino controller for the possibility of remote regulation of tire pressure and recording of measurement results.*

**Key words:** *Soil compaction, contact patch, stand for studying the contact patch, wheeled vehicle pressure on the soil.*

Выполнение полевых работ в сельском хозяйстве неизбежно приводит к уплотнению почвенного фона колесной техникой. При каждом проходе по полю масса машины оказывает давление на почву, нарушая баланс почвенной экосистемы. Этот процесс особенно значим на глубине от 10 до 30 см, что является критичным для развития большинства типов сельскохозяйственных культур.

После многократного проезда по одним и тем же траекториям поверхностные слои почвы становятся настолько уплотненными, что корневая система растений может начать адаптироваться, развиваясь более поверхностно, чтобы компенсировать недостаток воздуха и питательных веществ в уплотненных слоях. Это делает растения особенно уязвимыми для поверхностно распространенных болезней, а также более подверженными стрессу в условиях засухи или жары, что напрямую влияет на объемы урожайности [1].

Исследование характеристик пятна контакта колеса с опорной поверхностью и его влияния на уплотнение почвы при разных значениях давления в шине является актуальной задачей для понимания и прогнозирования необходимых условий для работы на полях сельского хозяйства.

### **Методы исследования**

Методами исследования являются: анализ научных статей и публикаций в научных журналах, опыт отечественных и зарубежных производителей

Изучение процесса формирования пятна контакта колеса с твердой опорной поверхностью позволяет получить базовые данные о взаимодействии шины с опорой. Определение влияния давления в шине на формирование пятна контакта в статических условиях, является первым шагом, позволяющим установить обобщенные воспроизводимые условия и выявить зависимости пятна контакта от типа шин, давления и материала.

Из-за большого разнообразия почвенного фона на сельскохозяйственных полях, которые в первую очередь зависят от погодных-климатических условий, состава и типа почвы, а также, выполняемых работ по обработке почвы с.х. техникой, прогнозирование и определение уплотнения почвенного фона, не позволяют без наличия статистических данных поведения шины с базовой твердой поверхностью. Полученные данные о взаимодействии колеса с твердой опорной поверхностью и формирование пятна контакта, позволят создать базовую модель поведения шины и на основании имеющихся данных можно будет проводить исследования в полевых условиях с почвой [2].

Существует несколько способов анализа формирования пятна контакта в

зависимости от давления в шине. Один из самых распространенных является метод отпечатка с чернилами. На протектор шины или на опорную поверхность наносится слой красящего вещества (чернила, гуашь, мел), и шина под нагрузкой опускается на подготовленную поверхность, оставляя отпечаток. По полученному отпечатку измеряют общую площадь пятна контакта [3]. Похожий способ использует чувствительные пленки компании Fujifilm Prescale, которые меняют цвет в зависимости от приложенного давления. В отличие от базового способа с красящимся веществом, чувствительные пленки показывают разные цвета и оттенки при разной приложенной силе, что позволяет видеть картину распространения давления. Основные элементы для создания чувствительных пленок имеют большую стоимость, и одноразовое применение.

Для анализа и получения точного распределения напряжений в пятне контакта колеса, существуют современные методы и оборудования ведущих производителей, таких как: Tekscan Inc., Sensor Products Inc., novel GmbH. Принцип работы определения напряжений в пятне контакта заключается в применении тензодатчиков и матриц. Под шину устанавливается матрица датчиков давления, которая может быть гибкой или жесткой в зависимости от конструкции, далее датчики фиксируют величину давления в каждой точке контакта. Данные собираются и обрабатываются с помощью компьютера, позволяя получить детальную карту распределения давления и точные геометрические параметры пятна контакта [4].

Так же существуют оптические методы определения пятна контакта шины с опорной поверхностью [5]. В данном методе шина устанавливается на прозрачную (стеклянную) пластину, с помощью оптических систем (камер, лазеров) сканируется и фиксируется область контакта колеса. Данным методом не позволяет напрямую определить величину давления.

Сравнительная характеристика способов определения пятна контакта и распределения давления на опорную поверхность приведена в таблице 1.

Таблица 1

### Методы измерения пятна контакта

Метод измерения	Плюсы	Минусы
Отпечатка чернилами	<ul style="list-style-type: none"> <li>- простота, доступность;</li> <li>- не требуется специальное оборудование.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие картины распределения давления;</li> <li>- не высокая точность измерения;</li> <li>- зависимость от равномерности нанесения краски;</li> <li>- возможность смазывания или искажения отпечатка при подъеме шины.</li> </ul>
Оптический	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неинвазивность метода;</li> <li>- точное определение пятна контакта в сравнении с предыдущим методом.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие картины распределения давления;</li> <li>- требуется подготовка оборудования и условий (фотокамера, лазер, прозрачная пластина);</li> <li>- возможность оптических искажений при нарушенных</li> </ul>

		условий измерения.
Чувствительные пленки (Fujifilm Prescale)	- высокая чувствительность и точность измерения; - получение картины распределения давления внутри пятна контакта.	- одноразовое применение пленки; - высокая стоимость материала; - необходимость калибровки при каждом измерении.
Использование датчиков давления и матриц (Tekscan Inc., Sensor Products Inc., novel GmbH)	- высокая точность определения площади пятна контакта; - полная картина распределения давления в пятне контакта; - возможность автоматизации измерения; - многократное использование.	- стоимость оборудования; - калибровка и техническое обслуживание системы; - ограничение по полю измерения в зависимости от матрицы

При выявлении зависимости давления в шине шины и формирования пятна контакта с твердой опорной поверхностью, полученные данные будут основой при анализе влияния процессов уплотнения и деформации почвы под воздействием колесной техники в полевых условиях.

Полную картину распространения давления на опорную поверхность и формирования пятна контакта с минимальными погрешностями можно получить используя современное оборудования по типу TireScan. Комплекс TireScan созданный компанией Tekscan Inc предназначен для статической и динамической регистрации и компьютерного анализа распределения удельного давления в пятне контакта шин различных типоразмеров.

Главным преимуществом данного комплекса является гибкое использование под все типоразмеры шин и гусеничной техники. Комплекс позволяет записывать динамическое изменение давления. Компания разработала собственное программное ПО для графического анализа данных (рисунок 1). Высокая степень защиты позволяет использовать комплекс как в цеху или лаборатории, так и в полевых условиях. Так же компьютерный анализ позволяет выявить погрешности распределения давления в пятне контакта и оптимизировать параметры производительности шины.

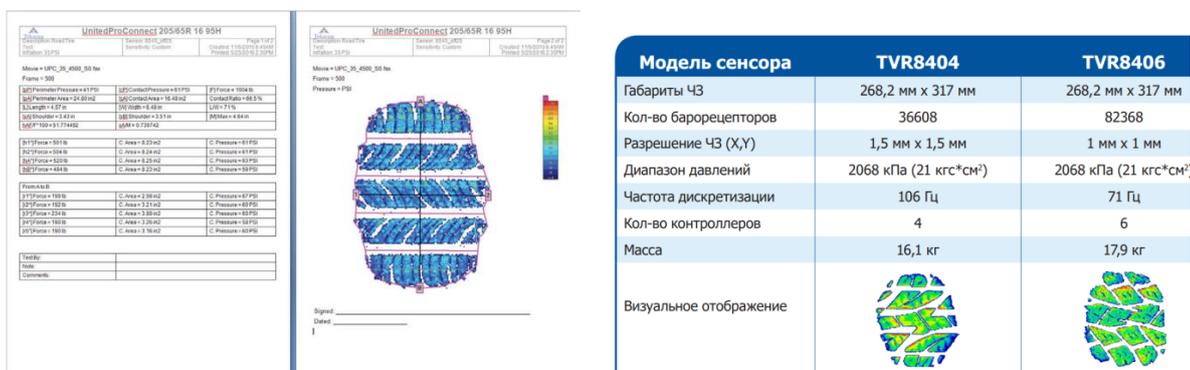
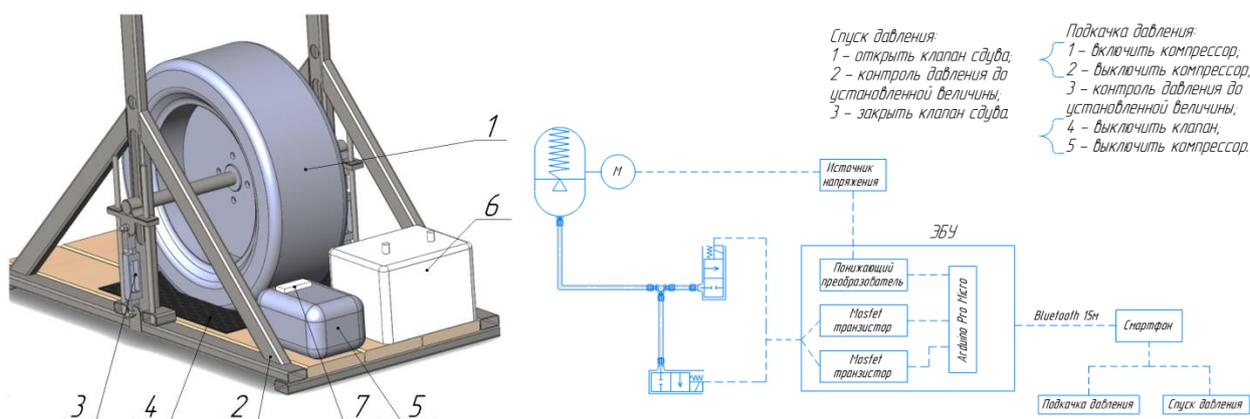


Рисунок 1 – Пример отчета комплекса TireScan и типоразмеров матрицы

Для изучения формирования пятна контакта в лабораторных условиях, необходимо подготовить специальное оборудование, которое будет включать в себя комплекса TireScan и стенд для динамического регулирования давления,

которое имитирует разные условия эксплуатации колесной техники (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Стенд для измерения давления воздуха в шинах:**

1 – колесо; 2 – каркас стенда; 3 – устройство прижима колеса (талрепа); 4 – матрица комплекса TireScan; 5 – АКБ; 6 – компрессор; 7 – ЭБУ.

Предложенный стенд имеет каркас (2) для закрепления оборудования и исследования формирования статического пятна контакта шины с опорной поверхностью позволит динамически регулировать уровень давления в зафиксированном колесе (1). ЭБУ (7) состоящий из контроллера Arduino Pro Micro, понижающий преобразователь и двух Mosfet транзисторов. ЭБУ управляется через приложение на телефоне по связи Bluetooth. На базе Arduino написана программа позволяющая через смартфон управлять подкачкой и стравливанием давления воздуха в шине передавая команду компрессору (6), а встроенный внутренний датчик давления в колесе показывает актуальное значение давления. Колесо прижимается с помощью талрепы (3) к матрице комплекса TireScan (4). Комплекс TireScan, ЭБУ и компрессор подключены к источнику питания АКБ (5).

Отличительной особенностью данного стенда является возможность динамически регулировать давление в колесе с помощью компрессора и Arduino динамически изменяя давления воздуха в шине. Датчики давления внутри колеса позволят определить внутреннее давление в шине с минимальной погрешностью, матрица измерительно комплекса TireScan динамически измерять распространение и формирование пятна контакта при разных давлениях.

На основании полученных данных будет рассчитана зависимость давления колеса на опорную поверхность от давления воздуха в шине.

**Выводы.** В ходе выполнения анализа описаны существующие методы измерения пятна контакта колесной техники. Сформирована таблица методов измерения пятна контакта и давления колеса на опорную поверхность. Проанализированы отличительные особенности использования каждого метода, его функционал, а так же положительные и отрицательные стороны.

На основании проведенного анализа был подобран измерительный комплекс TireScan, как оборудование с наиболее полным перечнем

инструментов для анализа формирования пятна контакта и распределения давления в шине. Для проведения лабораторных испытаний по анализу формирования пятна контакта предложена конструкция стенда, включающая в себя основные элементы, такие как: колесо, каркас стенда, устройство прижима колеса (талреп или траверса), матрица комплекса TireScan, АКБ, компрессор, ЭБУ.

Предложена схема подключения ЭБУ с контроллером Arduino. Для контроллера на базе Arduino написана программа позволяющая через смартфон регулировать давление воздуха в шине, через нагнетание и стравливание атмосферного воздуха.

### **Библиографический список**

1. Оценка воздействий на почву трактора ВТ-150 с различными типами гусеничных движителей / В. Ю. Ревенко, Д. Г. Купрюнин, В. Д. Бейненсон [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2014 – № 9 – С. 30-33.
2. Роботизированное транспортное средство с минимальным воздействием на окружающую среду / Р. С. Федоткин, Н. И. Дегтярев, К. С. Дмитриев, А. С. Овчаренко // Экология промышленного производства. – 2021 – № 4(116). – С. 59-63.
3. Федоткин, Р. С. Выбор движителя для тракторов и комбайнов / Р. С. Федоткин // Сельский механизатор. – 2019 – № 4 – С. 2-3.
4. Дудин, Д. М. Разработка автоматизированной системы адаптации колесного движителя автомобилей и тракторов к почвенно-климатическим условиям / Д. М. Дудин // Сборник трудов, приуроченных к 76-й Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 155-летию со дня рождения В. П. Горячкина, Москва, 14–17 марта 2023 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2023. – С. 20-23.
5. Стенд для определения пятна контакта шин с опорной поверхностью / В. Г. Скрипкарь, В. В. Криволап, А. Г. Яценко, С. В. Крахин // Автомобиль и Электроника. Современные Технологии. – 2013. – № 2(5). – С. 108-110.

## **ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОИНЖЕНЕРИИ**

**Феликс Юлия Александровна**, студентка 2 курса бакалавриата факультета экономики и информационных технологий, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет», feliksonisan@yandex.ru

**Аль-Алеви Мазен Махмудович**, студент 2 курса бакалавриата факультета экономики и информационных технологий, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет», Mazen\_103@mail.ru

**Научный руководитель - Глотина Ирина Михайловна**, к.э.н., доцент, доцент кафедры Информационных систем и технологий, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет», glotina-i@yandex.ru

*Аннотация.* В последние годы цифровые и информационные технологии значительно меняли подход к агрономии и агроинженерии, потому как их применение обеспечило повышение производительности и улучшение качества сельскохозяйственной продукции. В статье рассматриваются такие технологии, как мобильные приложения, аналитика больших данных, Интернет вещей (IoT), роботизация и «умные теплицы». Выделены преимущества цифровых технологий, включая повышение урожайности, оптимизацию расхода ресурсов, улучшение качества продукции, устойчивость к климатическим изменениям и экономическую выгоду. Также обсуждаются перспективы развития, такие как распространение «умных ферм», углубленная аналитика с использованием искусственного интеллекта и обмен технологиями с другими странами.

*Ключевые слова:* цифровые технологии, агроинженерия, цифровизация, автоматизация, оптимизация ресурсов, инновации, искусственный интеллект.

## **ADVANTAGES AND PROSPECTS OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN AGROENGINEERING**

**Felix Yulia Alexandrovna**, a 2nd-year undergraduate student of the Faculty of Economics and Information Technologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Perm State Agro-Technological University.", feliksonisan@yandex.ru

**Al-Alevi Mazen Mahmudovich**, a 2nd-year undergraduate student of the Faculty of Economics and Information Technologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Perm State Agro-Technological University.", Mazen\_103@mail.ru

**Scientific Supervisor - Glotina Irina Mikhailovna**, Candidate of Economic Sciences,

*Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Perm State Agro-Technological University", glotina-i@yandex.ru*

**Annotation.** *In recent years, digital and information technologies have significantly revolutionized the approach to agronomy and agricultural engineering. Their application has led to increased productivity and improved quality of agricultural produce. This article examines technologies such as mobile applications, big data analytics, the Internet of Things (IoT), robotics, and «smart greenhouses». It highlights the benefits of digital technologies, including increased crop yields, optimized resource utilization, improved product quality, resilience to climate change, and economic advantages. The article also discusses future prospects, such as the widespread adoption of “smart farms,” advanced analytics using artificial intelligence, and the exchange of technologies with other countries.*

**Key words:** *digital technologies, agroengineering, digitalization, automation, resource optimization, innovations, artificial intelligence.*

В последние годы цифровые и информационные технологии кардинально изменили подход к агрономии и агроинженерии, а их интеграция в агропромышленность позволила людям улучшить качество продукции и повысить производительность. Эти технологии включают в себя такие возможности и методы, как большие данные, IoT-устройства, автоматизация и машинное обучение. Все вышеперечисленные технологии вносят огромный вклад в оптимизацию и автоматизации некоторых процессов, повышение урожайности, а также помогают уменьшать затраты в производстве. Рассмотрим их поподробнее.

#### 1. Мобильные приложения и Большие данные и аналитика

Мобильные и веб-приложения позволяют фермерам контролировать полный цикл растениеводства – «умные» устройства производят замеры и передают параметры состояния почвы, растений, микроклимата. Основная их польза в том, что фермер имеет возможность получать более точную информацию затрачивая минимум усилий. В зависимости от того, насколько много информации поступает, аналитика и прогнозы на основе этих данных становятся более точной. Потому можно смело сказать, что сбор и анализ больших данных очень важны для точного земледелия. В таком случае становится возможным наиболее точно рассчитать и применить правильную дозу удобрений и химикатов для каждой части поля. Это помогает значительно уменьшить загрязнение грунтовых вод.

#### 2. Интернет вещей (IoT)

Широкомасштабное внедрение IoT в сельское хозяйство позволяет повысить объемы производства и качественный уровень сельскохозяйственной отрасли посредством мониторинга климатических условий, урожайности, состояния грунта (уровень влажности и температуры почвы), предоставления данных о необходимости внесения в землю подкормок и их дозы, состояния

спецоборудования. Стоит отметить, что сбор данных об урожае возможно выполнять автоматически и в режиме реального времени. Это позволяет максимально точно прогнозировать цену готовой продукции. Таким образом Интернет вещей в сельском хозяйстве помогает сельскохозяйственной отрасли быть максимально «интеллектуальной», контролируемой, эффективной и окупаемой.

### 3. Автоматизация и роботизация

Использование робототехники уже давно стало привычным для области агроинженерии. Самые актуальные решения данного вопроса – использование дронов, «умных теплиц», беспилотной спец. техники. В последнее десятилетие дроны становятся все более и более актуальным решением для многих сфер российской промышленности и производства, в том числе и агропромышленности. Они имеют малый вес, компактны и легки в управлении, что позволяет им сделать различные области агропромышленности более эффективными. Например, с их помощью можно оценить состояние высаженных культур на поле большой площади, а также применять для орошения и распыления пестицидов, гербицидов, инсектицидов и т.д., мониторинга оборудования, десикации, взятия образцов грунта, посадки растений, контроля выполнения заданий, охраны территорий. Один из успешных методов автоматизации в сельхоз промышленности - «Умные теплицы», которые представляют собой полностью автоматизированную конструкцию, помогающую облегчить процесс выращивания агрокультур и свести к минимуму использование ручного труда, а также организовать интеллектуальный автоматический контроль климата и других важных параметров. Датчики контроля в теплице позволяют получать информацию о температуре окружающей среды, уровне освещенности внутри и снаружи, влажности воздуха, а также атмосферном давлении. Важно отметить использование на полях полностью или частично беспилотных тракторов, комбайнов и другой спец. техники. Такие решения позволяют значительно уменьшить затраты сил человека для обработки и контроля за угодьями и их состоянием, а также максимально обезопасить людей от производственных травм и увечий.

Отметим основные преимущества использования цифровых технологий в агроинженерии.

1. Максимально возможное исключение человеческого фактора на производстве. Замена ручного труда в фермерстве способствует повышению безопасности, более быстрому сроку выполнения работ, уменьшению «человеческого фактора».

2. Повышение объема и качества продукции играет немаловажную роль в экономическом аспекте агроинженерии. Чем больше и чем качественнее продукция – тем больше прибыль компании, а вместе с тем, и больше возможностей для внедрения информационных технологий в процесс производства.

3. Оптимизация расхода ресурсов – это в первую очередь о снижении затрат на такие ресурсы как вода, удобрение, пестициды и т.д. Анализ и точные

данные о расходах подобных ресурсов помогут скорректировать область, частоту и количество их использования в различных частях полей.

4. Экономическая выгода. Автоматизация многих процессов, роботизация, оптимизация ручного труда и повышение урожайности помогают агропромышленности становиться все более экономически выгодной и актуальной.

5. Полный контроль за всеми стадиями производства: сведения о состоянии почвы, микроклимата, вредителях и сорняках, благодаря которому можно оперативно принимать решения по исправлению возникших проблем.

Таким образом, цифровые технологии в агроинженерии имеют множество преимуществ, но также и много путей дальнейшего развития. Например, более широкое и повсеместное применение «умных ферм». Их основой становится IoT и большие данные, позволяющие объединить в себе сбор данных, автоматизацию процессов, мониторинг. Стоит отметить перспективы углубленной аналитики и использования искусственного интеллекта. Именно благодаря им и появилась возможность создания «умных ферм» - техника обучается определению и оцениванию состояний растений, прогнозированию урожая и отслеживанию климатических изменений для предупреждения чрезвычайных ситуаций на полях. Также с помощью ИИ у фермеров появляется возможность контролировать в онлайн-режиме производственные процессы и заблаговременно решать проблемы. Одной из главных перспектив развития можно отметить обмен технологиями и практиками земледводства между сельхоз компаниями РФ и других стран, а также открытие новых рынков и международное сотрудничество.

По последним данным цифровизация в агропромышленности становится не только новым трендом в России, но и необходимостью. Использование инновационных технологий позволяет ускорить и автоматизировать процесс производства, уменьшить риски для человека и повысить эффективность и экономическую выгоду агропромышленности. Увеличение количества «умных ферм», более обширное внедрение ИИ в агроинженерию помогут сделать эту отрасль промышленности конкурентоспособной и адаптивной. Исследования Научно-исследовательского института цифровых технологий в сельском хозяйстве подтверждают высокую значимость цифровизации в агроинженерии и считают ее путем к более эффективному будущему сельского хозяйства.

### **Библиографический список**

1. Евромобиль. IoT в сельском хозяйстве: точное земледелие, умные теплицы и другие инновационные решения. // URL: <https://www.euromobile.ru/m2m-resheniya/iot-v-selskom-khozyaystve-tochnoe-zemledelie-umnye-teplitsy-i-drugie-innovatsionnye-resheniya/> (дата обращения: 27.10.2024).

2. Косников С. Н., Чаленко А. С., Меликов Э. Р. Преимущества и проблемы цифровизации сельского хозяйства. // Естественно-гуманитарные исследования. 2022 №42 (4). С. 137-140.

3. Мария К. ТОП-10 технологий в сельском хозяйстве в России. // URL: <https://sfera.fm/articles/oborudovanie/top-10-tekhnologii-v-selskom-khozyaistve-v-rossii> (дата обращения: 27.10.2024).
4. РСХБ. Цифровая трансформация сельского хозяйства: новые технологии и тренды. // URL: <https://habr.com/ru/companies/rshb/articles/713180/> (дата обращения: 26.10.2024).

УДК: 634.171:621.865.8:637.116

## **ЦИФРОВАЯ ПАСТЕРИЗАЦИОННО-ОХЛАДИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА ОТ ОТДЕЛЬНЫХ КОРОВ**

**Фомкина Софья Игоревна**, студентка 3 курса бакалавриата Технологического института, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева.

**Научный руководитель - Иванов Юрий Григорьевич**, д.т.н., профессор, профессор кафедры механизации сельского хозяйства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева.

**Аннотация.** Предложена пастеризационно-охладительная установка, обеспечивающая получение контролируемого молока от отдельных коров с индивидуальным составом для персонализированного питания, которое востребовано спортсменами и людьми, заботящимися о своем здоровье. В качестве доильной установки рассматриваются роботы, предназначенные для индивидуального доения коров. Они обеспечивают: блокировку прохода на доильный робот коров больных маститом; отделение некачественного молока в специальную емкость; контроль содержания жира, белка, лактозы (молочного сахара), регистрацию индивидуального номера, клички, дня доения, возраста коровы. Предложена технологическая схема, включающая роботизированную установку для доения отдельных коров, пастеризационно-охладительную установку на термоэлектрических модулях, упаковочный автомат, где производится розлив и упаковка молока в бутылки с указанием на этикетке содержания жира, белка и лактозы, а также данных по животному. Показаны перспективы реализации, дана оценка экономической эффективности разработки.

**Ключевые слова:** контролируемое молоко, роботизированное доение, персонализированное питание, индивидуальное молоко от коров, пастеризационно-охладительная установка.

## **DIGITAL PASTEURIZATION AND COOLING UNIT FOR MILK PRODUCTION FROM INDIVIDUAL COWS**

**Fomkina Sofya Igorevna**, 3rd year undergraduate student of the Institute of Technology, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy

**Scientific Supervisor - Ivanov Yuri Grigorievich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Agricultural Mechanization, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy

**Annotation.** A pasteurization and cooling unit is proposed to provide controlled milk from individual cows with individual composition for personalized

*nutrition, which is in demand by athletes and health-conscious people. Robots designed for personalized milking of cows are considered as a milking machine. They provide: blocking the passage to the milking robot of cows with mastitis; separation of low-quality milk into a special container; control of the content of fat, protein, lactose (milk sugar), registration of individual number, nickname, milking day, age of the cow. The technological scheme including a robotized installation for milking individual cows, pasteurization-cooling installation on thermoelectric modules, packing automatic machine where milk is filled and packed into bottles with the indication of fat, protein and lactose content on the label, as well as data on the animal is offered. The prospects of realization are shown, the economic efficiency of the development is estimate.*

**Key words:** *controlled milk, robotic milking, personalized nutrition, individual milk from cows, pasteurization and cooling unit.*

Анализ потребительского спроса указывает на наличие категории покупателей, желающих приобретать натуральное персонализированное молоко от отдельных коров в соответствии с собственными предпочтениями по содержанию жира, белка, молочного сахара (лактозы), в котором сохраняются первоначальный состав и ценнейшие свойства, присущие отдельной корове [1,2].

Натуральное молоко от отдельной коровы является необезжиренным молоком без каких-либо добавок. Оно обладает высокой питательной ценностью и хорошей усвояемостью.

Уникальность нового продукта заключается в различии состава молока от каждой отдельной коровы. Это дает людям, которые следят за здоровьем и питанием, возможность более точно подходить к выбору своего рациона.

Так же персонализированное молоко направлено на профилактику хронических заболеваний, улучшение и налаживание пищеварения и ускорение обмена веществ. Большую роль молоко играет в жизни спортсменов, так как его главный компонент, белок, особенно важен в период физических нагрузок, для формирования мышечной массы [1,2].

Молоко можно пить не только в чистом виде, но и использовать его для различных напитков. Так, например, в кофейнях очень ответственно подходят к выбору молока для добавления в кофе, в частности, для капучино рекомендуется жирность более 3%, а для латте, менее 2,5% [3].

Основная проблема, сдерживающая производство натурального молока с индивидуальным составом, является отсутствие разработанной технологии и оборудования, обеспечивающих доение отдельной коровы с одновременным контролем показателей качества молока, его охлаждением и упаковкой в процессе доения.

Предлагаемое решение базируется на применение доильного робота благодаря его преимуществам: робот доит коров без участия человека, не ошибается, не устает и надежно выполняет все операции; выдаивает коров по отдельности; молоко при этом не смешивается с молоком других коров;

автоматически контролирует такие показатели качества молока по каждой доле вымени, как количество молока, цвет молока (коровье молоко), удельная электропроводность молока (мастит), температура молока (наличие внутренних воспалений), количество соматических клеток в молоке от каждой четверти вымени, содержание белка, жира и лактозы в молоке (лактоза понижает сахар у диабетиков). При этом отклоняющееся от нормы молоко автоматически отводится в отдельные емкости в первые же секунды доения.

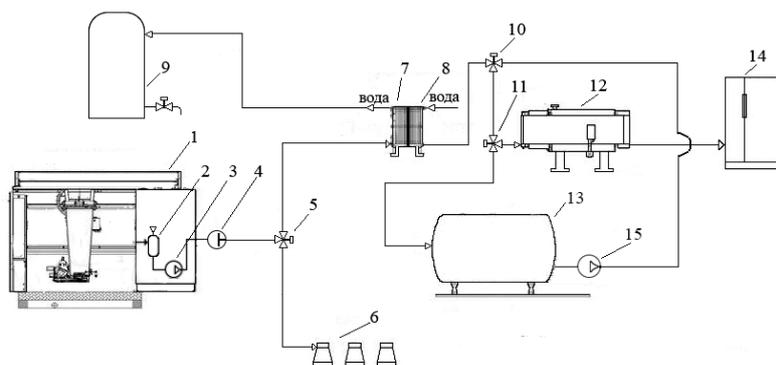
Разработанная пастеризационно-охладительная установка (ПОУ) основана на применении термоэлементов Пельтье, преимуществами которых являются: высокое быстродействие, возможность точного регулирования заданной температуры, отсутствие подвижных деталей, бесшумность и малые габариты. Они обладают двойным действием – нагревом на горячем и охлаждением на холодном спаях, обеспечивая ускоренную пастеризацию и охлаждение молока. Их можно собирать в батареи и достигать больших диапазонов температур.

В ходе экспериментальных исследований установлены закономерности нагрева и охлаждения молока на установках с термоэлектрическими модулями, которые происходят во время доения коровы. Разработаны теоретические положения по обоснованию параметров установки с учетом охлаждения молока в процессе доения. Разработана, изготовлена и прошла экспериментальную проверку лабораторная установка на термоэлектрических модулях с одновременным получением тепловой энергии для технологических нужд. Расчетная мощность производственной установки составляет 5,5 кВт [4,5].

Технологическая схема роботизированной установки для доения отдельных коров, термообработки, розлива и упаковки молока в индивидуальные пакеты с указанием содержания жира, белка и лактозы, а также данных по животному представлена на рисунке 1.

Разработанные технологию и установку предлагается поставлять на роботизированные фермы опционально с целью расширения номенклатуры производимой продукции. Молоко от отдельных коров будет реализовываться по более высокой цене в собственных магазинах, с фирменной упаковкой с указанием клички коровы, ее фото, содержания жира, белка, лактозы (сахара). При этом молоко не отправляется на молокозавод, обеспечивая при этом снижение ее стоимости и увеличение прибыли фермеру.

Нагреваемая по теплоотводящей (горячей) стороне термомодульного охладителя вода накапливается в термосе для технологических нужд: подогрева воды для поения коров и промывки оборудования, а также гигиены персонала фермы.



**Рисунок 1 – Технологическая схема установки:** 1 - робот; 2 - молокосорная колба; 3 - насос-дозатор; 4 - фильтр; 5,10,11 - кран трехходовой; 6 - бидоны; 7 - ПОУ; 8- линия подачи воды; 9 - термос резервуар; 12 – автомат для разлива, упаковки и маркировки; 13 – танк-охладитель молока, 14 - холодильник, 15 - насос.

Планируемые дополнительные затраты на приобретение оборудования, его техническое обслуживание, приобретение бутылок и этикеток, энергозатраты, рекламу, аренду 2-х торговых точек, зарплату персонала составляют 17,0 млн. руб. в год. Базовая стоимость доильного робота с танком охладителем молока и затратами на их обслуживание составляет 17,0 млн.руб. При этом сумма всех затрат составляет 34,0 млн.руб. Добавленная цена от базовой закупочной цены молока, составляющей 40,0 руб./литр планируется в размере 60,0 руб./литр, при цене реализации 1л молока в собственном магазине составит 100,0 руб./литр. При этом годовой доход составит 65,0 млн.руб., дополнительная прибыль – 31,0 млн.руб., а срок окупаемости – 6,5 месяцев.

### **Библиографический список**

1. Юрк Н.А., Динер Ю.А. К вопросу обеспечения производственной безопасности инновационных продуктов персонализированного питания // Перспективы развития отрасли и предприятий АПК: отечественный и международный опыт: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2020. С. 490-494.
2. Шваб Е.Э., Сафралиев Ш.Н., Дубняк Я.В. Значение персонализированного питания в жизни современного человека // В сб.: Инновации и технологии в биомедицине. Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2020. С. 9-12.
3. Официальный сайт компании Coffee Project [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.coffeeproject.ru/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 25.10.2024).
4. Иванов Ю.Г., Машошина Е.В., Верликова Л.Н. Структура технических средств линии получения молока коров с индивидуальным составом // Техника и технологии в животноводстве. 2020. № 4 (40). С. 39-43.
5. Иванов Ю.Г., Габдуллин Г.Г., Атаманкина Л.Н. Обоснование структурной схемы получения высококачественного молока с индивидуальными особенностями коров на роботизированных фермах //

Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 561-570.

УДК 656.057.87

## **АКТИВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ЧЕРЕЗ СВЕТОДИОДНЫЕ МАТРИЧНЫЕ ФАРЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

**Чернова Ирина Александровна**, студентка 1 курса магистратуры института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, *iriska715@gmail.com*

**Ванчуров Сергей Игоревич**, студент 1 курса магистратуры института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, *svan0000@mail.ru*

**Научный руководитель - Апатенко Алексей Сергеевич**, к.т.н., доцент кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, *a.apatenko@rgau-msha.ru*

**Аннотация.** В статье представлена характеристика головного света, эффективность работы технологических машин за счёт более точного и равномерного освещения рабочей зоны, использование различных режимов освещения для оптимальной адаптации к различным условиям работы.

**Ключевые слова:** фара, освещение, высокоэффективность, конструкция, спецтехника.

## **ACTIVE LIGHTING VIA LED MATRIX HEADLIGHTS FOR TECHNOLOGICAL MACHINES**

**Chernova Irina Aleksandrovna**, 1st year master's student of the Institute of Mechanics and Power Engineering V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, *iriska715@gmail.com*

**Vanchurov Sergey Igorevich**, 1st year master's student of the Institute of Mechanics and Power Engineering V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, *svan0000@mail.ru*

**Scientific Supervisor - Apatenko Alexey Sergeevich**, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, *a.apatenko@rgau-msha.ru*

**Annotation.** The article presents the characteristic of head light, the efficiency of technological machines due to more accurate and uniform illumination of the working area, the use of different lighting modes for optimal adaptation to different working conditions.

**Key words:** headlight, lighting, high efficiency, design, special equipment.

Постепенный переход на светодиодные источники света в автомобилях уже несомненная тенденция. Лампы накаливания в ближайшем будущем останутся уделом устаревших конструкций. А сейчас высокоэффективные и долговечные фары постепенно отвоевывают позиции у традиционных. В маломощных осветительных приборах светодиоды уже вытеснили конкурентов, а вот в области головного света сражение еще идет.

Качественный головной свет автомобиля должен быть не только ярким, но и освещать исключительно необходимые зоны. Кроме того, не слепить встречных водителей, выделять важные объекты и при этом учитывать особенности человеческого глаза в отношении контрастности освещения и светотеневой границы.

Адаптивное головное освещение на базе единого источника света во многом решает эти сложности, но настоящий прорыв возможен только при использовании матричного освещения, когда за каждую зону отвечает отдельный источник света с регулируемой яркостью, а управляется система интеллектуальным модулем, способным распознавать объекты перед машиной и регулировать освещенность различных зон по ситуации.



Рисунок 1 - Дальность освещения

Выполнено сравнение типовой системы освещения с матричной. По типу источника света обеспечивают более яркое и долговечное освещение. По качеству освещения избегают ослепления других водителей и обеспечивает оптимальное освещение дороги. По энергоэффективности способствует снижению потребления энергии и расхода топлива. По функциональности повышает безопасность вождения.

Конструкцию основной оптической системы фары можно увидеть на рисунке 1, но помимо нее в конструкцию входят также модуль указателя поворота (разумеется, со светодиодами), модуль охлаждения, причем со сменным вентилятором, и внутренняя проводка.



Рисунок 2 - Конструкция светодиодной оптики

Конструкция модуля охлаждения для светодиодной оптики крайне важна, так как от него зависит долговечность самих светодиодов и он включает в себя индивидуальные воздуховоды для каждой диодной сборки и множество датчиков. Вместо линз в этом поколении оптики используются зеркальные отражатели, имеющие повышенную стойкость к перегреву. Снаружи корпус закрыт общим герметичным колпаком.

Преимущества светодиодных фар для спецтехники

Производительность спецтехники зависит от видимости в рабочем пространстве. Поэтому такие машины стоит оборудовать надежной штатной оптикой и комплектом дополнительного света, даже если на площадке установлено стационарное освещение. Часто работы приходится выполнять в сложных погодных условиях, на бездорожье и в темное время суток. Освещение низкого качества и невозможность работать в разных условиях ведет к простоям и убыткам.



Рисунок 3 - Расположение фар на спецтехнике

Особенности использования автосвета в спец машинах:

- Оптика должна обеспечивать яркую световую заливку для рабочего пространства и равномерно освещать нужный участок.
- Фары не должны нагреваться и создавать дополнительную нагрузку на проводку.
- Корпус прибора устойчив к воздействиям экстремальных температур, осадкам и перепадам давления.
- Светотехника – противоударной, крепление – надежным.

- Непрерывная бесперебойная эксплуатация в условиях сильной вибрации и механических воздействий.

Какие фары нужны для спецтехники?

Машины со специализированными функциями применяются в разных сферах и выполняют узкоспециализированные задачи, больше сотни разновидностей по функционалу и типу механизмов и конструкций.

Спецтехника для строительства

В этой категории самое большое количество разновидностей машин. Экскаваторы, бульдозеры, краны и др. На разных этапах строительства применяют специальные типы техники для разработки участка – бульдозеры и экскаваторы, для перевозки стройматериалов и отходов – грузовики и самосвалы, для подготовки строительных смесей – бетономешалки и др. Как правило, на таких площадках оборудован стационарный свет, но его недостаточно, особенно когда речь идет о рытье котлованов или выполнении работ на высоте. В такой ситуации установка дополнительного рабочего света для спецтехники экономически целесообразнее.

Машины для выполнения сельскохозяйственных работ

В сельском хозяйстве важна сезонность и график работ, промедление из-за погодных условий или плохой видимости может свести на нет выращивание и сбор урожая. Поэтому трактора, комбайны, зернодробилки и сеялки функционируют сутками. Работы выполняют ранним утром и поздним вечером, сельхозпроизводители знают, что яркий автосвет увеличивает производительность на треть. Чем больше элементов освещения, тем лучше.

Автоспецтехника

Эта категория объединяет специальные машины на стандартных автомобильных и грузовых платформах. Особенность бетономешалок, автоцистерн и самосвалов: помимо выполнения узкоспециальных задач эта техника часто перемещается по дорогам общего пользования и бездорожью. Такие автомобили должны быть оснащены качественной штатной оптикой и дополнительным LED светом на спецтехнику.



Рисунок 4 – LED свет

Светодиоды, пожалуй, лучшее решение для фар ближнего, дальнего света и организации рабочего света специализированных машин. Благодаря эксплуатационным характеристикам они подходят большинству типов техники, обеспечивают бесперебойную работу в любых условиях.

### **Библиографический список**

1. Пузаков А.В. Исследование работы автомобильных фар и источников света: методическое указание.-2018г.
2. Волков В.С. Электроника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: учебник для студ. высш. проф. образования.-2013г.
3. Ашанин В.Н. Система освещения автомобиля: учебное пособие.-2015г.

УДК 658.562.6

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ ШАТУНОВ ДВИГАТЕЛЯ ЯМЗ 238

*Черномурова Екатерина Андреевна, студентка 2 курса магистратуры института механики и энергетики им. В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, [chernomurova\\_ek@mail.ru](mailto:chernomurova_ek@mail.ru)*

*Научный руководитель - Вергазова Юлия Геннадьевна, к.т.н., доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, [vergazova@rgau-msha.ru](mailto:vergazova@rgau-msha.ru)*

*Аннотация.* Показана роль метрологического обеспечения входного контроля шатунов двигателя. На основе расчетов параметров разбраковки для контроля отверстия нижней головки шатуна рекомендовано использовать высокоточный цифровой нутромер с погрешностью измерений 3,5 мкм

*Ключевые слова:* ремонт двигателя, коленчатый вал, средства измерения, погрешность измерений, брак при контроле.

## METROLOGICAL SUPPORT FOR THE INPUT CONTROL OF THE CONNECTING RODS OF THE YAMZ 238 ENGINE

*Ekaterina A. Chernomurova, 2nd year graduate student of the V.P. Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [chernomurova\\_ek@mail.ru](mailto:chernomurova_ek@mail.ru)*

*Scientific Supervisor - Vergazova Yulia Gennadievna, Ph.D., Associate Professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [vergazova@rgau-msha.ru](mailto:vergazova@rgau-msha.ru)*

*Annotation.* The role of metrological support of the input control of the connecting rods of the engine is shown. Based on calculations of the disassembly parameters, it is recommended to use a high-precision digital nutrometer with a measurement error of 3.5 microns to control the opening of the lower connecting rod head

*Key words:* engine repair, crankshaft, measuring instruments, measurement error, defective inspection.

В последнее время ремонт машин стал оцениваться различными методами оценки качества [1], коснулось это и метрологического обеспечения ремонтного производства. Самым сложным в области ремонта агрегатом является двигатель внутреннего сгорания, причем немаловажную роль в работе

двигателей выполняют шатуны, в которых должны быть обеспечены посадки с зазором [2,3] и с натягом [4,5]. Повышение точности посадок верхней головки шатуна на поршневой палец и нижней головки шатуна на шатунную шейку коленчатого вала деталей требует использования более точных средств измерений и контроля [6,7].

Цель метрологического обеспечения входного контроля шатунов двигателя – это гарантия соответствия качества поставляемых шатунов установленным требованиям, что обеспечивает надежную и безопасную работу двигателя. Использование качественных шатунов обеспечит повышение качества сборки двигателя, предотвратит преждевременный износ деталей и снизит риск поломок двигателя при эксплуатации.

Выбор оптимальных средств измерений для входного контроля шатунов двигателя обеспечит:

Снижение рисков - некачественные шатуны могут привести к серьезным последствиям при эксплуатации двигателя, в том числе к аварийной ситуации.

Экономическую выгоду - предотвращение брака на ранних стадиях производства приводит к сокращению потерь и затрат.

Повышение доверия к производителю - обеспечение качества отдельных деталей приводит к повышению качества всего агрегата, что положительно скажется на репутации предприятия.

Задача метрологического обеспечения входного контроля шатунов: убедиться, что шатун имеет правильную форму и размеры, соответствующие требованиям чертежей и технических условий, не имеет дефектов и все контролируемые параметры отвечают установленным требованиям.

Методы контроля:

1. Измерение геометрических параметров: микрометр, штангенциркуль, лазерный измеритель.

2. Проверка качества материала и поверхности: соответствие материала шатуна требованиям по составу, твердости и прочности. Оценка шероховатости и чистоты поверхности шатуна, для обеспечения правильного сопряжения с другими деталями двигателя.

3. Проверка наличия дефектов: обнаружение дефектов в структуре материала или поверхности шатуна, для обеспечения его прочности и надежности.

4. Оценка соответствия требованиям документации: Убедиться, что шатун соответствует всем требованиям, зафиксированным в чертежах, технических условиях, стандартах.

Методы и инструменты контроля должны быть выбраны в зависимости от требований к шатунам, особенностей технологического процесса производства и специфики доступного оборудования.

Все этапы входного контроля должны быть задокументированы для прослеживаемости и анализа качества.

Проводить входной контроль должны квалифицированные специалисты, прошедшие обучение по метрологии и обладающие необходимыми навыками.

Методы метрологического обеспечения:

Визуальный контроль: осмотр на наличие дефектов.

Измерения: использование измерительных инструментов для проверки геометрических параметров.

Дефектоскопия: методы выявления внутренних дефектов (например, ультразвуковая дефектоскопия).

Механические испытания: проверка прочности, износостойкости.

Химический анализ: определение химического состава материала.

При определении контролируемых параметров шатунов при ремонте, устанавливают номинальные и предельно допустимые размеры, показатели состава и твердости, виды дефектов и средства контроля (таблица 1).

Выбор оптимального по точности средства измерения проведем на примере контроля нижнего отверстия шатуна  $\varnothing 93$  мм

Таблица 1

**Контролируемые параметры шатунов при ремонте**

			Наименование детали		Обозначение	
			Шатун в сборе		236-1004045-Б3	
			Материал		Твердость	
			1. 236-1004050-В2 2. 236-1004055-Г2 3. 236-1004063-Б3 4. 236-1004062-Б3 5. 840.1006026-10 сталебронзовая лента		241...277 НВ 36...41 НRC  Бронза не менее 72 HRB	
Номер дефекта	Возможный дефект	Способ установления дефекта и средства контроля	Размер или параметр			Заключение
			Номинальный	Предельно допустимый		
				Без ремонта	Для ремонта	
1	Трещины или обломы на шатуне или крышке	Осмотр. Дефектоскоп	-	-	-	Браковать
2	Трещины или обломы болта шатун	Осмотр. Дефектоскоп	-	-	-	Заменить болт
3	Износ отверстия втулки под поршневой палец	Нутромер 50-100	$50_{+0,031}^{+0,040}$	-	-	Заменить втулку
4	Задирь или износ отверстия под вкладышем	Осмотр. Нутромер 50-100. Болты должны быть затянуты С Мкр.	$\varnothing 93_{-0,006}^{-0,026}$	-	-	Браковать

		206±10Н при этом угол доворота должен быть 25..50°				
--	--	--	--	--	--	--

Для контроля нижнего отверстия шатуна  $\varnothing 93$  мм в настоящее время применяется нутромер НИ 100 с погрешностью измерений  $\Delta lim_{(1)} = 8$  мкм. Предлагается заменить его на нутромер цифровой НИЦ 100 с погрешностью измерений  $\Delta lim_{(2)} = 3,5$  мкм.

Определим относительную погрешность измерения [8]:

$$A_{мет}(\sigma) = (\sigma_{мет} / T) \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где  $\sigma_{мет}$  – среднеквадратическое отклонение погрешности измерения,  $\sigma_{мет} = \Delta lim / 2$ ;  $T$  – допуск контролируемого параметра.

Определим среднеквадратическое отклонение погрешности измерения [8]:

$$\sigma_{мет(1)} = \Delta lim_{(1)} / 2 = 8 / 2 = 4 \text{ мкм};$$

$$\sigma_{мет(2)} = \Delta lim_{(2)} / 2 = 3,5 / 2 = 1,75 \text{ мкм}.$$

В результате получим

$$A_{мет(1)}(\sigma) = (\sigma_{мет(1)} / T) \cdot 100 \% = (4 / 33) \cdot 100 \% = 12,1 \%;$$

$$A_{мет(2)}(\sigma) = (\sigma_{мет(2)} / T) \cdot 100 \% = (1,75 / 33) \cdot 100 \% = 5,3 \%.$$

Определим отношение допуска к среднеквадратическому отклонению [8]:

$$T / \sigma_{тех} = 33 / 9,17 = 3,6.$$

Определим параметры разбраковки:

$m$  – количество неправильно принятых изделий в процентах от количества принятых,  $m_{1(1)} = 1,8 \%$ ,  $m_{1(2)} = 0,7 \%$ ;

$n$  – количество неправильно забракованных изделий в процентах от количества годных,  $n_{1(1)} = 4,7 \%$ ,  $n_{1(2)} = 1,5 \%$ ;

Определим  $m$  и  $n$  – количество неправильно принятых и забракованных изделий в процентах от общего числа измеренных:

$$m = m_1 \cdot P_{\Gamma}, \quad (2)$$

$$m_{(1)} = m_{1(1)} \cdot P_{\Gamma} = 1,8 \cdot 0,9282 = 1,67 \%;$$

$$m_{(2)} = m_{1(2)} \cdot P_{\Gamma} = 0,7 \cdot 0,9282 = 0,65 \%;$$

$$n = n_1 \cdot P_{\Gamma};$$

$$n_{(1)} = n_{1(1)} \cdot P_{\Gamma} = 4,7 \cdot 0,9282 = 4,36 \%;$$

$$n_{(2)} = n_{1(2)} \cdot P_{\Gamma} = 1,5 \cdot 0,9282 = 1,39 \%.$$

Экономия от сокращения неправильно забракованных деталей при более точных измерениях определим по формуле [9]:

$$\mathcal{E}_n = N \cdot C_{д} \cdot (n_{(1)} - n_{(2)}) \cdot 0,01, \quad (3)$$

где  $N$  – число измеренных деталей ( $N = B$  при сплошном контроле).

Итоговый результат:

$$\mathcal{E}_n = 3000 \cdot 260 \cdot (4,36 - 1,39) \cdot 0,01 = 23166 \text{ р}.$$

Экономия от уменьшения количества неправильно принятых деталей при более точных измерениях определим по формуле [9]:

$$\Delta_m = B \cdot Z_y \cdot (m_{(1)} - m_{(2)}) \cdot 0,01.$$

Итоговый результат:

$$\Delta_m = 3000 \cdot 2400 \cdot (1,67 - 0,65) \cdot 0,01 = 73440 \text{ р.}$$

**Вывод.** Для контроля нижнего отверстия шатуна  $\varnothing 93$  мм рекомендовано применение более точного средства измерения – цифрового нутромера НИЦ 100, применение более точного средства измерений позволит получить значительную экономию от снижения количества неправильно принятых и неправильно забракованных шатунов, причем наибольшее влияние на величину эффекта окажет снижение средних потерь при уменьшении погрешности измерений.

### Библиографический список

1. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Вестник машиностроения. 2023. Т. 102, № 8. С. 701-704.
2. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова [и др.] // Трение и износ. 2023. Т. 44, № 3. С. 261-269.
3. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Вергазова Ю. Г. Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки // Трение и износ. 2024. Т. 45, № 4. С. 327-334.
4. Обоснование посадок соединений со шпонками / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова, Д. У. Хасьянова // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2022. № 6. С. 65-71.
5. Расчет посадок соединений упругих втулочно-пальцевых муфт с валами / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Вестник машиностроения. 2023. Т. 102, № 2. С. 96-101.
6. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж. Нормирование погрешности косвенных измерений при приёмо-сдаточных испытаниях двигателей // Измерительная техника. 2022. № 8. С. 23-27.
7. Методика оценки брака: процесс контроля коренных шеек коленчатых валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Агроинженерия. 2023. Т. 25, № 6. С. 39-45.
8. Инструментальный контроль дефектов коренных опор блока цилиндров / О. А. Леонов, В. К. Зимогорский, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Агроинженерия. 2024. Т. 26, № 2. С. 65-70.
9. Оценка и анализ внутренних потерь при производстве продукции на машиностроительных предприятиях / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Вестник машиностроения. 2023. Т. 102, № 5. С. 421-426.

УДК 631.3

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НИВЕЛИРОВАНИЯ НА ЭКСКАВАТОРЕ JCB JS 330 ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ РАБОТ**

*Шинкаренко Арсений Сергеевич, студент 1 курса магистратуры института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, BonzerArseniy@mail.ru*

*Научный руководитель - Апатенко Алексей Сергеевич, к.т.н., доцент кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, a.apatenko@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* В статье рассматриваются передовые разработки в области систем автоматического нивелирования для строительной техники. Выявлены основные преимущества различных типов систем. Опытным путём обоснована необходимость установки автоматических систем нивелирования на одноковшовый экскаватор JCB JS 330.

*Ключевые слова:* автоматические системы нивелирования, экскаватор, гидросистема, автоматизация техники, гнсс, система навигации, позиционирование.

## **EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF AUTOMATIC LEVELING SYSTEMS ON THE JCB JS 330 EXCAVATOR DURING EARTHMOVING OPERATIONS**

*Shinkarenko Arseniy Sergeevich 1<sup>st</sup> year master's degree student of the Institute of Mechanics and Power Engineering V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow*

*Scientific Supervisor - Apatenko Alexey Sergeevich, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, a.apatenko@rgau-msha.ru*

*Annotation:* The article discusses advanced developments in the field of automatic leveling systems for construction equipment. The main advantages of different types of systems are revealed. The need to install automatic leveling systems on a single-bucket excavator JCB JS 330 is experimentally justified.

*Key words:* automatic leveling systems, excavator, hydraulic system, automation of technology, gnss, positioning.

Увеличение потребности в производительных строительных машинах,

возникает во всех отраслях проведения землеройных работ: гражданском строительстве, дорожном строительстве, на горнодобывающих площадках, а также в газовой и нефтяной отраслях – перспективные отрасли, влияющие на развитие экономики нашей страны. Существует два типа управления экскаватором: рычажная (традиционная) и серво системы. Рычажная система управления напрямую связана с рабочим оборудованием экскаватора через гидравлическую систему (Рисунок 1).

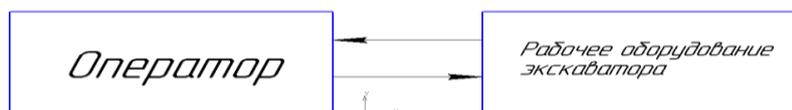


Рисунок 1 – Принципиальная схема рычажного типа управления

Рычажный тип управления является наиболее информативным, ведь оператор получает «обратную связь» от рабочего оборудования, через гидравлическую систему. При возникновении препятствия, и увеличении усилия копания, на золотник воздействует обратное давление, которое передается на рычаги управления. Тем самым, традиционная система управления увеличивает точность копания. Сервоуправление не даёт такой информативности. Из-за конструктивной особенности, прямая связь «оператор - рабочий орган» - нет. Взаимодействие происходит между рабочим оборудованием и элементами сервоуправления (Рисунок 2).

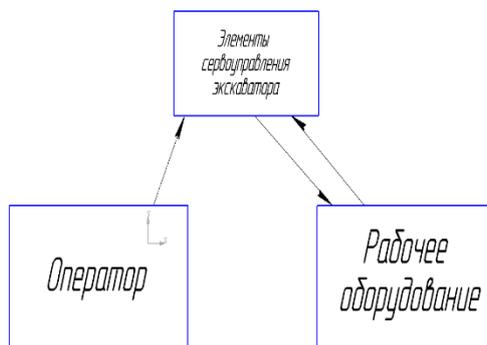


Рисунок 2 – Принципиальная схема сервоуправления

Несомненно, оснащение строительных землеройных машин сервоуправлением облегчает управление экскаватором и ускоряет работу, а следовательно, повышает КПД работы, что немаловажно для операторов, не имеющих большого опыта работы. В истории авиастроения, есть интересный факт: после изобретения самолетов нового поколения, и перехода от системы тяг и рычагов в управлении самолетом к управлению джойстиком, пилоты долгое время привыкали и учились. Основная проблема – «пустые джойстики», как говорили сами пилоты. От механизации крыла самолета (закрылки, предкрылки, интерцепторы и т.д.) не было обратного воздействия, поэтому при выполнении фигур высшего пилотажа, пилоты терялись, не ощущая машину.

Применение сервоуправления в современных экскаваторах, очевидно, большой шаг вперед в развитии машиностроения. Но данный тип управления экскаватором не подходит для выполнения высокоточных работ или работ

вблизи подземных коммуникаций. Ведь из опыта проведения работ, не всегда в наличии имеется проектная документация, с указанной глубиной прокладки труб и электрических кабелей. В таких случаях опасные объекты под землей приходится искать «на ощупь» машинисту экскаватора, либо вспомогательным рабочим при помощи ручного инструмента. В таких ситуациях, экскаваторы с сервоуправлением бессильны.

Один из способов повышения производительности строительных машин – конструктивное или техническое улучшение прототипа [2].

В статье будут рассмотрены три основных решения АСН для экскаваторов.

1. АСН 2D система контроля. Система включает в свой состав: панель управления в кабине оператора; четыре угловых датчика, измеряющих величину углов между ковшем, рукоятью, стрелой и кабиной экскаватора; лазерный приемник (подключение через CAN-порт); Коммуникационный узел (связь по CAN-шине). При использовании 2D индикаторной системы, параметры текущей разработки грунта можно задать в панели управления, что позволяет не держать постоянно в поле зрения опорную точку. Точность выполнения работ зависит от квалификации машиниста экскаватора.

2. АСН спутниковая система контроля. В состав системы входит: четыре угловых датчика, с диапазоном измерений 360 градусов; GNSS антенна и приёмник, для ориентации и позиционирования машины на строительном участке; панель управления в кабине оператора. Расстояние от зубьев ковша до уровня, заданного проектом, отображается на панели управления. Возможно отображение детальной информации: профиль разработки, план участка по проекту, поперечные сечения. Использование спутниковых систем контроля, позволяет исключить присутствие человека у траншеи, который отслеживает качество формируемой поверхности, уровень квалификации оператора экскаватора косвенно влияет на точность выполнения работ.

3. АСН AUTO спутниковая система нивелирования. Система состоит из: панели управления; спутниковой антенны; двух инерциальных датчиков; контроллера, джойстики управления, электромагнитного клапана (устанавливается между распределителем и гидроцилиндром рабочего оборудования и рукояти) [4]. Данная АСН поддерживает несколько режимов работы:

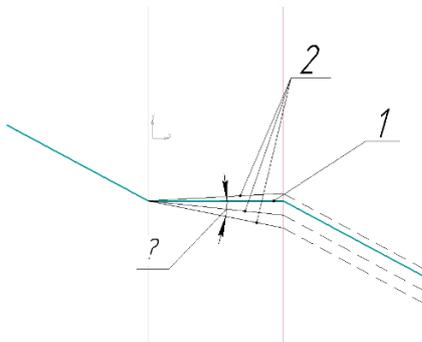
1) Режим удержания. Автоматическое удержание рабочего оборудования в определенном диапазоне копания. Автоматика системы не позволяет копать глубже заданного проектного значения.

2) Режим ковша. Удержание ковша под неизменным углом атаки, при рабочем ходе стрелы и рукояти экскаватора. Оператор управляет только стрелой, а автоматика поддерживает заданный угол.

АСН AUTO является наиболее универсальной и передовой. При использовании АСН AUTO, качество выполняемых работ не зависит от человеческого фактора [5].

С целью сравнения АСН разных типов, на опытном полигоне своими силами было спланировано и проведено исследование качества возведения

насыпи экскаватором JCB JS 205 модернизированного АСН опытным путём. Для более полной картины проводимых опытов, также использовался экскаватор JCB JS 205 без АСН. Исследование заключалось в измерении угла отклонения (в процентах) разрабатываемой насыпи от проектного заданного угла на 1 квадратный метр (Рисунок 3). Эксперимент включает четыре варианта технического оснащения машины АСН: экскаватор без АСН; АСН 2D система контроля; АСН спутниковая система контроля; АСН AUTO спутниковая система нивелирования.

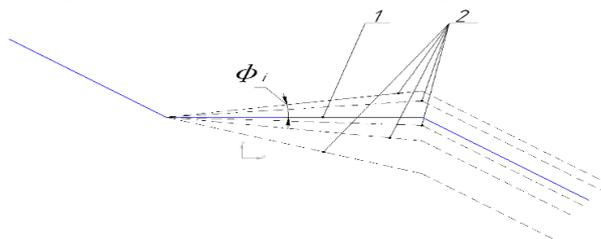


**Рисунок 3 - Моделирование процесса разработки профиля насыпи:**

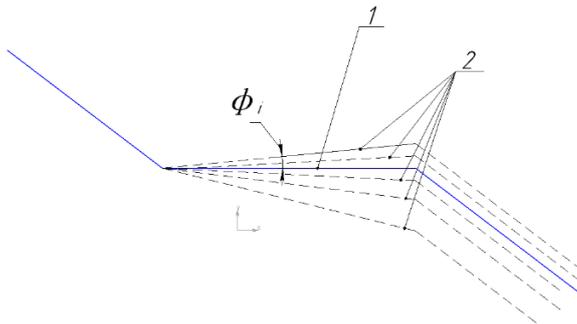
1- заданный проектный профиль насыпи; 2- профиль насыпи без применения АСН и применения АСН различных типов.

Измерение угла отклонения от проектных значений, производилось нивелиром геодезическим. Проектной заданной плоскостью является «горизонт» 90 градусов относительно вертикали. Для больших вариаций выборки осуществлялось пять опытных измерений по пяти попыткам планировки насыпи. На протяжении всего эксперимента машиной управлял один машинист, поэтому опыт оператора как фактор, влияющий на объективность полученных данных – не рассматривается.

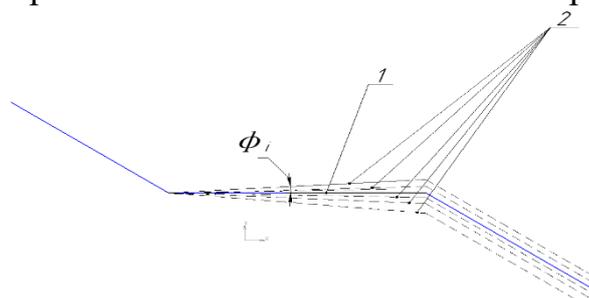
Для каждого варианта эксперимента проводится построение рабочих эскизов (Рисунок 4, Рисунок 5, Рисунок 6; Рисунок 7)



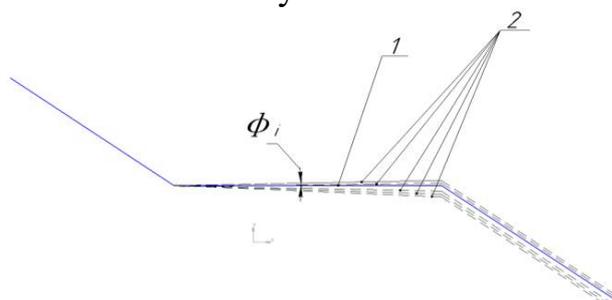
**Рисунок 4 - Моделирование процесса разработки профиля насыпи (эксперимент 1):** 1- заданный проектный профиль насыпи; 2- профиль насыпи без применения АСН.



**Рисунок 5 - Моделирование процесса разработки профиля насыпи (эксперимент 2):** 1- заданный проектный профиль насыпи; 2- профиль насыпи при применении АСН 2D система контроля.



**Рисунок 6 - Моделирование процесса разработки профиля насыпи (эксперимент 3):** 1- заданный проектный профиль насыпи; 2- профиль насыпи при применении АСН спутниковая система контроля.



**Рисунок 7 - Моделирование процесса разработки профиля насыпи (эксперимент 4):** 1- заданный проектный профиль насыпи; 2- профиль насыпи при применении АСН АУТО спутниковая система нивелирования.

Анализируя эскизы, построенные на основании измерений углов разработки насыпи, делаем вывод: чем современнее АСН, тем точнее соблюдается угол насыпи.

На основании проведенного исследования, можно сделать вывод, что «АСН АУТО спутниковая система нивелирования» значительно повышает точность, производительность, следовательно, и рентабельность выполняемых землеройных работ. Автоматическое гидравлическое управление углом рабочего оборудования и глубиной копания, существенно облегчает работу опытного оператора, а также позволяет неопытным машинистам работать на уровне профессионала. Человеческий фактор в работе сводится к нулю.

#### **Библиографический список**

1. Белецкий Б.Ф., Строительные машины и оборудование: Учебное пособие / Б.Ф. Белецкий, И.Г. Булгакова. – СПб.: Лань, 2015. – 607 с.
2. Павлов В.П., Дорожно-строительные машины. Системное проектирование, моделирование, оптимизация: Учебное пособие / В.П. Павлов, Г.Н. Карасев. – М.: Инфра-М, 2017. – 168 с.
3. Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии: учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа; Издательский центр «Академия», 2016. – 305 с.
4. Электронный каталог строительной техники JCB [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: <https://www.jcb.com/>

## СЕКЦИЯ «ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

УДК 621.311

### ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

**Буранов Роман Вадимович**, студент 3 курса бакалавриата института механики и энергетики им. В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, *buranov.roman2015@gmail.com*

**Крахмалев Алексей Геннадьевич**, студент 3 курса бакалавриата института механики и энергетики им. В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, *krakhmal02@mail.ru*

**Научный руководитель – Судник Юрий Александрович**, д.т.н., профессор, Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородин, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева

**Аннотация.** Проведён анализ использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для нужд электроэнергетики. Рассмотрены примеры использования БПЛА в электроэнергетике, а также дальнейшее их применение для различных нужд.

**Ключевые слова:** электроэнергетика, беспилотные летательные аппараты, линии электропередач, мониторинг, электричество.

### APPLICATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY

**Buranov Roman Vadimovich**, 3rd year undergraduate student of the V.P. Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, *buranov.roman2015@gmail.com*

**Krakhmalev Alexey Gennadievich**, 3<sup>rd</sup> year undergraduate student of the V.P.Goryachkin Institute of Mechanic sand Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, *krakhmal02@mail.ru*

**Scientific supervisor – Sudnik Yuri Alexandrovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Automation and Robotization of Technological Processes named after Academician I.F. Borodin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy

**Annotation.** The analysis of the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for

*the needs of the electric power industry has been carried out. Examples of the use of UAVs in the electric power industry, as well as their further application for various needs, are considered.*

**Key words:** *electric power industry, unmanned aerial vehicles, power lines, monitoring, electricity.*

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) - воздушное судно без экипажа на его борту, которое управляется удаленно оператором, либо перемещается по заранее заданному маршруту. Начинают широко применяться в сфере электроэнергетики. Инспекция, мониторинг и обслуживание электроэнергетических сетей является одним из основных направлений применения БПЛА. Они способны обнаруживать повреждения, следить за состоянием электрооборудования, предотвращать возгорания и пожары, проводить его диагностику. Кроме того, БПЛА используются для планирования технического обслуживания электрооборудования и оперативного реагирования на аварийные ситуации. К тому же, беспилотные аппараты, могут контролировать техническое состояние линий электропередач. Сфера электроэнергетики активно внедряет беспилотные летательные аппараты, которые предоставляют новые возможности для мониторинга и обслуживания электроэнергетических систем. Технологии, применяемые на БПЛА, позволяют осуществлять удаленный контроль за линиями электропередачи, обнаруживать различные повреждения и утечки, а также проводить оценку общего состояния инфраструктуры электроэнергетики [2].

Основная компоновка БПЛА включает в себя следующие элементы (могут различаться в зависимости от типа аппарата: мультироторные, самолётного типа и гибридные):

Рули, и элероны, играют ключевую роль в обеспечении управления и стабильности полета. Крылья отвечают за создание необходимой подъемной силы во время воздушного движения и могут иметь различные формы в зависимости от требований полета [5].

Для полета необходимы два ключевых компонента: двигатель и аппаратура управления. Аппаратура управления, включающая контроллер полета и другие устройства, управляется с помощью специальной электронной аппаратуры. Электрические двигатели чаще всего используются в небольших аппаратах, в то время как для крупных БПЛА применяются двигатели с внутренним сгоранием. Контроллер полета, являющийся главным мозгом БПЛА, обрабатывает данные от датчиков и принимает решения об управлении и маневрировании [1].

Датчики и системы бортовой электроники позволяют беспилотнику определять ориентацию, скорость и другие параметры, включая угловую скорость и ускорение. Для этого используются системы GPS, гироскопы, акселерометры и компасы. Передатчик и приемник обеспечивают беспроводную связь с пультом управления, что позволяет оператору контролировать полет и получать обратную связь. Используются различные

радиочастоты и другие методы связи в зависимости от требований и возможностей беспилотника[3].

На БПЛА устанавливаются специальные камеры и сенсоры, которые обеспечивают тепловое и мультиспектральное сканирование объектов электроэнергетики[4].

Использование БПЛА для мониторинга повышает эффективность и безопасность работы объектов электроэнергетики[6].

В электроэнергетике БПЛА используются:

- для контроля строительства и моделирования расстояний и площадей, необходимых для планирования работ;
- БПЛА необходимы при проведении аварийно-спасательных операций после непредвиденных отключений из-за погодных условий для оперативного обнаружения неисправностей: места падения деревьев на провода, провисших участков проводов и грозотросов, а также поврежденных опор;
- задействуются в оптическом и тепловизионном мониторинге, выявляя аварийные ситуации и перегревы. Аппараты могут помочь оценить ущерб, найти деревья, угрожающие электрическим линиям, и определить пути доступа для восстановительных работ;
- контроль дефектов металлических конструкций, нарушений покрытий и контроль коррозии деталей опор. Определение деформаций и дефектов антикоррозионной защиты. Поиск трещин, раковин, щелей и пятен на бетоне, а также сколов и обнажения арматуры;
- проверка охранных зон на предмет нарушений, определение объемов расширения просек. Обнаружение неправильной установки ригелей, отсутствия фундамента опор. Мониторинг отклонений геометрических размеров фундамента от проектных, недостаточного заглубления фундаментов. Контроль угрожающего роста оврагов вблизи фундаментов опор, оседания или вспучивания грунта, оседания или выдавливания фундаментов;
- исследование повреждений гирлянд и изоляторов, включая разрушение фарфора, оплавление стекла, армировки и арматуры. Обнаружение загрязнений изоляторов от промышленных выбросов, отмечая цвет изоляторов, а также от загрязнения птицами;
- необходимость проверки мест установки гасителей вибрации и распорок;
- создание ортофотопланов для использования в ГИС, планировании и проектировании, а также для разработки цифровых моделей рельефа;
- БПЛА, собирающие данные в солнечной энергетике, способствуют оптимизации расположения солнечных батарей.
- дроны с огнеметами используются для уничтожения мусора, который попадает на электропровода, например, пластиковых пакетов;
- изучение карты ветров на планируемой точке размещения ветроэлектростанций осуществляется с помощью беспилотных аппаратов в ветроэнергетике. Это необходимо для улучшения использования

компьютерных моделей, которые позволяют рассчитывать оптимальные места для установки ветроэлектростанций.

Использование БПЛА в диагностике электроэнергетического комплекса предполагает широкий спектр преимуществ. Установка оборудования для фото- и видеофиксации на БПЛА, его маневренность и возможность приближения к опасным объектам позволяют рассматривать их как эффективные средства для осмотра и обследования объектов энергетики. Сравнение эффективности применения БПЛА с традиционными методами диагностики показывает, что выбор и установка соответствующего оборудования могут значительно увеличить эффективность использования БПЛА.

### Библиографический список

1. Барбасов, В.К. Мультироторные беспилотные летательные аппараты, представленные на российском рынке / В.К. Барбасов, А.В. Гречищев // Инженерные изыскания. – М. – 2014. – № 8. – С. 27-31.
2. Левин, Е.Л. Мультироторный БПЛА как средство получения геоинформационного контента в чрезвычайных ситуациях / Е.Л. Левин, П.Р. Руднев // Геоинформационные науки и экологическое развитие: новые подходы, методы, технологии. – М., 2013. – С. 234-240.
3. Орлов, П.Ю. Применение малых беспилотных летательных аппаратов для съемки местности и подготовки геоинформационного контента в чрезвычайных ситуациях / П.Ю. Орлов, П.Р. Руднев // ИнтерэкспоГеоСибирь. – 2013. – Т. 7, № 2. – С. 61-66.
4. Вейнреб К. Б. Диагностика неисправностей ротора асинхронного электродвигателя методом спектрального анализа токов статора // Электричество. 2012. № 7. С. 51–57.
5. Сарваров А. С., Халикова А. Р. Актуальные проблемы диагностики электропривода переменного тока // Электротехнические комплексы и системы. 2012. № 20. С. 386–389.
6. Темников Ю. В. Моделирование асинхронного двигателя со статическим эксцентриситетом ротора // Технические науки в России и за рубежом: материалы III Междунар. науч. конф. М.: Буки-Веди, 2014. С. 62–66.
7. Пантель О. В. Методика расчета параметров асинхронного двигателя для моделирования режимов его работы в среде Matlab/Simulink // Academy. 2015. № 2 (2). С. 7–11.

УДК 621.593.001.24

## **ОПРЕСНЕНИЕ МОРСКОЙ ВОДЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМ МЕТОДОМ МЕМБРАННОЙ ДИСТИЛЛЯЦИИ**

*Гаврикова Юлия Александровна, студент второго года обучения магистратуры института механики и энергетики им. В.П. Горячкина, ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, julia-a-gavrikova@yandex.ru*

*Научный руководитель – Рудобашта Станислав Павлович, д.т.н., профессор, профессор, кафедра «Электроснабжение и теплоэнергетика имени академика И.А. Будзко», rudobashta@mail.ru*

*Аннотация. В малых фермерских хозяйствах, расположенных у побережья Черного, Азовского и Каспийского морей, в которых имеет место острый дефицит пресной воды, предложено получать ее из морской воды путем опреснения ее энергосберегающим методом мембранной дистилляции. Численно проанализирована эта технология, оценена ее экономическая эффективность.*

**Ключевые слова:** мембранная дистилляция, морская вода, опреснение, расчет.

## **SEAWATER DESALINATION BY ENERGY-SAVING METHOD OF MEMBRANE DISTILLATION**

*Gavrikova Yulia Aleksandrovna, second-year student of the Master's degree program at the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, julia-a-gavrikova@yandex.ru*

*Scientific advisor – Rudobashta Stanislav Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor, Department of Electricity Supply and Thermal Power Engineering named after Academician I.A. Budzko, rudobashta@mail.ru*

*Annotation. In small farms located near the coast of the Black, Azov and Caspian Seas, where there is an acute shortage of fresh water, it is proposed to obtain it from sea water by desalinating it using the energy-saving method of membrane distillation. This technology was numerically analyzed and its economic efficiency was assessed.*

**Key words:** membrane distillation, sea water, desalination, calculation.

**Введение.** В южных регионах России, прилегающих к Черному, Азовскому и Каспийскому морям, имеет место острый дефицит пресной воды. Для ее получения из морской воды в крупном промышленном масштабе

используется метод дистилляции (выпаривания), который характеризуется большими энергозатратами, усугубляющимися тем, что вода имеет аномально большую теплоту парообразования (2500 кДж/кг при 0°C). В малых фермерских хозяйствах для опреснения морской воды можно использовать метод мембранной дистилляции (МД), который не требует больших энергозатрат. Сущность метода заключается в том, что берется микропористая гидрофобная мембрана (размер пор от 0,1 мкм до 1 мкм), по одну сторону ее размещается горячий разделяемый раствор нелетучих веществ, а противоположная сторона мембраны охлаждается. Вода испаряется на горячей стороне мембраны, пар диффундирует через мембрану и конденсируется на ее холодной стороне. Для нагрева воды до 50-70°C можно использовать низкопотенциальную бросовую теплоту различных производств, а в случае опреснения морской воды – ее можно нагревать с помощью солнечного коллектора. Это многократно снизит затраты энергии на опреснение морской воды.

**Выбор мембран для мембранной дистилляции морской воды.** По своему типу мембраны подразделяют на пленочные, трубчатые, в виде полых волокон и рулонные [1]. Для целей МД морской воды в условиях импортозамещения предпочтительно применение отечественных мембран, в частности, плоских композитных мембран марки МФФК которые выпускаются в г. Владимире. Композитными они являются потому, что собственно гидрофобный слой, представляющий собой сополимер винилиденфторида и тетрафторэтилена, нанесен на более прочную полипропиленовую подложку. Во Владимире выпускаются три вида мембран марки МФФК: МФФК2, МФФК3 и МФФК4, характеристики которых приведены в [3]. Эти мембраны отличаются друг от друга общей толщиной (соответственно, 170, 150 и 130 мкм), толщиной рабочего слоя (соответственно, 60, 40 и 20 мкм) и средним диаметром пор (соответственно, 0,20, 0,45 и 0,65 мкм) [3]. В [3] показано, что все указанные мембраны обеспечивают высокую селективность разделения, но мембрана МФФК; дает более высокую производительность, поэтому выберем для опреснения морской воды именно ее.

**Конструкция мембранно-дистилляционного модуля (МДМ) для опреснения морской воды.** Примем плоскорамную конструкцию мембранно-дистилляционного модуля, в котором мембраны расположены в виде плоского пакета и по контуру изолированы от внешней среды резиновыми прокладками. Опресняемая морская вода, нагретая до температуры 50-70°C, омывает горячие поверхности мембран, а холодные их поверхности омываются охлажденным дистиллятом. Между мембранами расположены рифленые металлические пластины в виде проволочного каркаса, Он обеспечивает дистанционный промежуток между мембранами, достаточно свободное прохождение потоков в канале и определенную турбулизацию потоков, снижающую эффекты температурной и концентрационной поляризации. Схема МДМ показана на рис. 1. Прокладки уложены таким образом, что горячий поток поступает в щелевой зазор между пластиной и мембраной с одной ее стороны, а холодный поток – в

щелевой зазор между этой мембраной и другой пластиной с другой стороны этой же мембраны.

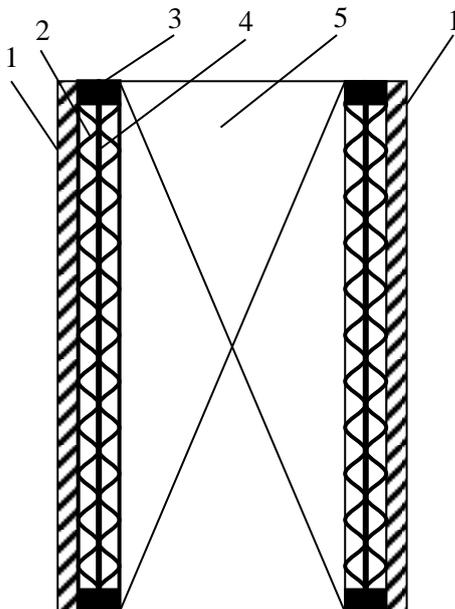


Рисунок 1. - Схема нажимные плиты; 2- рифленая пластина; 3- прокладка; 4- мембрана; 5- пакет мембран.

МДМ: 1- металлическая пластин и

### Расчет мембранно-

диситилляционной установки (МДУ). Расчет МДУ проводили по методике, описанной в [4]. При расчете производительность МДУ приняли равной  $M = 800$  кг/ч, к установке приняли мембраны МФФК-4 как дающие наибольшую производительность. Предполагается, что морская вода подогревается за счет солнечного коллектора. Ее температуру на входе в мембранно-дистилляционный модуль приняли равной  $t_{г.н} = 70^{\circ}\text{C}$ , а на выходе из него -  $t_{г.к} = 40^{\circ}\text{C}$ ; температуру холодного потока (охлажденного дистиллята) приняли на входе в МДМ равной  $t_{х.н} = 20^{\circ}\text{C}$ , а на выходе  $t_{х.к} = 30^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, средние значения температур горячего и холодного потоков равны:

$$\bar{t}_г = \frac{t_{г.н} + t_{г.к}}{2} = \frac{70 + 40}{2} = 55^{\circ}\text{C}, \quad (1)$$

$$\bar{t}_х = \frac{t_{х.н} + t_{х.к}}{2} = \frac{20 + 30}{2} = 25^{\circ}\text{C}. \quad (2)$$

Начальную концентрацию солей в морской воде приняли [5] равной  $C_n = 44,9$  кг/м<sup>3</sup> [5]. Ее пересчитали в массовую долю  $x_n = C_n/\rho = 44,9/1085 = 0,041$  кг/кг, где  $\rho = 1089$  кг/м<sup>3</sup> – плотность морской воды. Приняв массовую долю солей в морской воде на выходе из аппарата равной  $x_k = 0,0592$  кг/кг, нашли среднюю массовую доля солей в морской воде, проходящей через МДМ, равна:

$$\bar{x} = (x_n + x_k)/2 = (0,041 + 0,0592)/2 = 0,0501 \text{ кг/кг}.$$

Далее задались размерами одной мембраны и вычислили площадь ее рабочей поверхности  $f_m$ , (м<sup>2</sup>):

$$f_m = a h, \quad (3)$$

где  $a$  – рабочая ширина мембраны, м;  $h$  – высота мембраны м.

Приняв скорости горячего и холодного потоков равными  $v_г = v_х = 0,1 \dots 0,2$  м/с

[2], нашли далее число параллельно работающих каналов ( оно оказалось равным 9) [2], и число ходов горячего и холодного потоков: 24 .

При расчете общей площади поверхности мембран  $F$  (м<sup>2</sup>), необходимой для дистилляции 800 кг/ч морской воды учитывали эффекты температурной и концентрационной поляризации. Эффект температурной поляризации рассчитывали с использованием уравнений [6]

$$t_2 = \frac{\frac{t_{\Gamma}}{R_{a.\Gamma} + R_M} + \frac{1}{R_x} t_x - \frac{R_{a.\Gamma}}{R_{a.\Gamma} + R_M} \cdot J_0 \cdot r_1 + J_0 \cdot r}{\frac{1}{R_M} + \frac{1}{R_x} - \frac{R_{a.\Gamma}}{R_M(R_{a.\Gamma} + R_M)}}, \quad (4)$$

$$t_1 = \frac{R_M}{R_x} (t_2 - t_x) + t_2 - R_M \cdot J \cdot r, \quad (5)$$

где  $t_{\Gamma}, t_x$  - температура горячего и холодного потоков, °С;  $t_1, t_2$  - температуры горячей и холодной поверхностей мембраны, °С;  $R_{a.\Gamma}, R_x, R_M$  - термические сопротивления горячей и холодной камер МДМ и самой мембраны, м<sup>2</sup>К/Вт;  $J$  - плотность потока пара через мембрану, кг/(м<sup>2</sup>с);  $r = h_1'' - h_2'$ ;  $r_1 = h_1'' - h_1'$ ;  $h_1'$  - энтальпия жидкости, подводимая из ядра потока к мембране, Дж/кг;  $h_1''$  - энтальпия пара, отводимого от горячей поверхности мембраны внутрь нее, Дж/кг;  $h_2'$  - энтальпия конденсата, отводимого от холодной поверхности мембраны к холодному потоку, Дж/кг.

Концентрационную поляризацию рассчитывали на основе данных, приведенных в [7]. В результате выполненных расчетов были найдены: общая необходимая площадь поверхности мембран  $F = 100$  м<sup>2</sup>, число устанавливаемых мембран  $n_M = 308$ . Затраты мощности на перемещение горячего и холодного потоков через МДМ:  $N_{\text{общ}} = 0,53$  кВт. Экономический эффект [2] от применения МДУ составляет 78,85 тыс. руб/год - по сравнению с дистилляционной установкой.

**Заключение.** Выполнен численный анализ применения мембранно-дистилляционной установки в малых хозяйствах для опреснения морской воды в южных регионах России, прилегающих к Черному, Азовскому и Каспийскому морям. Показано, что ее применение экономически более выгодно, чем использование традиционной дистилляционной (выпарной) установки, которая используется при больших производительностях.

#### Библиографический список.

1. Брык М.Т., Нигматуллин Р.Р. Мембранная дистилляция // Успехи химии. 1994. Т. 63. № 12. С. 1114 -1129.
2. Рудобашта С.П., Терешков И.Г., Махмуд С. Опреснение грунтовой и морской воды энергосберегающим методом мембранной дистилляции // Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и термовлажностная обработка материалов): труды Первой международной научно-практической конференции, Т. 4. Москва, 2002. С. 180-183.

3. Рудобашта С.П., Махмуд С. Ю. Математическое моделирование процесса мембранной дистилляции // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2012. Т. 55. Вып.11. С. 100-104.

4. Рудобашта С.П., Махмуд С. Ю. Математическое моделирование процесса мембранной дистилляции // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2012. Т. 55. Вып.11. С. 100-104.

5. Грачёв С.Н. Электро- и термомембранное разделение жидких сред сельскохозяйственного назначения: дисс... канд. техн. наук. 05.20.02.М., 2001.192 с.

6. Рудобашта С.П., Ёлкина И.Б., Грачёв С.Н. Диффузионная паропроводность при мембранной дистилляции // Вторая Российская национальная конференция по теплообмену: труды. Т. 3. Москва. 1998. С. 261-264.

7. Рудобашта С.П., Махмуд С. Ю. Экспериментальное исследование процесса мембранной дистилляции при опреснении морской воды // Известия вузов. Химия и химическая технология. 2010. Том 53. Выл. 1. С. 108-112.

УДК 631.171

## ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБОГРЕВА ЦЫПЛЯТ

**Гречалов Сергей Сергеевич**, студент 2 курса магистрант Азово-Черноморского инженерного института – филиала ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», grecalovsergej@gmail.com

**Научный руководитель – Шабает Евгений Адимович**, к.т.н., доцент, доцент кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородин, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, e.shabaev@rgau-msha.ru

**Научный руководитель – Беленов Виталий Николаевич**, к.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация энергетического оборудования и электрических машин» Азово-Черноморского инженерного института – филиала ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», Vetal\_belenov@mail.ru

**Научный руководитель – Пономарева Наталья Евдокимовна**, к.т.н., доцент, доцент кафедры «Эксплуатация энергетического оборудования и электрических машин» Азово-Черноморского инженерного института – филиала ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», PonomarevaNE@gmail.com

**Аннотация.** Было получено функциональное описание зависимости оптимальной температуры воздуха от возраста птицы. Выбраны технические средства для поддержания температурного режима под брудером. Разработана программа управления локальным обогревом цыплят.

**Ключевые слова:** микроклимат птицеводческих помещений, температура воздуха, цифровая система управления, терморегулятор, информационная программируемая панель оператора.

## DIGITAL CONTROL SYSTEM FOR ELECTRICAL EQUIPMENT FOR LOCAL CHICK HEATING

**Sergey Sergeevich Grechalov**, 2nd year master's student of the Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of the Don State Agrarian University, grecalovsergej@gmail.com

**Scientific supervisor – Shabaev Evgeny Adimovich**, Ph.D in Technical Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automation and Robotization of Technological Processes named after Academician I.F. Borodin, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, sea007@rambler.ru

**Scientific supervisor – Vitaly Nikolaevich Belenov**, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Operation of Power Equipment and

*Electrical Machines of the Azov-Black Sea Engineering Institute – Branch of the Don State Agrarian University, Vetal\_belenov@mail.ru*

*Scientific supervisor – Natalia Evdokimovna Ponomareva, Ph.D in Technical Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation of Power Equipment and Electrical Machines of the Azov-Black Sea Engineering Institute – Branch of the Don State Agrarian University, PonomarevaNE@gmail.com*

**Annotation.** *A functional description of the dependence of the optimal air temperature on the age of the bird was obtained. Technical means were selected to maintain the temperature regime under the brooder. A program for controlling local heating of chicks has been developed.*

**Key words:** *microclimate of poultry houses, air temperature, digital control system, heat regulator, information programmable operator panel.*

Микроклимат птицеводческих помещений оказывает существенное влияние на состояние здоровья и продуктивность птицы. Температура воздуха, относительная влажность и скорость движения воздуха определяют 20–30 % продуктивности птицы [1, 2]. Параметрами, которым следует уделить особое внимание на начальной стадии развития цыплят, являются температура воздушной среды и температура поверхностей. Это объясняется тем, что у цыплят ещё не полностью развита функция терморегуляции.

Отрицательно на продуктивности птицы сказывается как повышение, так и понижение температуры относительно ее оптимального значения. При снижении температуры ниже нормы увеличивается расход корма, повышается вероятность развития и распространения простудных заболеваний. В условиях высокой внешней температуры и влажности у птицы учащается дыхание, в плазме крови птицы наблюдается повышение уровня кортикостерона, лептина и глюкагона, а также уменьшается количество гормона щитовидной железы и инсулина [3]. За счет этого снижаются аппетит и потребление корма птицей, что отрицательно сказывается на среднесуточных привесах.

Применение брудеров для локального обогрева цыплят позволяет поддерживать требуемый температурный режим и изменять его в зависимости от их возраста. При этом существует возможность индивидуального регулирования температурного режима под каждым брудером.

Стандартный терморегулятор, которым комплектуется брудер, обеспечивает достаточно точное поддержание заданной температуры воздуха. Проблема заключается в том, что изменение заданного значения температуры оператор выполняет вручную не чаще одного раза в неделю. Это приводит к нарушению рекомендуемого зоотехническими требованиями температурного режима, и как следствие к снижению продуктивных показателей. Ещё один недостаток такого технического решения – перерасход электроэнергии. Применение цифровой системы управления локальным обогревом цыплят позволит нивелировать эти недостатки.

В соответствии с требованиями, предъявляемыми к температурному

режиму цыплят [4], было получено уравнение, описывающее изменение оптимальной температуры воздуха под брудером в зависимости от возраста птицы:

$$\theta_B = 48,26 \cdot 10^{-4} t^2 - 51,68 \cdot 10^{-2} t + 31,22, \quad (1)$$

где  $\theta_B$  – температура воздушной среды под брудером, °С;  
 $t$  – возраст птицы, дни.

Выбраны технические средства для цифровой системы управления локальным обогревом цыплят с использованием брудеров. Поддержание заданного значения температуры воздуха под брудером осуществляет одноканальный измеритель-регулятор ТРМ201-Щ2.Р совместно с датчиком температуры типа ДТС054-50М.В3. Чувствительный элемент датчика размещается непосредственно в зоне обитания цыплят. Уставка заданного значения регулируемой величины и сравнение сигнала датчика осуществляется в цифровом терморегуляторе ТРМ201 программно. Для управления работой и контроля состояния терморегуляторов использована информационная программируемая панель оператора ИПП120, представляющая собой компактную символную панель оператора с управляющей логикой и возможностью вывода и редактирования текстовых и цифровых параметров системы. Может применяться в тяжелых условиях эксплуатации совместно с контроллерами, модулями ввода/вывода, подключенными по сети RS-485.

Упрощенная принципиальная схема САУ температуры воздуха под брудером с учетом выбранных технических средств изображена на рисунке 1. Схема работает следующим образом. Начальный возраст  $t_3$  цыплят устанавливается оператором с помощью панели оператора ИПП120, которая в зависимости от текущего возраста  $t$  цыплят рассчитывает требуемое значение температуры  $\theta_3$  воздуха по уравнению (1) и задает его в качестве уставки для измерителя-регулятора ТРМ201.

В том случае, если температура  $\theta_B$  воздуха станет ниже минимальной уставки терморегулятора сопротивление  $R_D$  металлического терморезистора станет меньше, уменьшится и напряжение  $U_D$  датчика. При этом сработает выходное устройство терморегулятора, на нагревательные элементы ЕК1 и ЕК2 будет подано напряжение питания  $U$ . Протекание электрического тока через ТЭНы приведёт к выделению тепловой мощности, затрачиваемой на нагрев воздушного пространства под брудером. Температура воздуха  $\theta_B$  повышается.

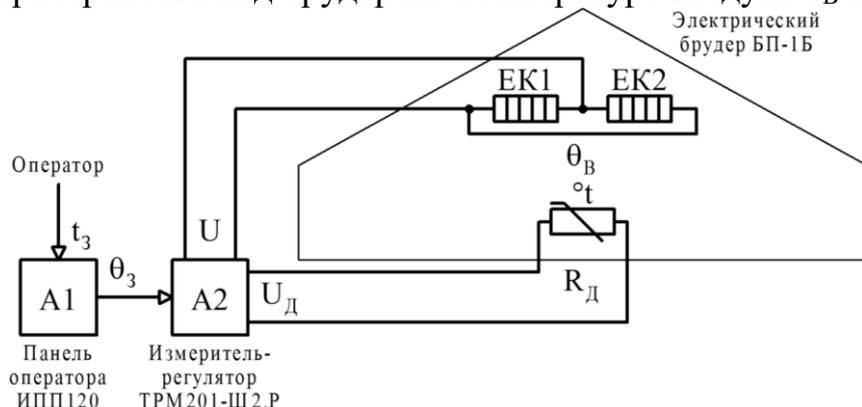


Рисунок 1 – Упрощенная принципиальная схема САУ

При достижении  $\theta_B$  значения соответствующего максимальной уставки терморегулятора происходит выключение выходного устройства и отключение ТЭНов от сети. Под влиянием внешних факторов  $\theta_B$  будет плавно снижаться.

Управляющая программа для панели оператора ИПП120 создана с помощью программного обеспечения "OWEN Logic" и графического языка программирования FBD [5]. На рисунках ниже приведены переменные, используемые в проекте, и отдельные блоки программы, поясняющие ее основной функционал на примере взаимодействия панели оператора ИПП120 с одним из терморегуляторов ТРМ201.

Имя переменной	Тип переменной	Энергонезависимость	Значение по умолчанию	Использование в проекте	Комментарий
<b>OT01</b>	<b>Булевское</b>	<input type="checkbox"/>	<b>0</b>	<b>Да</b>	<b>Сигнализация ошибки ТРМ201</b>
B01	Целочисленное	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Да	Возраст цыплят, дн
UP01	Булевское	<input checked="" type="checkbox"/>	0	Да	Ручное вкл./откл. брудера
OC01	Булевское	<input type="checkbox"/>	0	Да	Сигнализация ошибки связи
ST01	Булевское	<input type="checkbox"/>	0	Да	Статус связи с ТРМ201
Ч01	Целочисленное	<input checked="" type="checkbox"/>	0	Да	Час начала отсчета
A	Булевское	<input type="checkbox"/>	0	Да	Вызов экрана "Авария"
Время	Целочисленное	<input type="checkbox"/>	0	Да	Текущее время, ч

Рисунок 2 – Таблица переменных проекта, вкладка "Переменные"

Для каждого из двенадцати ТРМ201, подключенных к сети RS-485, панель оператора ИПП120 производит постоянный опрос данных по измеренной температуре "ТИ" и значение регистра статуса ТРМ201 "ST". Заданное значение температуры "ТЗ" и регистры управления выходным устройством ТРМ201 "УВ" и "ОВ" записываются в терморегулятор при изменении их значений. Сетевые переменные проекта для примера обмена данными с первым терморегулятором ТРМ201 (к имени переменной добавлен индекс 01) приведены на рисунке 3.

ТРМ201_1						
Имя	Тип переменной	Функция чтения	Функция записи	Адрес регистра	Комментарий	
ТИ01	С плавающей запятой	0x03	0x10	1009	Температура измеренная	
ТЗ01	С плавающей запятой	0x03	0x10	1011	Температура заданная	
УВ01	Целочисленное	0x03	0x10	3	Внешнее управление ВУ	
ОВ01	Целочисленное	0x03	0x10	4	Внешнее вкл./откл. ВУ	
<b>ST01</b>	<b>Целочисленное</b>	<b>0x03</b>	<b>0x10</b>	<b>0</b>	<b>Регистр статуса ТРМ201</b>	

Рисунок 3 – Таблица переменных проекта, вкладка "RS-485, Слот 1"

Расчет возраста цыплят осуществляет подпрограмма "Определение возраста" (рисунок 4). Переменная "Время" равна текущему часу встроенных в ИПП120 часов реального времени. Когда "Время" достигает величины начального часа отсчета, то на выходе блока сравнения "EQ" появится "1" и по переднему фронту данного сигнала блок "RTRIG2" сформирует логическую единицу, которая после преобразования блоком "TO INT", приведет к инкрементированию переменной "B01" блоком "ADD". В результате текущий возраст цыплят увеличится на один день.

Изменение текущего возраста цыплят будет приводить к пересчету

уставки для терморегулятора ТРМ201 в соответствии с уравнением (1). Данные расчеты производятся в подпрограмме "Расчет заданного значения температуры" (рисунок 5). Коэффициенты модели (1) введены как константы типа "С плавающей точкой". Блок "TO FLOAT" преобразует переменную "B01" в такой же тип данных. Результат расчета записывается в сетевую переменную "T301" и передается в качестве уставки для первого терморегулятора ТРМ201.

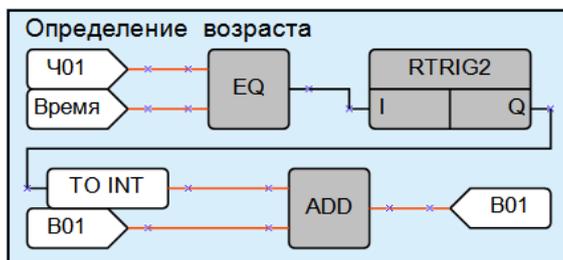


Рисунок 4 – Подпрограмма "Определение возраста"

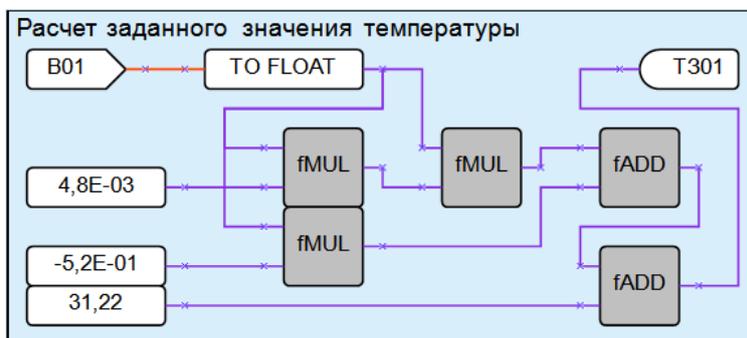


Рисунок 5 – Подпрограмма "Расчет заданного значения температуры"

На рисунке 6 представлен экран "Работа" со строками для первого ТРМ201. В первой строке приведен номер брудера "Б\_01", элемент "ВКЛ." управления работой выходного устройства ТРМ201, и элемент "00 дн" для ввода и отображения возраста цыплят. Во второй строке расположены надписи: "Т\_01", обозначающая данные по температурам для первого брудера, и две надписи "+00,0", которые отображают заданную и измеренную температуры ТРМ201.

Б	_	0	1	В	К	Л	.	0	0	д	н		
Т	_	0	1	+	0	0	,	0	+	0	0	,	0

Рисунок 6 – Экран "Работа" со строками для первого ТРМ201

Разработанная система управления учитывает изменение требований к температуре воздушной среды в процессе роста цыплят на протяжении всего периода их содержания под брудером. Что способствует более полному использованию генетического потенциала птицы, достижению максимальной ее продуктивности при наименьших энергозатратах.

### Библиографический список

1. Гулевский В.А., Шацкий В.П. Нормализация микроклимата птицеводческих помещений путем обработки воздуха пластинчатыми теплообменниками. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2016. 238 с.

2. Гулевский, В.А., Попов А.Е., Шацкий В.П. К вопросу повышения продуктивности сельскохозяйственной птицы // Теория и практика инновационных технологий в АПК: материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 29–30 апреля 2021 года. Том Часть I. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. С. 177–184.

3. Мельник В. Защищаем птицу от теплового стресса // Животноводство России. 2014. № 1. С. 23–26.

4. Автоматизированная система обеспечения микроклимата в птичниках / И.М. Довлатов, Л.Ю. Юферев, В.В. Кирсанов, Д.Ю. Павкин, В.Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. 2018. № 7 (86). С. 7–18.

5. OWEN Logic (версия 2.8): руководство пользователя [Электронный ресурс]. 2024. 262 с. URL: [https://www.owen.ru/downloads/rp\\_owen\\_logic/pdf](https://www.owen.ru/downloads/rp_owen_logic/pdf) (дата обращения 30.10.2024).

УДК 628.87

## **РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНОЙ УСТАНОВКОЙ УВНЭ-90- 01 С ПРИМЕНЕНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНОГО МИКРОКОНТРОЛЛЕРА**

*Логунов Дмитрий Сергеевич, студент 1 курса магистратуры института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, logunovd0@gmail.com*

*Ефимович Ирина Сергеевна, студентка 2 курса специальности «Физика и информатика» УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, energo-dms@rgau-msha.ru*

*Научный руководитель – Селезнева Дарья Михайловна, к.т.н., доцент кафедры «Автоматизация и роботизация технологических процессов имени академика И.Ф. Бородин», energo-dms@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* В данной работе описана разработанная принципиальная электрическая схема управления электрокалориферной установкой. Выбраны системы вентиляции и микроклимата для коровника на 200 голов, марка калорифера и электродвигатели для вентиляторов. Предложен способ управления параметрами микроклимата с применением универсального микроконтроллера.

*Ключевые слова:* вентиляция, отопление, микроклимат, коровник, калорифер, микроконтроллер

## **DEVELOPMENT OF A PRINCIPAL ELECTRICAL CONTROL DIAGRAM FOR THE UVNE-90-01 ELECTRIC HEATING UNIT USING A UNIVERSAL MICROCONTROLLER**

*Logunov Dmitry Sergeevich, 1st year master's student of the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, logunovd0@gmail.com*

*Efimovich Irina Sergeevna, 2nd year student of the specialty “Physics and Informatics” of the educational institution “Brest State University named after A.S. Pushkin, energo-dms@rgau-msha.ru*

*Scientific supervisor – Selezneva Darya Mikhailovna, PhD, Associate Professor of the Department of Automation and Robotization of Technological Processes named after Academician I.F. Borodin, energo-dms@rgau-msha.ru*

*Annotation.* This paper describes the developed basic electrical control diagram for the electric heating unit. Ventilation and microclimate systems for a 200-head barn, heater brand and electric motors for fans were selected. A method for controlling microclimate parameters using a universal microcontroller was

proposed.

**Key words:** ventilation, heating, microclimate, barn, heater, microcontroller.

Автоматизированная работа системы вентиляции и электроотопления позволит снизить энергозатраты, улучшить параметры микроклимата, сделать пребывание коров в закрытых помещениях комфортным, снизить заболеваемость и увеличить производительность продукции [1, 3-5].

В зимние и межсезонье в Центральном регионе России широко используется электроотопление коровников. Основными преимуществами электрического отопления является возможность регулирования параметров, полной автоматизации процесса, просто монтажа и отсутствия негативного воздействия на окружающую среду [6-10].

Принципиальная электрическая схема управления электрокалориферной установкой УВНЭ-90-01 представлена на рисунке 1. Для запуска электрокалориферной установки включить автоматические выключатели QF2 и QF3. При этом замыкается цепь управления, происходит срабатывание магнитного пускателя KM1 и загорается светосигнальная арматура HL1. Контакт температурного реле ТРМ 11-01 SK1 замкнут. Контакты электротеплового реле КК замкнуты. Замыкается контакт KM1 магнитного пускателя, что приводит электродвигатель в рабочее состояние. Начинает раскручиваться колесо вентилятора. Направление вращения колеса вентилятора должно соответствовать направлению стрелки на его корпусе. По мере разгона вентилятора воздушный поток через калорифер начинает увеличиваться, срабатывает ветровое реле SQ. Схема управления предназначена для работы в двух режимах: автоматическом и ручном.

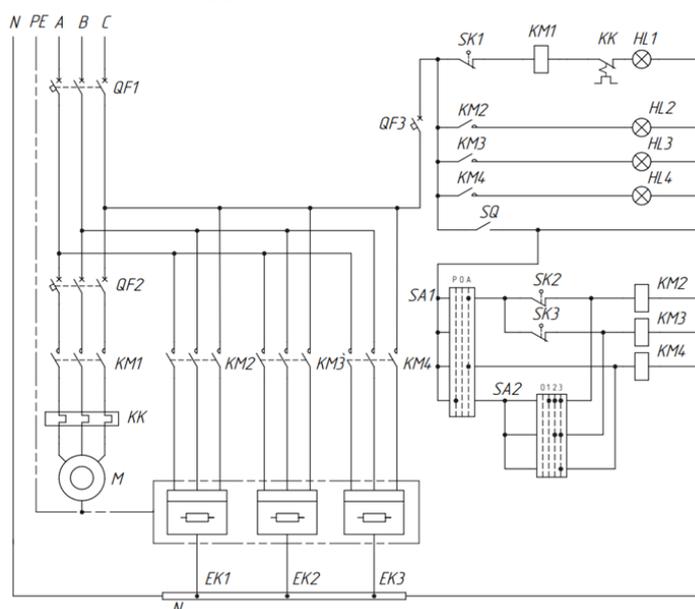


Рисунок 1 – Схема управления электрокалориферной установкой УВНЭ 90-01

Для переключения схемы на автоматический режим управления необходимо переключить многопозиционный переключатель SA1 в положение «А». После этого питание поступит на катушки магнитных пускателей KM2,

КМ3, КМ4, которые в свою очередь замкнут свои контакты КМ2, КМ3, КМ4. Вместе со срабатыванием контактов загорятся светосигнальные аппаратуры НЛ2, НЛ3, НЛ4, выполняющие роль индикаторов включенных секций калорифера ЕК1, ЕК2, ЕК3. Происходит включение секций электрокалориферной установки. В данном режиме схема будет работать до тех пор, пока температура в помещении не поднимется выше установленного значения (12°C), когда это произойдет разомкнется контакт датчика-реле температуры ДТКБ-53 SK2, и отключится секция ЕК1 нагревателя. При дальнейшем повышении температуры на 2-3 градуса разомкнется контакт датчика-реле температуры ДТКБ-53 SK3, и отключится секция ЕК2 нагревателя. При превышении максимальной температуры на поверхности ТЭНов, равной 140 °С, контакт температурного реле ТРМ 11-01 SK1 размыкается, отключая вентилятор и электрокалорифер. После остывания ТЭНов и замыкания контакта SK1 установка снова начинает работу. Если температура внутри помещения становится ниже установленных значений, то контакты датчика-реле температуры замыкаются и схема начинает работу в штатном режиме.

Для переключения схемы на ручной режим управления необходимо переключить многопозиционный переключатель SA1 в положение «Р». В данном режиме управления оператор может сам выбирать при помощи многопозиционного переключателя SA2 какое количество секций будет работать.

При аварийной остановке вентилятора и прекращении подачи воздуха, происходит размыкание контакта ветрового реле SQ, и вентилятор вместе с секциями электрокалорифера прекращает свою работу. В случае токовой перегрузки электродвигателя вентилятора М происходит срабатывание электротеплового реле КК, в результате чего теряет питание катушка магнитного пускателя КМ1. По мере остывания биметаллических пластин электротеплового реле КК и замыкания его контактов, участок цепи с магнитным пускателем КМ1 вновь получает питание, и электродвигатель М готов к работе.

В летний период, когда нет нужды в подогреве наружного воздуха с помощью секций калорифера, используется только электродвигатель вентилятора. В этом случае перед началом работы следует многопозиционные переключатели SA1 и SA2 поставить в положение «О» (отключено).

Для выключения электрокалориферной установки необходимо выключить автоматический выключатель QF3. При этом светосигнальные аппаратуры НЛ1-НЛ4 погаснут.

В настоящее время системы контроля параметрами микроклимата и других процессов на сельскохозяйственных объектах постоянно совершенствуются, цифровизация все чаще используется в современном животноводческом комплексе [6,7]. Компания DeLaval предлагает потребителям свою инновационную разработку – универсальный контроллер для управления работой установленного в животноводческом помещении электрооборудования - DeLaval Barn System Controller (BSC) (рис. 1) [2].



Рисунок 2 – Контроллер Barn System Controller

Применение на ферме контроллера BSC позволит снизить инвестиционные затраты, сохранить расход электроэнергии, ресурсов, облегчить труд, а также оптимизировать условия содержания животных.

#### **Библиографический список**

1. Андреев, С. А. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления : Учебник / С. А. Андреев, И. Ф. Бородин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 386 с.
2. Завражнов, А. И. Тенденции развития инженерного обеспечения в сельском хозяйстве / А. И. Завражнов, Л. В. Бобрович. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 688 с. — ISBN 978-5-8114-9654-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/198563> (дата обращения: 29.10.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Определение основных параметров и режимов работы комбинированного облучателя-озонатора воздуха в животноводческих помещениях / Е. А. Овсянникова, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин, Л. В. Занфирова // Агротехника и энергообеспечение. – 2021. – № 4(33). – С. 22-29.
4. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – Москва : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8. – EDN QXUUOP.
5. Селезнева, Д. М. Аналитический обзор установок для обеззараживания и обеспыливания сельскохозяйственных установок / Д. М. Селезнева // Доклады ТСХА, Москва, 06–08 декабря 2018 года. Том выпуск 291, часть 2. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – С. 303-306. – EDN IVQHNO.
6. Селезнева, Д. М. Проведение испытаний многозонного электрофильтра для обеспыливания воздуха сельскохозяйственных помещений

/ Д. М. Селезнева // Агротехника и энергообеспечение. – 2021. – № 2(31). – С. 12-17. – EDN PCSEEQV.

7. Селезнева, Д. М. Разработка и исследование комбинированной электроустановки для обеспыливания и обеззараживания воздуха в помещениях для содержания птицы : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Селезнева Дарья Михайловна, 2023. – 168 с.

8. Сторчевой, В. Ф. Электротехнологии и электрический нагрев : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» / В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин, Я. С. Чистова. – Москва : ООО «Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2021. – 280 с.

9. Юферев, Л. Ю. Испытания комбинированной электроустановки для обеспыливания и обеззараживания воздуха в птичнике / Л. Ю. Юферев, Д. М. Селезнева // Агроинженерия. – 2022. – Т. 24, № 3. – С. 45-50

10. Юферев, Л. Ю. Совершенствование процессов обеззараживания и обеспыливания воздушной среды сельскохозяйственных помещений на основе электрофльтрации воздуха / Л. Ю. Юферев, Д. М. Селезнева // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 5. – С. 42-48. – DOI 10.34286/1995-4646-2019-68-5-42-48. – EDN AOSSDW.

УДК 621.311.29

## СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО МОДУЛЯ ЗА СОЛНЦЕМ НА БАЗЕ ARDUINO NANO

*Нестеров Максим Андреевич, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mn045006@gmail.com*

*Жуков Федор Александрович, студент 2 курса магистратуры института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 12345fedor11@mail.ru*

*Научный руководитель – Лештаев Олег Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, leshtayev@rgau-msha.ru*

*Аннотация. Разработана система слежения солнечного модуля за положением Солнца – солнечный трекер на базе аппаратной платформы Arduino Nano. Система позволяет отслеживать движение Солнца без применения оптических датчиков, что повышает ее работы эффективность.*

*Ключевые слова: солнечный трекер, Arduino Nano, слежение за Солнцем*

## SOLAR MODULE SUN TRACKING SYSTEM BASED ON ARDUINO NANO

*Nesterov Maksim Andreevich, 4<sup>th</sup> year undergraduate student of the Institute Mechanical and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, mn045006@gmail.com*

*Zhukov Fedor Aleksandrovich, 2<sup>nd</sup> year master's student of the Institute Mechanical and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 12345fedor11@mail.ru*

*Scientific Supervisor – Leshtayev Oleg Valerevich, PhD, associate professor of power supply and thermal power department of the Institute Mechanical and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, leshtayev@rgau-msha.ru*

*Annotation: A solar module tracking system for the position of the Sun - solar tracker based on the Arduino Nano hardware platform has been developed. The system allows tracking the Sun's movement without using optical sensors, which increases its performance efficiency.*

*Key words: solar tracker, Arduino Nano, solar tracking*

Применение систем слежения солнечного модуля за положением Солнца [1] (солнечных трекеров) позволяет значительно повысить эффективность работы солнечной фотоэлектрической установки [2] и систем распределенной генерации [3] за счет изменения угла наклона солнечного модуля и угла его азимутального поворота. Однако, применяемые солнечные трекеры [4] обладают рядом недостатков: высокая стоимость, сложность настройки логики работы, снижение эффективности работы трекера при загрязнении оптических датчиков или при пасмурной погоде.

Разработанная нами система позволяет устранить последний из указанных недостатков, за счет отказа от оптических датчиков и перехода на слежение за Солнцем по времени, и повысить надежность работы всей системы [5].

Действующая модель солнечного трекера построена на базе аппаратной платформы Arduino Nano. Для программирования Arduino использовалось приложение Arduino IDE и базы данных: «Servo», «Wire», «RTClib». Данные базы данных необходимы для связи компонентов солнечного трекера с Arduino. На рисунке 1 представлены схема предлагаемого устройства (а) и действующая модель трекера (б).

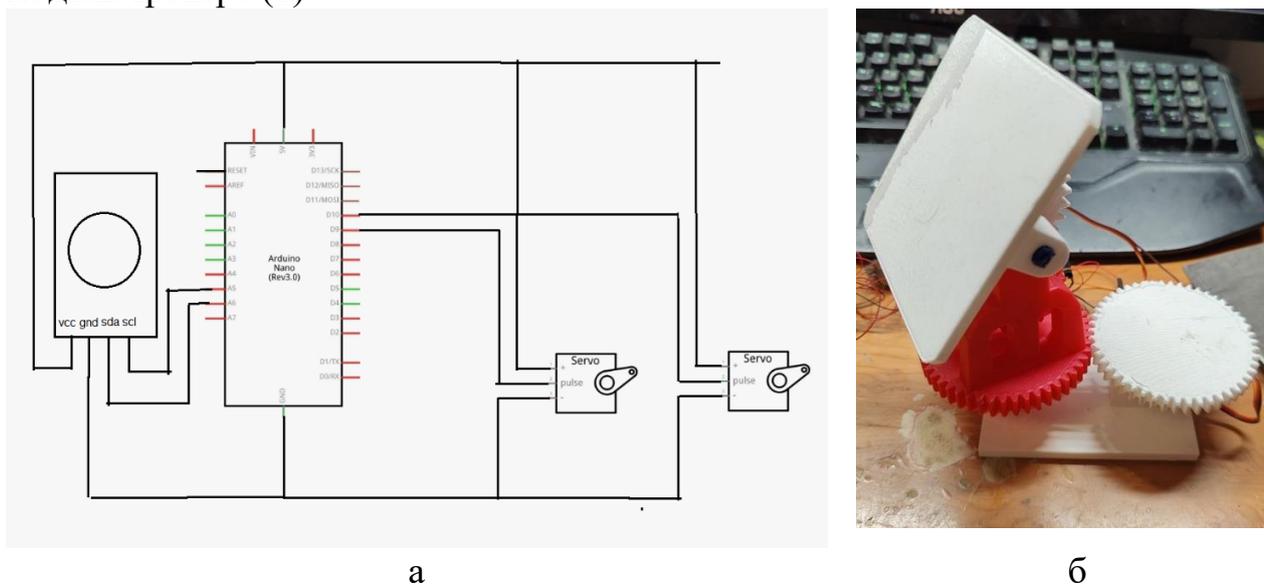


Рисунок 1 – Солнечный трекер: а – схема предлагаемого устройства; б – модель трекера

Для создания модели солнечного трекера использованы следующие компоненты: микропроцессорный компьютер Arduino Nano, сервоприводы MG90S, часы реального времени DS3231 RTC, корпус, 2 потенциометра, кнопка включения и выключения. Схема построена на микроконтроллере ATMEGA328P CH340, который обладает значительным объемом памяти, и содержит множество периферийных модулей. Для определения текущего времени и даты в схеме используется модуль часов реального времени DS3231 (погрешность составляет  $\pm 2$  минуты в год). Вся сборка питается постоянным напряжением 5В через порт mini USB распаянный на плате Arduino. Данный разъём также используется для загрузки прошивки.

Разработанный солнечный трекер обеспечивает слежение за Солнцем по

заданным углам наклона вертикальной и горизонтальной осей, загруженным в процессор. Изменение положения солнечного модуля происходит исходя из времени суток, которое отсчитывают часы.

Для первого запуска трекера необходимо, указать координаты местности, где он будет применяться. Далее в программе необходимо указать вертикальный и азимутальный углы движения Солнца по небосводу. В связи с тем, что влияние угла наклона на эффективность работы солнечной фотоэлектрической установки меньше, чем угла азимутального поворота, в программе необходимо указать по одному углу наклона для каждого месяца.

Для горизонтальной оси необходимо вписать углы азимутального поворота для каждого часа, дня и месяца. Благодаря, модулю часов реального времени. Микроконтроллер сверяется с месяцем, днем, часом и дает команду поворота сервоприводу на заданный угол. После захода Солнца, трекер разворачивают солнечный модуль в начальный угол (на восход Солнца).

Далее углы азимутального поворота для горизонтальной оси необходимо вписать в формате матрицы 24x31 для каждого месяца и указать конкретные время и дату ввода в эксплуатацию трека. После всех изменений в коде, нужно подключить Arduino через провод mini USB- USB A к компьютеру и записать прошивку. После обновления прошивки Arduino перезагрузиться, сервоприводы повернут солнечную панель в необходимую сторону и трекер начнет поворачиваться на заданный угол каждый час.

Для упрощения кода (рисунок 2) для всех месяцев указан 31 день, однако если в месяце меньше 31 дня, программа пропускает отсутствующие дни.

```
// Объявляем массив углов для второго сервопривода в PROGRAM
const uint8_t anglesServo2[12][31][24] PROGMEM = {
  // Январь
  {
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 1
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 2
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 3
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 4
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 5
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 6
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 7
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 8
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 9
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 10
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 11
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 12
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 96, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 13
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 96, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 14
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 96, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 15
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 96, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 16
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 96, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 17
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 96, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 18
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 96, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 19
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 96, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 20
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 96, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 21
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 96, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 22
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 96, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 23
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 27, 41, 55, 68, 81, 96, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 24
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 28, 42, 56, 67, 83, 98, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 25
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 28, 42, 56, 67, 83, 98, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 26
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 28, 42, 56, 67, 83, 98, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 27
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 28, 42, 56, 67, 83, 98, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 28
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 28, 42, 56, 67, 83, 98, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 29
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 28, 42, 56, 67, 83, 98, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 30
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 28, 42, 56, 67, 83, 98, 0, 0, 0, 0, 0, 0}, // День 31
  },
  // Добавьте остальные дни здесь
};
```

Рисунок 2 – Часть кода горизонтального привода для месяца Январь

В результате проведённой работы разработан солнечный трекер, позволяющий повысить эффективность работы солнечной фотоэлектрической установки. Кроме того, за счет отсутствия в конструкции трекера оптических

датчиков, получилось избавиться от влияния загрязнения и погодных условий на функциональные характеристики трекера.

### **Библиографический список**

1. Гарькавый, К. А. Главный возобновляемый источник энергии / К. А. Гарькавый // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2014. – № 8(148). – С. 22-28. – EDN SCRVUL.
2. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – Москва : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8. – EDN QXUUOP.
3. Оценка эффективности работы электроэнергетической системы с распределенной генерацией / В. И. Загинайлов, Т. А. Мамедов, Н. А. Стушкина, О. В. Лештаев // Международный технико-экономический журнал. – 2022. – № 4. – С. 147-159. – DOI 10.34286/1995-4646-2022-85-4-147-159. – EDN KBEEAV.
4. Патент № 2801633 С1 Российская Федерация, МПК F24S 30/45. Устройство слежения приемной панели за Солнцем : № 2022134103 : заявл. 23.12.2022 : опубл. 11.08.2023 / О. В. Лештаев, В. И. Загинайлов, Н. А. Стушкина [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева". – EDN HBHPAX.
5. Лещинская, Т. Б. Показатели надежности распределительных линий / Т. Б. Лещинская, С. И. Белов // Техника в сельском хозяйстве. – 1996. – № 3. – С. 5-8. – EDN EPGNPM.

УДК 631.371

## ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

*Орехов Андрей Алексеевич, студент 2 курса бакалавриата факультета сети и системы связи, МТУСИ, andrey.orekhov05@mail.ru*

*Научный руководитель – Овсянникова Елена Александровна, старший преподаватель кафедры теории электрических цепей, МТУСИ, energo-ovs@mail.ru*

*Аннотация.* В статье произведено исследование и анализ применения цифровых технологий в энергетике сельского хозяйства. Были затронуты темы безопасности, автоматизации, будущего этой отрасли с использованием технологии интернета вещей.

*Ключевые слова:* энергетика, сельское хозяйство, автоматизация, безопасность, интернет вещей.

## APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE ENERGY ENGINEERING OF THE AGRICULTURAL-INDUSTRIAL COMPLEX

*Orekhov Andrey Alekseevich, 2nd year undergraduate student of Faculty of Networks and Communication Systems, MTUCI, andrey.orekhov05@mail.ru*

*Scientific supervisor – Ovsyannikova Elena Aleksandrovna, Senior Lecturer, of Department of Theory of Electric Circuits, MTUCI, energo-ovs@mail.ru*

*Annotation.* A study and analysis of digital technologies in the agricultural energy industry has been made. The topics of security, automation, and the future of this industry using the Internet of Things technology were touched upon.

*Key words:* energy, agriculture, automation, security, internet of things.

Цифровые технологии в настоящее время применяются во всех отраслях экономики для обеспечения надежного, экономичного и эффективного использования ресурсов, как материальных, так и труд человека.

Министерство сельского хозяйства РФ реализует проект «Цифровое сельское хозяйство», в котором указано, что цифровые технологии должны способствовать возрастанию производительности предприятий агропромышленного комплекса примерно в два раза в 2024 году.

Они становятся важным инструментом в сельском хозяйстве, особенно в управлении энергетическими ресурсами. Интеграция решений на основе Интернета вещей (IoT) позволяет не только оптимизировать производственные процессы, но и значительно повысить эффективность и устойчивость

сельскохозяйственного производства. Они позволяют контролировать полный цикл производства продукции как в растениеводстве, так и в животноводстве. Основные направления применения цифровых технологий представлены на рисунке 1 [1].



**Рисунок 1 - Основные направления применения цифровых технологий в АПК**

Интернет вещей представляет собой сеть взаимосвязанных устройств, которые могут собирать и передавать данные для анализа и принятия решений. В контексте сельского хозяйства IoT используется для создания «умных» ферм, где датчики контролируют параметры почвы, климатические условия и уровень влажности. Это обеспечивает фермерам доступ к актуальным данным для более обоснованных решений [2].

Одним из ярких примеров является точечное земледелие. Эта практика предполагает использование IoT-устройств для мониторинга состояния растений и почвы в реальном времени. С помощью датчиков, отслеживающих температуру, влажность и другие параметры, фермеры могут оптимизировать подачу воды и удобрений. Такой подход не только увеличивает урожайность, но и минимизирует затраты на ресурсы [3].

Другим важным аспектом цифровых технологий в сельском хозяйстве являются цифровые поля. Эти системы интегрируют данные из различных источников, таких как спутниковые изображения и метеорологические данные, создавая полную картину состояния земель. Фермеры могут использовать такую информацию для прогнозирования урожайности и планирования агрономических операций.

Связь также является критически важным элементом. Надежные системы связи необходимы для передачи данных с полей в центральные управляющие системы. Использование беспроводных технологий, таких как LTE и 5G, обеспечивает высокую скорость и стабильность передачи данных, что особенно актуально в удаленных районах.

Внедрение цифровых решений в сельскохозяйственную энергетику предлагает несколько ключевых преимуществ:

1. **Эффективность:** Автоматизация процессов и использование точных данных позволяют значительно сократить время и ресурсы. Повысить качество производимой продукции, а также увеличение ее срока годности. Возможность автоматизации и основных бизнес-процессов.

2. **Экономия:** Умные системы управления помогают снизить потребление энергии, что особенно важно в условиях ограниченности ресурсов. Способствуют улучшению работы сотрудников и повышению их производительности труда.

3. **Качество продукции:** Оптимизация условий для роста культур позволяет повысить качество и количество урожая.

4. **Снижение затрат:** Эффективное управление ресурсами ведет к уменьшению операционных расходов. Автоматизированный анализ процессов производства приводит к эффективному планированию следующего производственного цикла.

Тем самым обеспечивая компаниям, занимающимся внедрением цифровых технологий в производство положение лидеров по эффективности ведения, расширения своих производств.

Тем не менее, внедрение цифровых технологий ставит и новые вызовы, особенно в области безопасности данных и защиты от кибератак. Необходимо разработать соответствующие стандарты и протоколы, которые гарантируют защиту информации и совместимость различных систем.

Наиболее подходящими будут протоколы LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) и MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). LoRaWAN идеально подходит для сельского хозяйства благодаря своей способности обеспечивать связь на больших расстояниях с низким энергопотреблением, а MQTT подходит для передачи данных между устройствами в условиях ограниченной пропускной способности. MQTT обеспечивает эффективный обмен сообщениями и хорошо работает в сценариях, где требуется быстрая реакция на изменения, такие как автоматизация управления поливом или мониторинг климатических условий [4].

Цифровые технологии, включая IoT и системы управления данными, уже вносят значительные изменения в сельское хозяйство. Их использование в энергетике позволяет фермерам оптимизировать процессы, повышать эффективность и снижать затраты. Важно продолжать развивать и внедрять эти технологии, обеспечивая их безопасность и надежность. Будущее сельского хозяйства неразрывно связано с цифровыми решениями, что открывает новые возможности для устойчивого и эффективного производства [5].

### **Библиографический список**

1. Семёнова О. В. Цифровизация в сельском хозяйстве: перспективы и вызовы //Агропромышленные технологии. 2021. Т. 4, № 1. С. 45-52.

2. Костяев И. А. Интернет вещей в агропромышленном комплексе: практические аспекты применения // Научные исследования и разработки в агрономии. 2020. Т. 15, № 2. С. 35-42.

3. Петров В. Н., Иванова Е. А. Точные технологии в сельском хозяйстве: опыт применения и перспективы // Журнал сельского хозяйства. 2019. Т. 10, № 3. С. 12-20.
4. Фролов Д. В. Безопасность информационных технологий в агросекторе // Информационные технологии в агрономии. 2022. Т. 7, № 1. С. 18-25.
5. Гусев А. И., Белов С. В. IoT в сельском хозяйстве: возможности и угрозы // Агроинформатика. 2021. Т. 6, № 2. С. 50-58.
6. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – Москва: ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8.

## **ИЗУЧЕНИЕ ДАЛЬНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СТРУИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ИСТЕЧЕНИЯ**

**Пешков Никита Сергеевич**, студент 3 курса института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [nikitanumbia@gmail.com](mailto:nikitanumbia@gmail.com)

**Павин Даниил Сергеевич**, студент 3 курса института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [danyaravin@gmail.com](mailto:danyaravin@gmail.com)

**Голубцов Иван Романович**, студент 3 курса института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [romastiy78@mail.ru](mailto:romastiy78@mail.ru)

**Научный руководитель – Шевкун Николай Александрович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко. института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, [energo-shevkun@rgau-msha.ru](mailto:energo-shevkun@rgau-msha.ru)

**Аннотация.** Параметры микроклимата играют важную роль в содержании животных. Поддержание параметров микроклимата обеспечивается посредством различных технических средств. Одной из проблем является быстрое затухание струй воздушных потоков, подаваемых в животноводческое помещение устройствами систем микроклимата. В работе рассмотрены и предложены технические решения, направленные на решение данной проблемы. Намечены пути по дальнейшей оптимизации принятых решений и полученных результатов.

**Ключевые слова:** истечение, вентилятор, насадок, направляющий аппарат, микроклимат

## **THE STUDY OF THE RANGE OF THE AIR JET UNDER VARIOUS CONDITIONS OF EXPIRATION**

**Peshkov Nikita Sergeevich**, 3 th year student of the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [nikitanumbia@gmail.com](mailto:nikitanumbia@gmail.com)

**Pavin Daniil Sergeevich**, 3th year student of the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [danyaravin@gmail.com](mailto:danyaravin@gmail.com)

**Golubtsov Ivan Romanovich**, 3 th year student of the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [romastiy78@mail.ru](mailto:romastiy78@mail.ru)

**Scientific adviser – Shevkun Nikolay Aleksandrovich**, Ph.D of Agricultural

*Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Electric Power Supply and Thermal Power Engineering named after Academician I.A. Budzko. Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, energo-shevkun@rgau-msha.ru*

**Annotation.** *The parameters of the microclimate play an important role in the maintenance of animals. The maintenance of the microclimate parameters is provided by various technical means. One of the problems is the rapid attenuation of the jets of air flows supplied to the livestock premises by devices of microclimate systems. The paper considers and proposes technical solutions aimed at solving this problem. The ways to further optimize the decisions made and the results obtained are outlined.*

**Key words:** *expiration, fan, nozzle, guide device, microclimate*

Продуктивность животных, их привесы и продолжительность жизни зависит от микроклимата в животноводческих помещениях, требуемые параметры которого поддерживают микроклиматические установки различных типов и конструкций [1, 2].

Перемещение воздушных масс устройствами обеспечения микроклимата животноводческих помещений осуществляется посредством осевых вентиляторов [3]. Данный тип вентиляторов создает закрученную воздушную струю, истекающую с лопаток рабочего колеса, которая расширяется и в конечном итоге рассеивается в окружающем воздухе. Закручивание воздушных масс истекающей струи усиливает эффект раскрытия, что в свою очередь приводит к быстрому ее затуханию и снижению дальности распространения, что в свою очередь не позволяет в полной мере поддерживать параметры микроклимата на должном уровне.

Одним из предложений решения данной проблемы является использование направляющего аппарата [4], который выравнивает закручивание воздушной струи тем самым обеспечивая дальность перемещения подаваемых воздушных масс. Из литературных источников известно, что проведенные экспериментальные исследования применения направляющего аппарата позволили уменьшить угол раскрытия истекающей струи и обеспечили увеличение дальности ее полета на 54 % [4, 5]. Предложенная авторами модель представляла собой корпус с выравнивающим аппаратом. Учитывая его габаритные размеры можно предположить, что рассматривалось истечение воздушной струи из отверстия в тонкой стенке, так как длина корпуса не превышала 2,5 диаметра его выходного отверстия. Ключевым элементом конструкции являлся именно выравнивающий аппарат, так как опыты, проведенные без него, показали быстрое раскрытие и затухание струи.

На основе выше изложенного анализа было принято решение провести теоретические исследования истечения воздушной струи для различных типов насадков применительно к заданной модели осевого вентилятора при

различных режимах его работы и углах установки. В качестве рассматриваемых насадков были выбраны цилиндрический и конически сходящийся [6, 7]. Предположительно они должны обеспечивать выравнивание истекающей струи и увеличивать дальность ее боя.

Дальность боя струи можно определить зависимостью

$$l_m = \frac{v^2 (\sin \theta)^2}{g},$$

где  $v$  - скорость истечения, м/с;  $\theta$  - угол наклона начальной скорости к горизонту.

Скорость истечения в свою очередь зависит от коэффициента скорости насадка и давления воздушного потока [8, 9] создаваемого вентилятором, и определяется зависимостью

$$v = \varphi \sqrt{\frac{2p}{\rho}},$$

где  $\varphi$  – коэффициент скорости;  $p$  – давление создаваемое вентилятором, Па;  $\rho$  - плотность воздуха (при нормальных условиях  $1,293 \text{ кг/м}^3$ ),  $\text{кг/м}^3$ .

Расчеты проводились применительно к осевому канальному вентилятору СК – 160 создающего давление в пределах от 0 до 120 Па, при нормальных условиях. Угол установки насадка варьировался в пределе от 5 до 20° к горизонту. Данное ограничение по углу установки обусловлено конструктивными параметрами.

На основе проведенных расчетов были получены результаты дальности боя струи в пределах  $l_m = 0 \dots 1,48 \text{ м}$  для цилиндрического и от 0 до 2,04 м для конически сходящегося насадков (рис.1). При этом максимальная дальность распространения струи будет происходить при максимально создаваемом давлении  $p = 120 \text{ Па}$  и углу  $\theta = 20^\circ$ .

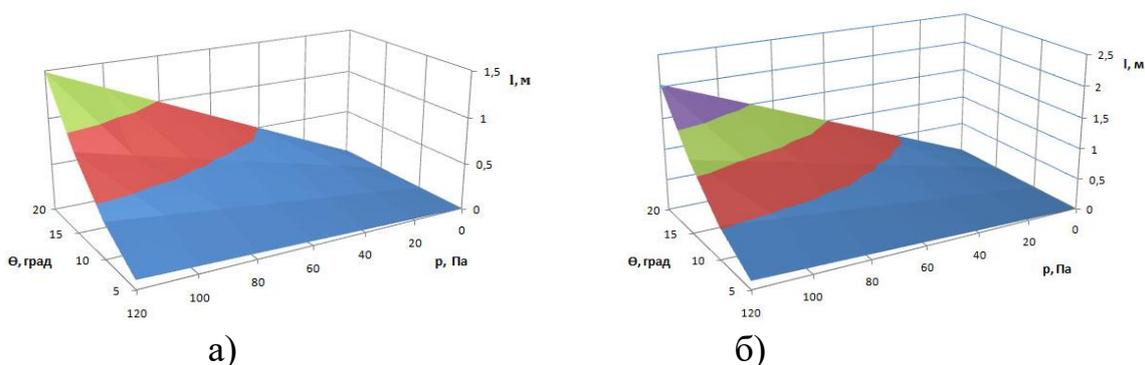


Рисунок 1 – Дальность боя струи в зависимости от давления и угла установки:

а) цилиндрического насадка, б) конически сходящего насадка

Анализ полученных результатов показывает, что конически сходящийся насадок обеспечивает большую дальность боя струи, а с учетом его конструктивной особенности должен формировать компактную струю. Полученные результаты необходимо проверить опытным путем, проведя экспериментальные исследования по дальности распространения струи с анализом ее раскрытия при истечении из рассмотренных насадков. По итогам проведения опытов обосновать оптимальный угол установки насадка исходя из условий обеспечения дальности боя струи и ее раскрытия.

### **Библиографический список**

1. Игнаткин И.Ю., Шевкун Н.А., Архипцев А.В., Кожевникова Н.Г., Скороходов Д.М. Об особенностях организации реверсивного оттаивания в рекуператорах теплоты вытяжного воздуха // *Агроинженерия*. 2022. Т. 24. № 6. С. 15-19. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-6-15-19>
2. Sergeeva N.V., Arinichev V.N., Shevkun N.A., Ovsianikova E.A., Chistova Ya.S. Economic evaluation of innovative engineering solutions in animal husbandry IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 677 (2021) 022036 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/677/2/022036
3. Ignatkin I.Yu., Kazantsev S.P., Shevkun N.A., Skorokhodov D.M., Serov N.V., Alipichev A.Yu., Panchenko V.A. Developing and testing the air cooling system of a combined climate control unit used in pig farming. *Agriculture*. 2023;13(2):334. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020334>
4. Игнаткин И.Ю., Шевкун Н.А., Скороходов Д.М., Бобров М.Н., Казанцев С.П., Мельников О.М. Исследование влияния модели выравнивающего аппарата вентилятора на распределение струи приточного воздуха // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2024. №6 (236). С. 101-108.
5. Игнаткин И.Ю., Архипцев А.В., Шевкун Н.А., Овсянникова Е.А., Шевкун В.А., Мельников О.М. Рекуперативная установка с системой корректирования направления вектора потока приточного воздуха // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2022. № 183. С. 1-11.
6. Практикум по гидравлике: Учебное пособие / Н.Г. Кожевникова, Н.П. Тогунова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, В.Ф. Кривчанский. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 248 с.
7. Кожевникова, Н.Г. Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: Практикум / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А.В. Драный М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 115 с.
8. Кожевникова Н.Г., Шевкун Н.А., Шевкун В.А., Драный А.В. Экспериментальные исследования условий распыла жидкостей посредством воздушного потока // *Агроинженерия*. 2021. № 6(106). С. 32-37. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2021-6-32-37>.
9. Кожевникова Н.Г., Шевкун Н.А., Драный А.В., Цымбал А.А. Анализ распределения давления в воздушном потоке по длине воздуховода // *Сборник*

научных трудов Седьмой Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения Академика А.В. Лыкова. 2020. С. 282-286.

УДК 628.16.094.3-926.214

## **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ОЗОНАТОРА ВОДЫ ДЛЯ ПОЛИВА РАСТЕНИЙ**

*Пискарёва Анастасия Владимировна, студентка 2 курса магистратуры института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, av-piskaryova@yandex.ru*

*Научный руководитель – Белов Михаил Иванович, д.т.н., профессор, РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, belov@rgau-msha.ru*

*Аннотация.* Проблема озонирования воды при подготовке ее для полива растений остается актуальной. Рассматриваемая автоматизированная система озонирования воды позволяет повысить эффективность капельного полива.

*Ключевые слова:* озонирование воды, датчик, автоматизированная система.

## **FUNCTIONAL DIAGRAM OF A WATER OZONATOR FOR WATERING PLANTS**

*Piskareva Anastasia Vladimirovna, student of the 2nd year of the Master's degree at the V. P. Goryachkin Institute of Mechanics and Energy Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, av-piskaryova@yandex.ru*

*Scientific supervisor – Mikhail Ivanovich Belov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, belov@rgau-msha.ru*

*Annotation.* The problem of ozonation of water when preparing it for watering plants remains relevant. The considered automated water ozonation system makes it possible to increase the efficiency of drip irrigation.

*Key words:* water ozonation, sensor, automated system.

**Введение.** Озонирование воды в процессе ее подготовки для полива растений в настоящее время находит широкое применение. Это обусловлено тем, что благодаря озонированию воде удается придать необходимые свойства без использования дополнительных химических средств, которые негативно влияют на рост растений.

Особенно эффективно применение озонаторов в автоматизированных системах гидропоники, где к водоподготовке предъявляются высокие требования, так как растения в этом случае получают питательные вещества только из жидких минеральных удобрений, переносимых водой. Важно, чтобы

удобрения были доставлены к корням растений и не были нейтрализованы в водном растворе, а также не образовали осадка, что может привести к засорению всей системы.

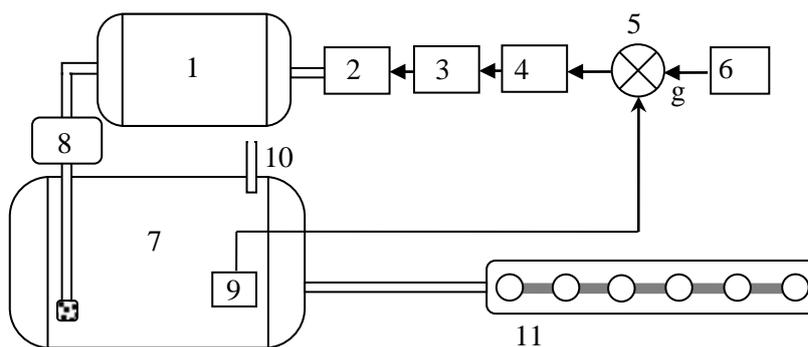
Озонирование воды, используемой для полива растений, обеспечивает ее очистку, а также снижение микробной обсемененности растений, субстрата, на котором растения выращиваются (почвы, каменной ваты и т.д.) и воздуха вблизи поливаемых растений. Растворимость озона в воде превышает растворимость кислорода. Проникая в прикорневую зону, озон распадается до кислорода и высвобождается из воды. Таким образом, озонирование – это способ транспортировки дополнительного кислорода, предотвращающего развитие в почве анаэробных бактерий, что благоприятно сказывается на росте растений и их урожайности.

Важное значение имеет уровень концентрации озона в воде. Так, высокие концентрации озона применяются для уничтожения грибков, бактерий, дрожжей, вирусов, а также насекомых. [1]. Таким образом, содержание озона в воде необходимо регулировать в зависимости от ее назначения и внешних условий.

**Методы исследования.** Результаты работы основаны на анализе данных озонирования воды для полива растений, полученных из открытых источников, включая научные публикации.

**Результаты исследования.** Уровень  $pH$  и содержание озона являются важными характеристиками воды, подготавливаемой для полива растений. Эффективность полива повышается при использовании автоматизированной системы регулирования этих параметров [4].

Автоматизированная система озонирования воды как элемент автоматизированной системы капельного полива позволяет регулировать содержание озона в воде (рис. 1).

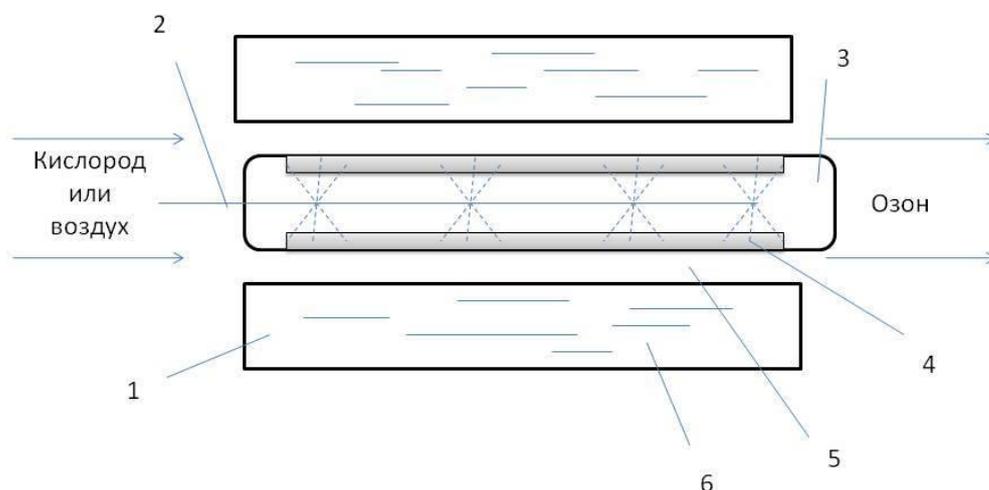


**Рисунок 1 – Схема автоматизированной системы озонирования воды**  
 1 – генератор озона; 2 – компрессор; 3 – реле времени; 4 – микроконтроллер; 5 – устройство сравнения концентрации озона в емкости для полива с заданной; 6 – блок задания концентрации озона; 7 – емкость для полива с водой; 8 – система барботаж; 9 – датчик концентрации озона в воде; 10 – горловина емкости; 11 – система капельного полива

Обратная связь, которая обеспечивается датчиком концентрации растворенного озона, является важной частью системы, так как её отсутствие сделало бы применение озонатора не только неэффективным, но и опасным как для растений, так и для людей, находящихся в непосредственной близости от работающего озонатора.

Задающим воздействием  $g$  является требуемое значение концентрации озона в воде. Микроконтроллер контролирует разность концентраций озона с задающего блока и с датчика концентрации озона, установленного в воде, заполняющей емкость для полива. Датчик передает информацию об уровне озона в воде. При достижении заданного расхождения между заданным и измеренным значениями концентрации озона микроконтроллер инициирует срабатывание реле времени, и работа генератора озона останавливается.

Приведённый в схеме генератор озона представляет собой устройство, состоящее из двух электродов, разделенных диэлектриком (рис. 2). «Электрод низкого напряжения представляет собой цилиндр из нержавеющей стали, в котором с зазором установлен полый цилиндрический стеклянный диэлектрик, покрытый с внутренней стороны тонким слоем металла. Электрод высокого напряжения размещен строго по центру стеклянного диэлектрика. Работа генератора состоит в следующем. Поток сухого воздуха (или кислорода) поступает в пространство между цилиндрическим электродом и стеклянным диэлектриком. При наложении переменного тока высокой частоты происходит электрический разряд и образуется озон» [3].



**Рисунок 2 – Трубчатый элементарный генератор озона**

- 1- электрод низкого напряжения (электрод массы); 2- электрод высокого напряжения; 3- стеклянный диэлектрик; 4- металлическое покрытие;  
 5 - зона электрического разряда (межэлектродное пространство);  
 6- охлаждающая вода

Система барботаж, состоящая из емкости с водой, трубок с отверстиями и фильтрами и другими элементами, является устройством, от которого зависит

равномерность распределения озона в воде, а также скорость насыщения потока воды озоном. В промышленных масштабах центробежные распылительные машины и кавитационные аэраторы [3] оснащаются специальными пористыми дисками для создания более мелких пузырьков озона в воде.

**Выводы.** Озонирование воды для полива растений, позволяющее обеспечить очистку воды и защитить растения от вирусов, грибков и других воздействий, является актуальной темой исследования.

Рассмотренная система автоматизированного озонирования воды при подготовке ее для капельного полива растений позволяет обеспечить заданный уровень концентрации озона в воде.

### **Библиографический список**

1. Разумовский, С.Д. Озон и его реакции с органическими соединениями. / С. Д. Разумовский, Г. Е. Заиков. – М.: Наука, 2020, 159 с. 1974, 316.
2. Кузнецов, В. А. Теория и математическая модель гидро-динамических и электрических процессов при интенсивных режимах озонирования: автореф. ... дис. д-ра. техн. наук : 05.13.16. – Пермь, 2005, 48 с.
3. Орлов, В.А. Озонирование воды. –М., 1984, 88 с.
4. Storchevoy V, Belov M., Gurov D. & etc. Assessment of the change in the pH of water in a flow electric activator. Irrigation and Drainage. Vol 73, Iss. 4, p. 1606..1614.

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРООЗОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ**

**Сальникова Елизавета Романовна**, студент 1 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К. А. Тимирязева, [lizasaln1kova@yandex.ru](mailto:lizasaln1kova@yandex.ru)

**Федоренко Ольга Викторовна**, инженер кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко» института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К. А. Тимирязева, [fedped45@mail.ru](mailto:fedped45@mail.ru)

**Балашов Владимир Сергеевич**, студент 3 курса бакалавриата факультета механизации ФГБОУ ВО Кубанского ГАУ, [vova522bal@mail.ru](mailto:vova522bal@mail.ru)

**Научный руководитель – Федоренко Евгений Александрович**, доцент кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко» института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К. А. Тимирязева, [fedorenko\\_ea@mail.ru](mailto:fedorenko_ea@mail.ru)

**Аннотация.** В настоящее время наблюдается активное внедрение нейронных сетей в различные сферы деятельности. Агропромышленный комплекс сталкивается с серьезными сложностями в области мониторинга электроозонирования. Нейросети, благодаря своей способности обрабатывать большие объемы данных, могут стать эффективным инструментом для решения этой задачи. Применение нейросетевых технологий позволит оптимизировать процессы и обеспечит продовольственную безопасность в российской агропромышленности.

**Ключевые слова:** электроозонирование, нейросеть, озон, управление, оптимизация.

## **DIGITALIZATION OF ELECTRO-ZONE TECHNOLOGIES TO INCREASE THE EFFICIENCY OF THEIR APPLICATION**

**Salnikova Elizaveta Romanovna**, 1st year undergraduate student of the V. P. Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [lizasaln1kova@yandex.ru](mailto:lizasaln1kova@yandex.ru)

**Fedorenko Olga Viktorovna**, Engineer of the Department of "Electricity Supply and Heat Power Engineering named after Academician I.A. Budzko" of the V. P. Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, [fedped45@mail.ru](mailto:fedped45@mail.ru)

**Balashov Vladimir Sergeevich**, 3rd year undergraduate student of the Faculty of Mechanization of the Kuban State Agrarian University, [vova522bal@mail.ru](mailto:vova522bal@mail.ru)

**Scientific advisor – Fedorenko Evgeny Alexandrovich**, Associate Professor of the

**Annotation.** *Currently, there is an active introduction of neural networks into various fields of activity. The agro-industrial complex is facing serious difficulties in the field of monitoring of electrozoning. Neural networks, due to their ability to process large amounts of data, can become an effective tool for solving this problem. The use of neural network technologies will optimize processes and ensure food security in the Russian agro-industry.*

**Key words:** *electrozoning, neural network, ozone, management, optimization.*

Сельское хозяйство начало своё развитие более 10 000 лет назад. В те времена оно имело крайне примитивный характер, и с тех пор человечество прошло значительный путь, от простейших орудий труда до современных технологий, включая применение искусственного интеллекта. Сейчас сельскохозяйственная промышленность является важной отраслью экономики, обеспечивающей продовольственную безопасность и создающая новые рабочие места. Тем не менее увеличение численности населения и изменения климата порождают новые проблемы, требующие инновационных подходов к повышению эффективности и устойчивости сельского хозяйства. В последние годы наблюдается активное внедрение современных технологий во все отрасли агропромышленного комплекса. И всё это стало возможным благодаря новейшим агротехнологиям.

Одним из таких направлений является озонирование, которое, благодаря тому что озон обладает сильным окислительным свойством, эффективно уничтожает патогенные микроорганизмы, такие как бактерии, вирусы и грибы. Кроме того, озонирование применяется для стимулирования роста растений. А также электроозонные технологии ориентированы на формирование экологически чистых и комфортных условий для труда и жизни человека.

Озонирование представляет собой многообещающую технологию с широким спектром применения в сельском хозяйстве. Обработка семян озоном до посева способствует повышению их устойчивости к заболеваниям. Применение озона для обработки почвы как до посева, так и после уборки урожая, эффективно уничтожает вредителей и препятствует развитию болезней растений. Кроме того, озонирование используется для обеспечения длительного хранения сельскохозяйственной продукции в хранилищах.

Использование электроозонных технологий оказывает положительное влияние на различные аспекты сельскохозяйственного производства:

- дезинфекция и дезинсекция продукции растениеводства;
- улучшение структуры почвы в закрытом грунте;
- повышение продуктивности сельскохозяйственного производства;

- сокращение использования химических припоров и удобрений;
- повышение качества семян;
- снижение риска загрязнения окружающей среды, и многое другое.

Однако, использование озона имеет ряд сложностей, например, при слишком высокой концентрации озона – весьма высока вероятность повреждения растений, а при низкой концентрации, мы можем стимулировать развитие патогенной микрофлоры как на поверхности растения, так и в почве. Другим примером может служить электроозонная технология хранения овощей и фруктов в озонной среде. При высоких концентрациях озона и длительном времени обработки овощей и фруктов заложенных на длительное хранение, происходит большая убыль массы, за счёт усушки. Если концентрации и время обработки будут меньше технологически верного, то за счёт стимуляции развития грибков и плесени, срок хранения значительно уменьшится.

При применении электроозонных технологий в аграрном производстве необходимо осуществлять строгий контроль за соблюдением технологических норм по времени обработки, концентрации озона, периодичностью обработки и периодом мониторинга, так как для каждой технологии с применением озонирования они существенно варьируются. (рис.1)

Одним из решений вышеупомянутых сложностей может являться применение нейросети при использовании электроозонных технологий в сельскохозяйственном производстве.



Рисунок 4 - Применение электроозонных технологий в аграрном производстве

Искусственный интеллект играет важную роль в улучшение сельского хозяйства, способствуя упрощению ведущих процессов, таких как

животноводство, селекция, прогнозирование спроса и планирование. Автоматизация этих операций позволяет снизить трудозатраты фермеров, обеспечивая им возможность эффективно реагирования на возникающие проблемы и принятия обоснованных решений. Внедрение интеллектуальных систем приводит к повышению эффективности производства сельскохозяйственной продукции. Благодаря способности к обработке значительных объёмов данных и выявлению сложных корреляций между переменными, нейронные сети предоставляют аграрным предприятиям возможность принимать обоснованные решения, основанные на всестороннем анализе обширных массивов данных.

Озонирование и нейронные сети могут быть использованы совместно для оптимизации процессов в сельском хозяйстве. Информация о процессе озонирования и его эффективности может быть применена для обучения нейронной сети, способной предсказывать наилучшие условия озонирования для определенного технологического процесса. Нейронные сети также могут использоваться для определения оптимального времени и длительности озонирования, учитывая влияние факторов, таких как температура, влажность и степень загрязнения.

Перспективы развития этого направления связаны с дальнейшим совершенствованием технологий и разработкой новых методов использования озона и нейронных сетей в сельском хозяйстве. Также возможно развитие интеграции этих технологий в другие отрасли, такие как пищевая промышленность или производство удобрений.

Таким образом, применение озонирования в сочетании с технологиями нейронной сети может стать важным фактором как в развитии сельского хозяйства, так и в обеспечении продовольственной безопасности Российской Федерации. В настоящее время на Кафедре «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева проводятся эксперименты по применению нейросети в аграрных электротехнологиях.

### **Библиографический список**

1. Емельянов Ю.М. Структура и механизм разряда процесса образования озона в озонаторах / Ю.М. Емельянов, В.Г. Бабаян, З.И. Аршулы // Журнал физической химии -Т. 42. - вып. 11. - С. 2936-2939.
2. Нормов Д.А., Федоренко Е.А. Влияние обработки озоново-воздушной смесью на лежкость баклажанов // Гавриш. № 1. С. 32-34.
3. Федоренко Е.А., Емелин А.В., Харченко С.Н. Электротехнологии в сельском хозяйстве: эффективность применения озона в растениеводстве и животноводстве. Краснодар, 2022.
4. Способ стимулирования роста гороха в условиях защищенного грунта для селекционных целей. Нормов Д.А., Курзин Н.Н., Федоренко Е.А., Шуськин Е.И., Нормов В.А. Патент на изобретение RU 2479186 С1, 20.04.2013. Заявка № 2011132900/13 от 04.08.2011.

5. Емельянов Ю.М. Электрическая теория озонаторов / Ю.М. Емельянов, Ю.В. Филиппов // Журнал физической химии. - 1959. - Т. 33. - вып. 5. - С. 1042- 1046.
6. Федоренко Е.А., Нормов Д.А. Влияние озоново-воздушной обработки на фитопатогенную микрофлору в овощехранилище // Гавриш. № 4. С. 16-17.
7. Елецкий А.В. Газовый разряд / А.В. Елецкий. - М.: Знание- 630 с.
8. Способ и устройство для осушения воздуха. Андреев С.А., Судник Ю.А., Белоусова И.В., Нормов Д.А., Федоренко Е.А. Патент на изобретение RU 2502023 С2, Заявка № 2011152706/12.
9. В.Е. Ториков, В.А. Погоньшев, Д.А. Погоньшева, Г.Е. Дорных. Состояние цифровой трансформации сельского хозяйства // Вестник Курской ГСХА. 2020. № 9. С. 6-13.

## ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

*Сергеев Сергей Сергеевич, студент 2 курса бакалавриата Московского технического университета связи и информатики (МТУСИ), s.s.sergeev@edu.mtuci.ru*

*Белугина Дина Александровна, студентка 2 курса бакалавриата Московского технического университета связи и информатики (МТУСИ), d.a.belugina@edu.mtuci.ru*

*Научный руководитель – Овсянникова Елена Александровна, старший преподаватель Московского технического университета связи и информатики (МТУСИ), energo-ovs@mail.ru*

*Аннотация:* Статья посвящена применению цифровых технологий в энергетике сельского хозяйства. Рассматриваются проблемы потерь и нестабильности в электрических сетях, предлагаются решения для повышения энергоэффективности и стабильности энергоснабжения, включая компенсацию реактивной мощности и стабилизаторы напряжения. Представлены требования для надёжной работы сетей в сельскохозяйственных условиях.

*Ключевые слова:* цифровые технологии, энергетика, сельское хозяйство, передача энергии, распределение энергии, электрические сети, потери энергии, стабильность, реактивная мощность, стабилизаторы напряжения.

## DIGITAL TECHNOLOGIES IN AGRICULTURAL ENERGY

*Sergeev Sergey Sergeevich, 2nd year undergraduate student of the Moscow Technical University of Communications and Informatics (MTUCI), s.s.sergeev@edu.mtuci.ru*

*Belugina Dina Aleksandrovna, 2nd year undergraduate student of the Moscow Technical University of Communications and Informatics (MTUCI), d.a.belugina@edu.mtuci.ru*

*Scientific advisor – Ovsyannikova Elena Alexandrovna, Senior Lecturer of the Moscow Technical University of Communications and Informatics (MTUCI), energo-ovs@mail.ru*

*Annotation:* The article is dedicated to the application of digital technologies in agricultural energy. It addresses issues of energy losses and instability in electrical networks, offering solutions to enhance energy efficiency and stability of energy supply, including reactive power compensation and voltage stabilizers. Requirements for the reliable operation of networks in agricultural conditions are

presented.

**Key words:** *digital technologies, energy, agriculture, energy transmission, energy distribution, electrical networks, energy losses, stability, reactive power, voltage stabilizers.*

Нами была подготовлена статья, в которой рассматриваются ключевые аспекты передачи и распределения электроэнергии в сельском хозяйстве, акцентируя внимание на проблемах потерь энергии и нестабильности электрических сетей. В ней также предлагаются решения для повышения энергоэффективности, включая методы компенсации реактивной мощности и использование стабилизаторов напряжения.

Передача электроэнергии осуществляется через сеть, спроектированную для стабильной работы в любых режимах — нормальном, ремонтном и послеаварийном. Электрические сети классифицируются по номинальному напряжению, территориальному охвату и иерархии, а энергия передаётся по воздушным и кабельным линиям. Основная проблема передачи на большие расстояния — потери из-за омического сопротивления, которые снижаются за счёт уменьшения сопротивления линий или повышения напряжения, что зависит от формулы (1):

$$Q = I^2 R t = \frac{P^2}{U^2} R t. \quad (1)$$

где:

- Q – тепло, теряющееся в линии передачи электрической энергии;
- I – ток в линии передачи электрической энергии;
- R – активное сопротивление линии;
- P – мощность нагрузки;
- U – напряжение в линии передачи электрической энергии;
- t – время.

Распределение электроэнергии является последним этапом в процессе передачи энергии от электростанции к потребителю. Данный процесс состоит из нескольких этапов. На первом этапе электроэнергия поступает на первичные подстанции, где высоковольтное напряжение преобразуется в среднее. На следующем этапе электроэнергия попадает на вторичные подстанции, где напряжение преобразуется в более низкое, которое требуется для работы различных электроприборов. При распределении электрической энергии основной проблемой является поддержание стабильности передачи [2].

Вот некоторые причины, которые могут привести к нарушению стабильности передачи:

- Перегруженность линии.
- Короткое замыкание.
- Удар молнии.
- Подключённые к линии приборы, с большим энергопотреблением.

- Обрыв линии передачи электрической энергии.
- Выход из строя оборудования подстанции.
- Некачественная проводка.

Для того, чтобы поддерживать стабильность передачи электроэнергии применяют сетевые фильтры, генераторы переменного тока, различные стабилизаторы, а также источники бесперебойного питания [3].

Для того, чтобы передача энергии по электрическим сетям была энергоэффективной, и снизить количество потери энергии при передаче её на расстояния, необходимо компенсировать реактивную мощность.

Устройства, предназначенные для компенсации реактивной мощности, необходимо выбирать таким образом, чтобы обеспечить нормируемую пропускную способность сетей, как при нормальных режимах работы, так и при возникновении аварийных ситуаций. В сетях необходимо поддерживать такие важные параметры, как необходимый уровень напряжения и запас устойчивости нагрузок потребителей.

При недостаточной компенсации реактивной мощности, в сетях будет увеличиваться реактивная составляющая. Данный процесс приведёт к увеличению потерь, снижению. Напряжения и понижению устойчивости данной энергосистемы.

На сегодняшний момент это является основным элементом, способным обеспечить надёжность и энергоэффективность при использовании энергосистем.

Решив данный вопрос, в электрических сетях возможно добиться стабилизации напряжения и снижения потерь энергии.

При возникновении нестабильного напряжения в сети происходит снижение энергоэффективности использования энергосистемы, повышение потерь энергии, скорейший износ защитной и коммутационной аппаратуры и возникает наибольшая вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Применение современных технологий, например, «умный дом» и других систем, на работу которых в значительной степени влияют перепады напряжения, невозможны без решения данного вопроса по компенсации реактивной мощности.

Использование индуктивно-ёмкостных устройств позволит решить данный вопрос и увеличить энергоэффективность электрических сетей.

На данный момент наибольшее распространение получили данные типы таких устройств:

- индуктивно-ёмкостные группы дискретно регулируемые;
- индуктивно-ёмкостные группы плавно регулируемые;
- нерегулируемые.

В результате анализа применения данных типов устройств в сети напряжение становится стабильным и соответственно нет угрозы возникновения аварийных ситуаций. Напряжение возможно стабилизировать в пределах нескольких процентов от заданного. При всех возможных режимах работы, в том числе и послеаварийных.

Для эффективности применения новейших разработок науки и технологий, необходимо применять это на практике при обучении молодых специалистов [4].

Использование современных проводниковых и изоляционных материалов при выполнении линий электропередач является перспективным и способствует повышению энергосбережения при передачи электрической энергии на расстояния [5].

Цифровая подстанция, как элемент интеллектуальной электросети, объединяет системы контроля, защиты и управления на основе цифровой передачи данных. Она позволяет уменьшить габариты и затраты на подстанции, одновременно повышая их надёжность и качество энергоснабжения. Преимущества включают улучшенную помехоустойчивость, сокращение оборудования и экономию пространства.

Возвращаясь к электрическим сетям сельскохозяйственного назначения, важно рассмотреть их отличия от остальных сетей. Основной особенностью электрических сетей данного типа является то, что они имеют большую протяжённость, в следствии чего плотность электрических нагрузок уменьшается и в основном находится в пределах от 5 до 10 кВт/м<sup>2</sup>. Однако есть сети, в которых она имеет значение в пределах от 15 до 20 кВт/м<sup>2</sup>. Это является источником проблемы т.к. приходится передавать электроэнергию низкой мощности на большие расстояния.

Из этого вытекает несколько особенностей сельскохозяйственных электрических сетей:

- Пониженная надёжность сетей электрического снабжения. Это связано с тем, что ранее в силу того, что электрические сети в сельском хозяйстве были предназначены не для производства, а для облегчения труда, для создания сетей применялись достаточно дешёвые элементы, которые соединялись древовидно. Это приводит к тому, что сейчас сети стали разомкнутыми или радиальными, что приводит к обесточиванию всего участка в случае неисправности одной из точек.

- Применение повышенных напряжений. В отличие от городов, использующих 6 и 10 кВ сети, сельскохозяйственные сети имеют напряжение 10 и 35 кВ.

- Пониженное качество напряжения у приёмников электроэнергии. Это связано с тем, что из-за дальности передачи приходится то повышать, то понижать параметры электроэнергии. Это приводит к тому, что в сетях появляется много "звеньев", соединяющих источники и потребители, что приводит к потерям электроэнергии и снижению качества напряжения.

### **Библиографический список**

1 Герасименко, А. А./Электроэнергетические системы и сети. Версия 1 [Электронный ресурс]: конспект лекций / А. А. Герасименко, Е. С. Кинев, Т. М. Чупак. – Электрон. дан. (7 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2008

2 Костин, В.Н. Передача и распределение электроэнергии Е. В. Распопов, Е. А. Родченко /: Учеб. пособие. – СПб.: СЗТУ, 2003 – 147 с.

3 Шлепина, Д. М. Анализ конструкций электрофильтров для сельскохозяйственных помещений / Д. М. Шлепина//Доклады ТСХА, Москва, 03–05 декабря 2019 года. Том Выпуск 292, Часть I. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020. – С. 134-138.

4 Трушина, Л. Н. Применение передовых технологий обучения при подготовке агроинженеров/ Л. Н. Трушина, Е. А. Овсянникова, Е. С. Шнарас // Развитие научного наследия великого учёного на современном этапе: Сборник международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию члена-корреспондента РАСХН, Заслуженного деятеля науки РСФСР и РД, профессора М.М. Джамбулатова, Махачкала, 17 марта 2021 года. Том III. – Махачкала: Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова, 2021. – С. 119-126. – EDN MFAYPY.

5 Овсянникова, Е. А. Современные электроизоляционные материалы / Е. А. Овсянникова, В. В. Дубов, И. А. Сосенков // Инновационные подходы к развитию науки и производства регионов: взгляд молодых учёных: Материалы 48-ой научно-практической конференции студентов и молодых учёных, Тверь, 17–19 марта 2020 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 224-226. – EDN FEWWNY.

6 Справочник 24 –  
<https://spravochnick.ru/lektoriy/elektroenergeticheskie-sistemy-i-setihgub1/>  
(13.10.2024)

**АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕБАЛАНСА ПОТРЕБЛЯЕМОЙ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЯХ  
10/0.4 С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ АИИСКУЭ**

*Туниев Григорий Алексеевич, студент 2 курса магистратуры института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, gtuniev@bk.ru*

*Научный руководитель – Белов Сергей Иванович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sbelov@rgau-msha.ru*

*Аннотация. В статье рассматривается проблема небаланса электроэнергии на трансформаторных подстанциях 10/0.4 кВ, анализируются причины его возникновения, и предлагается подход к сокращению небаланса с помощью автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИСКУЭ). Приводится расчет экономических показателей и диаграмма, иллюстрирующая влияние снижения небаланса на экономическую эффективность.*

*Ключевые слова: трансформаторная подстанция, небаланс, АИИСКУЭ, потери электроэнергии, экономическая эффективность.*

**ANALYSIS OF UNBALANCE INDICATORS OF ELECTRICITY  
CONSUMPTION AT 10/0.4 TRANSFORMER SUBSTATIONS WITH THE  
HELP OF THE AISCUE SYSTEM**

*Tuniev Grigoriy Alekseevich, 2<sup>nd</sup> year master's student of the Institute Mechanical and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, gtuniev@bk.ru*

*Scientific advisor – Belov Sergey Ivanovic, PhD, associate professor, associate professor of power supply and thermal power department of the Institute Mechanical and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, sbelov@rgau-msha.ru*

*Annotation: The article considers the problem of unbalance of electricity at transformer substations 10/0.4 kV, analyses the causes of its occurrence, and proposes an approach to reducing unbalance with the help of the automated information and measurement system of commercial electricity metering (AISCUE). The calculation of economic indicators and a diagram illustrating the impact of unbalance reduction on the economic efficiency are provided.*

**Key words:** transformer substation, unbalance, AISCUE, power losses, economic efficiency.

Современные энергетические системы требуют точного учета и контроля потребляемой электроэнергии, что становится особенно важным в условиях растущих энергозатрат и требований к эффективности [7]. Небаланс электроэнергии на трансформаторных подстанциях 10/0.4 кВ представляет собой разницу между количеством электроэнергии, поданной на подстанцию, и объемом потребленной электроэнергии [1]. Причины небаланса могут включать как технические, так и коммерческие потери, например, утечки и ошибки в учете [3].

Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии (АИИСКУЭ) предоставляет возможности для точного учета и анализа данных, что способствует выявлению причин небаланса и повышению точности учета. Данная статья направлена на рассмотрение эффективности использования системы АИИСКУЭ для анализа небаланса электроэнергии на трансформаторных подстанциях 10/0.4 кВ [2].

Основные причины небаланса электроэнергии включают:

1. Технические потери — неизбежные потери, связанные с процессом передачи электроэнергии по линиям и оборудованию.
2. Коммерческие потери — потери, связанные с ошибками измерений, а также случаи хищения или неправомерного потребления электроэнергии.

Система АИИСКУЭ позволяет с высокой точностью отслеживать данные по каждому потребителю и агрегировать их для анализа [6]. Данные с многотарифных счетчиков, подключенных к системе, поступают в реальном времени, что позволяет быстро обнаружить аномальные значения и отследить потери [4].

Экономическая эффективность использования АИИСКУЭ рассчитывается на основе следующих показателей:

Потери электроэнергии  $P_{\text{потери}}$  можно рассчитать по формуле:

$$P_{\text{потери}} = P_{\text{вх}} - P_{\text{исх}}$$

где  $P_{\text{вх}}$  — это суммарная электроэнергия, поданная на подстанцию, а  $P_{\text{исх}}$  — электроэнергия, учтенная по данным АИИСКУЭ на выходе.

Экономический эффект (Еэфф) от внедрения АИИСКУЭ определяется как разница между потерями до и после внедрения системы учета:

$$E_{\text{эфф}} = (P_{\text{потери до}} - P_{\text{потери после}}) \times T_{\text{цена}}$$

где  $T_{\text{цена}}$  — стоимость электроэнергии (руб./кВт·ч).

Пример расчета:

Предположим, что:

- Суммарная подача электроэнергии  $P_{\text{вх}} = 100,000$  кВт·ч;
- Учетное потребление  $P_{\text{исх}} = 95,000$  кВт·ч;
- Тариф за электроэнергию  $T_{\text{цена}} = 4$  руб./кВт·ч.

До внедрения АИИСКУЭ потери составляли 7% от общего объема потребляемой энергии, после внедрения — 4%.

1. Потери до внедрения:

$$P_{\text{потери до}} = 100,000 \times 0,07 = 7,000 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

2. Потери после внедрения:

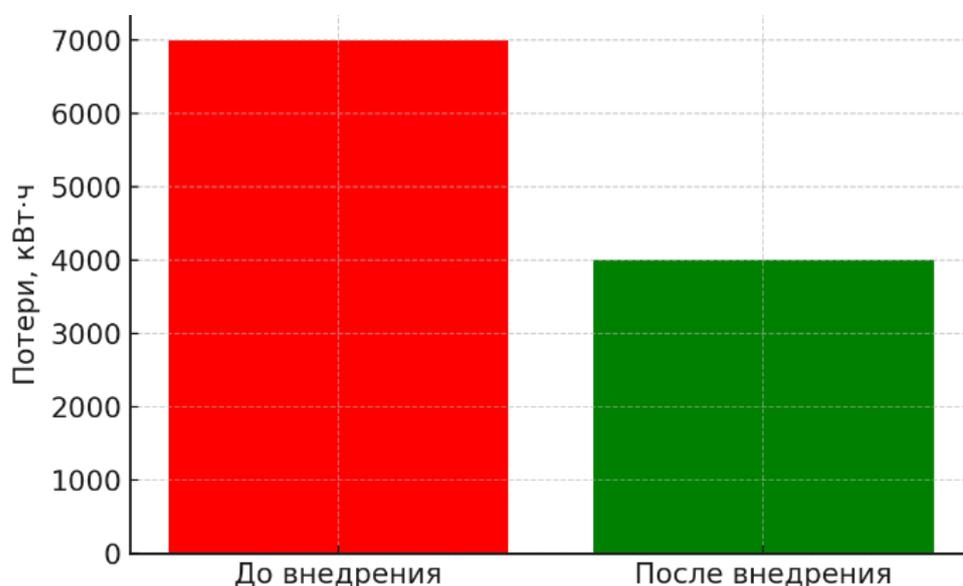
$$P_{\text{потери до}} = 100,000 \times 0,04 = 4,000 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

3. Экономическая эффективность:

$$E_{\text{эфф}} = (7,000 - 4,000) \times 4 = 12,000 \text{ руб.}$$

Таким образом, внедрение АИИСКУЭ позволит сэкономить 12,000 рублей за расчётный период за счёт снижения потерь.

Для наглядного представления результатов анализа ниже приведена диаграмма (Рисунок 1), показывающая снижение потерь электроэнергии и экономическую выгоду от внедрения системы АИИСКУЭ:



**Рисунок 5 - Диаграмма, показывающая снижения потерь электроэнергии и экономическую выгоду от внедрения системы АИИСКУЭ**

Внедрение системы АИИСКУЭ на трансформаторных подстанциях 10/0.4 кВ дает существенные преимущества в управлении энергопотреблением. Экономическая выгода от снижения потерь электроэнергии оправдывает затраты на установку системы. Использование АИИСКУЭ способствует не только снижению небаланса и потерь, но и повышению прозрачности учета, что особенно важно в условиях роста потребления и требований к энергетической эффективности [5].

### **Библиографический список**

1. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – Москва : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8. – EDN QXUUOP.
2. Электроснабжение населенного пункта / Лещинская Т.Б., Семичевский П.И., Белов С.И. — Методические рекомендации по курсовому и дипломному проектированию / Москва ФГОУ ВПО МГАУ, 2010. — 148 с. —

УДК: 631.171:621.311(075.8)

3. Цедяков, А. А. Электрические станции и подстанции / А. А. Цедяков, Н. А. Стушкина. Том Часть 1. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – 89 с. – EDN WVIBWR

4. Интеллектуальный анализ оптимизации работы микроэнергосистем сельских электросетях / Белов С.И., Лештаев О.В. В сборнике: Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике. Материалы XIV Всероссийской научно-технической конференции. Чебоксары, 2024. С. 254-259.

5. Smart metering and scheduling of electrical loads of buldings / Mishuchkov V., Pushkareva M., Belov S. В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Сер. "International Conference on Automatics and Energy, ICAE 2021" 2021. С. 012132.

6. Electricity metering in power supply systems with grid-connected solar power plants / O. V. Leshtayev, N. A. Stushkina, V. I. Zaginaylov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Smolensk, 25 января 2021 года. – Smolensk, 2021. – P. 052012. – DOI 10.1088/1755-1315/723/5/052012. – EDN HFMDCI

7. Патент № 2801633 С1 Российская Федерация, МПК F24S 30/45. Устройство слежения приемной панели за Солнцем : № 2022134103 : заявл. 23.12.2022 : опубл. 11.08.2023 / О. В. Лештаев, В. И. Загинайлов, Н. А. Стушкина [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева". – EDN НВНРАХ.

УДК 338.43

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ В АПК

*Хайретдинова Карина Тагировна, студентка 2 курса магистратуры института химического и нефтяного машиностроения, Казанский национальный исследовательский технологический университет, lagertta72@yandex.ru*

*Научный руководитель – Ахмедьянова Елена Наильевна, кандидат технических наук, доцент кафедры Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородин, Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А. Тимирязева, karinlen@mail.ru*

*Аннотация. В работе рассмотрено применение искусственного интеллекта (ИИ) в рамках глобальной цифровизации в сфере агропромышленного комплекса (АПК). Выявлены основные направления, приведены статистические данные, рассмотрены реализованные примеры применения ИИ в АПК. Также, были рассмотрены основные заказчики, которые планируют увеличивать объем финансирования данной области в сельскохозяйственной сфере. В дальнейшем планируется обоснование и рассмотрение наиболее оптимального трека для реализации ИИ в АПК.*

*Ключевые слова. Искусственный интеллект, агропромышленный комплекс, сельскохозяйственная сфера, мониторинг, анализ, направления.*

## THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR DIAGNOSTICS IN AGRICULTURE

*Khayretdinova Karina Tagirovna, Master's Degree, Institute of Chemical and Petroleum Engineering, Kazan National Research Technological University, lagertta72@yandex.ru*

*Scientific supervisor – Akhmedyanova Elena Nailevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automation and Robotization of Technological Processes named after Academician I.F. Borodin, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, karinlen@mail.ru*

*Annotation. The paper considers the use of artificial intelligence (AI) in the framework of global digitalization in the field of agro-industrial complex (AIC). The main directions are identified, statistical data are provided, and implemented examples of the use of AI in agriculture are considered. Also, the main customers who plan to increase the amount of financing for this area in the agricultural sector*

*were considered. In the future, it is planned to substantiate and consider the most optimal track for the implementation of AI in the agro-industrial complex.*

**Key words:** *artificial intelligence, agro-industrial complex, agricultural sector, monitoring, analysis, directions.*

В течении всего периода существования сельского хозяйства, производственные процессы в аграрном секторе непрерывно видоизменялись, с каждым разом требуя все большие психологические и физические затраты со стороны человека. Проблема повышения производительности труда в производственных процессах частично решается с помощью автоматизации производства благодаря использованию различной сельскохозяйственной и производственной техники. Дополнительным вариантом увеличения продукции сельскохозяйственной отрасли является применение искусственного интеллекта (ИИ) в рамках глобальной цифровизации четвертой технологической революции по Швабу [1].

Планируется рассмотреть различные литературные источники и синтезировать полученную информацию в различные направления.

Использование ИИ в сельском хозяйстве возможно в качестве многофункциональной системы, обучаемой в конкретных условиях и способной анализировать и синтезировать конкретный объем информации в рамках решения поставленных задач. Области применения ИИ варьируются от использования в виде программного обеспечения для оптимизации и диагностики различных машинных комплексов до автоматизации рабочего процесса вплоть до снижения физической нагрузки вспомогательного персонала.

Диагностические мероприятия в сфере агропромышленного комплекса (АПК) направлены на применение комплекса мер по проверке электронных систем управления, различных узлов и модулей. Электронная диагностика способствует передаче технического состояния оборудования через спутниковый канал для дальнейшего оперативного вмешательства в случае неисправности части или всей системы в целом. В АПК возможно применение диагностики в рамках управления и оптимизации полевых работ без прерывания рабочего процесса на выяснение причин неисправностей той или иной части оборудования. Обеспечение удаленной диагностики машин оптимизирует работу техники и сократит простои производственных работ, предоставит точные данные оборудования в рамках анализа мощностей и параметров различных технологических процессов. [2]

На сегодняшний день в мире существует практически единственная технология, активно используемая в сфере АПК. CLAAS TELEMATICS оснащаются все трактора и комбайны фирмы CLAAS, благодаря чему можно оптимизировать рабочий процесс и уменьшить затраты на выработку продукции. Она включает в себя предоставление данных о показателях машины через интернет, передавая текущее местоположение, параметры первичной удаленной диагностики и настроек машины на сервер TELEMATICS, а также

дальнейший вызов данных фермером или удаленную диагностику дилером. Основным недостатком данной системы является то, что данная технология широко распространена в Европе и встречается только на новом оборудовании иностранного производителя.

В связи с политикой импортозамещения в сфере АПК, необходимо применение искусственного интеллекта в рамках электронного модуля, контролирующего показатели уже введенных в эксплуатацию машин, для увеличения производительности труда и уменьшения затрат на техобслуживание и простоев рабочего процесса в целом. [3]

Московская компания Cognitive Pilot реализует трактора «Кировец», а также комбайны, комплектованные автопилотами Cognitive Agro Pilot. Данная система анализирует поступающие с камеры изображения и определяет ИИ типы и положения объектов в ходе работы, направление движения техники и ход выполнения маневров. Также, в рамках компании, реализовали новую технологию Cognitive Neural Network Hospital, способную исправлять самые слабые зоны ИИ: сначала технология анализирует наиболее проблемные области, а далее выявляет новые данные, которые не совпадают с совершаемыми ошибками, но похожи на них. Таким образом, система учится классифицировать ошибки по группам, повышая эффективность работы ИИ более чем на 40%.

В качестве мер поддержки по выращиванию зерна, овощей и фруктов, программное решение «Агроаналитика» российской компании «СмартАгро» выступает в роли помощника по сбору и обработке информации с техники, дистанционного зондирования, почвы и урожая. С помощью ИИ можно прогнозировать урожайность, циклы созревания растений, выводить информацию об эффективности использования подкормок и их влиянии на готовую продукцию. [4]

Кроме того, существует дистанционная система мониторинга сельскохозяйственных территорий. Так, решение «Ассистагро» от компании «Геомир» использует в основе применение беспилотных летательных аппаратов в качестве инструмента для мониторинга состояния посевов и поиска проблемных участков. Полученные снимки анализируются ИИ, который определяет виды растений, фазы развития и выводит рекомендации по оптимизации технологий защиты посевов.

Использование ИИ в сфере животноводства реализуемо в качестве устройств для мониторинга состояния животных, анализа их рациона и здоровья, контроля поголовья, с целью увеличения производимой продукции и предотвращения болезней.

Необходимо выделить основные направления использования технологий ИИ в сфере сельского хозяйства:

Таблица 1

**Направления использования ИИ-технологий в АПК.**

Фотосъемка, статистический мониторинг	Видео- и аудиоанализ	Робототехника
Диагностика заболеваний	Автоматизация	Автоматизация рабочих

растений и животных, улучшения качества продукции и/или поголовья;  Мониторинг почвы, прогнозирование количества выращенной продукции;	сельскохозяйственной техники: анализ движения, рекомендации по совершению маневров при проведении посевных работ, мониторинг состояния техники;	процессов на предприятиях по производству и выращиванию различной продукции растительного и животного происхождения;
Прогнозирование природно-климатических условий и принятие мер по сохранению объемов продукции.	Анализ жизнедеятельности животных для предотвращения критических ситуаций и улучшения качества жизни популяции.	Обработка растений и животных веществами, токсичными для человека.

Таким образом, использование ИИ в АПК представлено в виде технологий по различным направлениям для контроля качества продукции и технологических процессов. Крупнейшими заказчиками в данной сфере являются крупные агрохолдинги и различные предприятия и организации: «Магнит», «Русагро», «Мираторг», «Щелково Агрохим», «Русская аграрная группа».

По данным НИУ ВШЭ [5], в 2030 году спрос на использование технологий ИИ может достигнуть 86 млрд рублей, что в 20 раз больше, чем в 2020 году – 3,9 млрд рублей. Подобная статистика влияет на сокращение имеющихся сельскохозяйственных затрат на 25%.

Результаты систематизации знаний об имеющихся направлениях использования ИИ в АПК, представляют собой реализацию различных треков для развития дальнейшей сельскохозяйственной отрасли, как автоматизированного субъекта аграрной и сельскохозяйственной промышленности. В будущем планируется определить и обосновать наиболее оптимальную внутреннюю структуру использования ИИ в данной отрасли, в частности, рассмотреть математизацию и программный код технологии.

### **Библиографический список**

1. Редников С.Н., Сычев Д.В., Трушин Н.Н. Тенденции развития и совершенствования гидравлических приводов мобильных и стационарных машин / С.Н. Редников, Д.В. Сычев, Н.Н. Трушин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023. №2. С.36-42.
2. Редников С.Н., Найгерт К.В. Диагностика гидравлических систем / С.Н. Редников, К.В. Найгерт // в сборнике: Достижения науки – агропромышленному производству. Материалы LV Международной научно-технической конференции. ФГБОУ ВО «Южно-уральский государственный аграрный университет». 2016. С. 294-299.
3. Двухсторонний учебно-диагностический модуль для обучения персонала промышленных предприятий / С.Н. Редников // Патент на полезную модель RU 127222 U1, 20.04.2013. Заявка № 2012145708/11 от 25.10.2012

4. Viscosity characteristics of hydrocarbons at high pressures / S.N. Rednikov // International Conference on Industrial Engineering (ICIE – 2015). Сер. «Procedia Engineering» 2015. С. 839-844.

5. Устройство для диагностики неисправностей технического оборудования / С.Н. Редников // Патент на полезную модель RU 127906 U1, 10.05.2013. Заявка № 2012146865/28 от 06.11.2012.

УДК 502.174.3

## **ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ИННОВАЦИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ И УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ**

*Хусаинов Рияз Русланович, студент 3 курса факультета информационных технологий и технического сервиса ФГБОУ ВО РГУНХ им. В. И. Вернадского, riyazkh@bk.ru*

*Онашко Константин Петрович, студент 3 курса факультета информационных технологий и технического сервиса ФГБОУ ВО РГУНХ им. В.И. Вернадского, onashko04@mail.ru*

*Научный руководитель – Тишков Виталий Владимирович, к.т.н., доцент кафедры цифровых систем и инженерных технологий ФГБОУ ВО РГУНХ им. В. И. Вернадского, undewater\_92@mail.ru*

*Аннотация. В условиях глобального нарастания населения, усиления экологических проблем и продовольственной безопасности важность эффективного использования цифровых технологий в сельском хозяйстве не может быть переоценена. Она представляет собой ценный обзор и анализ тенденций, проблем и возможностей цифровой трансформации в этой сфере.*

*Ключевые слова: инновация, цифровизация, сельское хозяйство, технологии, агропромышленное производство, цифровые технологии.*

### **THE IMPACT OF DIGITAL TECHNOLOGIES ON SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT: INNOVATIONS IN ENERGY AND RESOURCE MANAGEMENT**

*Onashko K.P., 3rd year student of the Faculty of Information Technology and Technical Service of the V.I. Vernadsky Federal State Budgetary Educational Institution, onashko04@mail.ru*

*Khusainov Riyaz Ruslanovich is a 3rd year student of the Faculty of Information Technology and Technical Service of the V. I. Vernadsky Federal State Budgetary Educational Institution, riyazkh@bk.ru*

*Scientific adviser – Vitaly Vladimirovich Tishkov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Digital Systems and Engineering Technologies of the V. I. Vernadsky Federal State Budgetary Educational Institution, undewater\_92@mail.ru*

*Annotation. In the context of global population growth, increasing environmental problems and food security, the importance of effective use of digital technologies in agriculture cannot be overestimated. It provides a valuable overview and analysis of trends, challenges and opportunities of digital*

*transformation in this area.*

**Key words:** *innovation, digitalization, agriculture, technologies, agro-industrial production, digital technologies*

В современном мире невозможно представить себе любую область деятельности без использования цифровых технологий. Они проникли во все сферы жизни и стали важными инструментом для увеличения производительности, эффективности и устойчивости. Сельское хозяйство не является исключением. В условиях растущего населения мира, изменения климата и недостатка природных ресурсов возникает необходимость более эффективного использования доступных ресурсов.

*Цель данного исследования* — проанализировать важность и роль цифровой трансформации в современном сельском хозяйстве, изучить основные тенденции и вызовы при внедрении новых технологий.

Поставлены следующие задачи исследования:

1. Изучить историю и эволюцию цифровой трансформации в сельском хозяйстве.
2. Проанализировать современные тенденции в цифровой трансформации сельского хозяйства, включая обзор основных технологий и их текущего использования в сельскохозяйственной практике.
3. Найти решения поставленных проблем

Цифровая трансформация в сельском хозяйстве, хотя и является относительно новым явлением, уже успела пройти определенные этапы развития и значительно преобразить эту отрасль. Для понимания текущего состояния и перспектив цифровизации аграрного сектора важно взглянуть на историю этого процесса и его ключевые этапы.

Первые цифровые технологии начали применяться в сельском хозяйстве еще в 80-х годах XX века.

С развитием информационных технологий и расширением доступа к интернету в 90-е годы начался новый этап цифровой трансформации. В это время стали появляться первые системы геоинформационного моделирования и дистанционного зондирования Земли, которые позволили аграриям более точно анализировать состояние почвы и растений и принимать более обоснованные решения.

С начала XXI века темпы цифровой трансформации еще больше ускорились (табл. 1).

Таблица 1

### **Ключевые этапы и достижения цифровой трансформации в сельском хозяйстве**

Этапы	Достижения этапа
80-е годы	Был связан с внедрением автоматизированных систем управления в 80-х годах 20 века. Это привело к существованию повышению эффективности производственных процессов и открыло путь для дальнейшего внедрения цифровых технологий.

90-е годы	Был связан с развитием и внедрением геоинформационных систем и технологий дистанционного зондирования Земли в 90-е годы. Это позволило перейти к более точному и обоснованному управлению сельскохозяйственными процессами, учитывая конкретные условия каждой земельной площади
Начало 2000-х-н.в.	Характеризуется внедрением передовых цифровых технологий, таких как интернет вещей, искусственный интеллект, большие данные, облачные технологии и блокчейн. Они открыли новые возможности для сбора, обработки и анализа данных, а также обеспечили большую прозрачность и безопасность информации. Среди ключевых достижений этого периода можно отметить создание и успешное внедрение систем управления полевыми работами, автоматизированных систем управления животноводческими комплексами, прогнозирование урожайности и оптимизацию использования ресурсов на основе анализа больших данных, использование дронов и спутников для мониторинга состояния почвы и растений, и многое другое.

В настоящее время происходит активное развитие цифровых технологий в сельском хозяйстве. Изменения затрагивают все аспекты аграрной деятельности — от управления производственными процессами до взаимодействия с поставщиками и потребителями.

Искусственный интеллект и машинное обучение играют важную роль в обработке и анализе данных, собираемых устройствами интернет вещей и другими источниками.

Цифровые технологии уже активно применяются в сельском хозяйстве и показывают впечатляющие результаты (табл. 2).

Таблица 2

### Успешные примеры внедрения цифровых технологий в сельском хозяйстве

Название технологии	Пример внедрения
Интернет вещей	Компания John Deere производит сельскохозяйственную технику с встроенными датчиками и системами GPS. Эти устройства позволяют в реальном времени собирать и анализировать данные о состоянии машин, почвы и растений, что позволяет аграриям оптимизировать производственные процессы и повышать урожайность.
Искусственный интеллект	Компания Xarvio разработала систему цифрового фермерства, позволяющую аграриям на основе анализа больших данных определять оптимальные сроки и способы обработки полей и уборки урожая
Технологии больших данных	Компания The Climate Corporation которая предлагает решения для прогнозирования погодных условий и урожайности на основе анализа большого объема данных.
Технология блокчейн	Проект Provenance использует блокчейн для обеспечения прозрачности и проверяемости цепочек поставок. Это позволяет потребителям убедиться в качестве продукции и соблюдении стандартов производства, а производителям — защитить свои товары от подделок.

Цифровая трансформация сельского хозяйства открывает новые возможности для повышения эффективности и устойчивости аграрной отрасли. Однако вместе с этим она ставит перед нами и ряд серьезных вызовов и проблем, которые требуют внимания и решения.

Первыми и самыми очевидными препятствиями на пути цифровой трансформации являются технические и технологические проблемы:

1. Проблема со средствами, привлечением инвестиций в оборудование.
2. Проблема с быстрым интернетом
3. Проблема со специальными навыками, то есть с обучением сотрудников

Для того, чтобы решить проблему с низким качеством интернета в сельской местности, можно обратиться к интернет-провайдерам для выяснения возможности улучшения качества подключения или установки дополнительного оборудования.

Для решения проблемы со средствами для нового оборудования, можно решить так: банковский кредит, лизинг, субсидии и гранты, привлечение инвестиций.

Для решения проблемы обучения специалистов и рабочих в агропромышленном производстве следует рассмотреть следующие шаги:

- Оценить потребности и требования рынка труда.
- Разработать программу подготовки и обучения.;
- Сотрудничество с образовательными учреждениями.;
- Проведение курсов и тренингов.

Цифровая трансформация сельского хозяйства открывает новые горизонты возможностей для устойчивого развития, обеспечивая баланс экономической эффективности, социальной справедливости и экологической устойчивости. Технические и технологические препятствия, социальные и экономические вызовы, а также вопросы безопасности и приватности данных требуют внимательного и обдуманного подхода. Для решения этих проблем требуется совместная работа различных участников — от фермеров и разработчиков технологий до государственных органов и международных организаций.

Использование этих технологий может существенно способствовать достижению целей устойчивого развития, улучшая экономическую эффективность, социальную справедливость и экологическую устойчивость аграрной сферы.

### **Библиографический список**

1. Алтухов А. И., Дудин М. Н., Анищенко А. Н. Глобальная цифровизация как организационно-экономическая основа инновационного развития агропромышленного комплекса РФ // Проблемы рыночной экономики. 2019. № 2. С. 17–27. DOI: 10.33051/2500-2325-2019-2-17-27.
2. Вестник Евразийской науки <https://esj.today> 2023, Том 15, № 6

<https://esj.today/issue-6-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/42ECVN623.pdf>

3. Е.В. Попов, В.Л. Симонова, В.В. Черепанов // Journal of New Economy. — 2021. — Т. 22, № 2. — С. 88–109.

4. Кузьмич, Н.П. Изменение условий труда в аграрной сфере в результате цифровой трансформации сельского хозяйства // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2023. № 3(97). С. 201–207.

УДК 631.363

## **ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛЭП НА КАЧЕСТВО И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ**

*Шелягина Алёна Юрьевна, студент 3 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П.Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, ash4002@mail.ru*

*Научный руководитель – Загинайлов Владимир Ильич, д.т.н., профессор, профессор кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, energo-viz@mail.ru*

*Аннотация.* Проведена оценка влияния параметров линии электропередачи (ЛЭП) на качество и энергоэффективность передаваемой энергии по ЛЭП. Установлено, что у не изолированных алюминиевых проводов марки А50 потери напряжения выше, а потери мощности ниже, чем у самонесущих изолированных проводов марки СИП 2, одного и того же сечения.

*Ключевые слова:* электроэнергия, линия электропередачи, потери напряжения, потери мощности, провода, активные и индуктивные сопротивления, коэффициент мощности.

## **INFLUENCE OF TRANSMISSION LINE PARAMETERS ON THE QUALITY AND ENERGY EFFICIENCY OF POWER TRANSMISSION**

*Shelyagina Alena Yuryevna, 3rd year undergraduate student of the Institute of Mechanics and Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ash4002@mail.ru*

*Scientific adviser – Zaginaylov Vladimir Ilyich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electricity Supply and Heat Power Engineering, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, energo-viz@mail.ru*

*Annotation.* The influence of transmission line parameters on the quality and quantity of transmitted energy through low-voltage transmission lines has been evaluated. It is found that non-insulated aluminium wires A50 have higher voltage losses and lower power losses than self-supporting insulated wires SIP-2, of the same cross-section.

*Key words:* electric power, transmission line, voltage losses, power losses, wires, active and inductive resistances, power factor

Передача электроэнергии по линии электропередачи (ЛЭП)

сопровождается потерей её количества, определяемой по потере мощности:

$$\Delta P_{\text{л}} = P_{\text{с}} - P_{\text{н}} = I^2 \cdot R_{\text{л}}, \quad (1)$$

где  $I$  – величина действующего тока в проводах ЛЭП, А;  $R_{\text{л}}$  – активное сопротивление проводов ЛЭП, Ом;  $P_{\text{с}}, P_{\text{н}}$  – соответственно мощности: отдаваемой источником в линии электропередачи и потребляемой нагрузкой мощности, переданной по ЛЭП.

Качество передаваемой электроэнергии по ЛЭП оценивается, согласно ГОСТ Р 54130-2010, по её потери напряжения:

$$\Delta U_{\text{л}} = U_{\text{с}} - U_{\text{н}}, \quad (2)$$

где  $U_{\text{с}}, U_{\text{н}}$  – соответственно действующие напряжения на шинах трансформатора 10/0,4 кВ и в конце ЛЭП на нагрузке – на клеммах электроприемников.

В настоящее время в электроэнергетике широко используются самонесущие изолированные провода (СИП), обладающие значительными преимуществами перед неизолированными алюминиевыми проводами. Они более надёжны и безопасны в эксплуатации, стойки к внешним воздействиям и обеспечивают защиту от несанкционированного подключения электроприёмников к сети. СИП имеют малое удельное индуктивное сопротивление и более высокое удельное активное сопротивление, чем неизолированные алюминиевые провода такого же сечения, что может оказать влияние на качество и энергоэффективность передаваемой энергии по линии электропередачи [1,2].

В работе поставлена цель по оценке влияния параметров ЛЭП на качество и энергоэффективность передаваемой энергии по ЛЭП низкого напряжения, выполненной неизолированными алюминиевыми или самонесущими изолированными проводами, одного и того же сечения.

Объектом исследования является однофазная линия электропередачи трехфазной сети с нагрузкой в конце ЛЭП (участка сети) с глухозаземленной нейтралью. Принимаем, что: наибольшая мощность, передаваемая по однофазной ЛЭП длиной  $L = 1$  километр, составляет  $S = 50$  кВА [3] и сопротивление заземления нейтрали – равным нулю

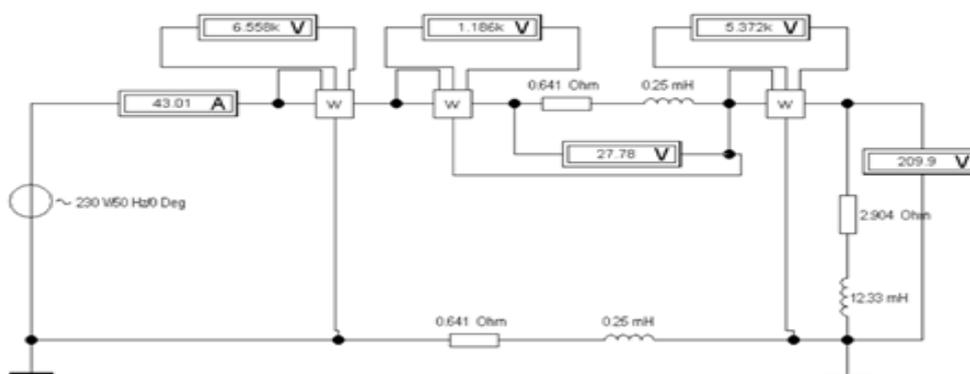
Оценка влияния параметров ЛЭП на качество и энергоэффективность передаваемой электроэнергии осуществлена на двух ЛЭП, выполненных из алюминиевого неизолированного провода А50, сечением 50 кв. мм и самонесущего изолированного провода СИП-2, такого же сечения. Удельные активное  $R_0$  и индуктивное  $X_0$  сопротивления проводов и допустимый ток (табл. 1), определены согласно научно-технической литературы [4-5]. Определены и также представлены в таблице 1: полное сопротивление проводов:  $Z_{\text{л}} = L \cdot \sqrt{R_0^2 + X_0^2}$ , Ом; коэффициент мощности ЛЭП:  $\cos \varphi_{\text{л}} = \frac{R_0}{Z_0} = \frac{R_{\text{л}}}{Z_{\text{л}}}$ ; ток однофазного замыкания на шинах нагрузки:  $I_{\text{кз}}^{(1)} = \frac{U_{\text{с}}}{Z_{\text{л}}}$ , А. При длине ЛЭП равной:  $L = 1$  километр активное сопротивление равно  $R_{\text{л}} = R_0$ , а индуктивное –  $X_{\text{л}} = X_0$ .

**Параметры линии электропередачи**

Провод	Удельное сопротивление			$\cos \varphi_{\text{л}}$	$I_{\text{доп}}, \text{ A}$	$I_{\text{кз}}^{(1)}, \text{ A}$
	$R_0, \text{ Ом/км}$	$X_0, \text{ Ом/км}$	$Z_{\text{л}}, \text{ Ом/км}$			
A50	0,5784	0,325	0,663	0,872	215	347
СИП 2	0,641	0,0782	0,645	0,994	195	357

Из таблицы 1 следует, что параметры проводов практически равны по полным сопротивлениям и по токам, но значительно различаются по индуктивным сопротивлениям  $X_0$ , что и определяет большие различия их коэффициентов мощности: у А50 –  $\cos \varphi_{\text{л}} = 0,872$ , а у СИП 2 –  $\cos \varphi_{\text{л}} = 0,994$ .

Учитывая, что сопротивления ЛЭП и нагрузки соединены последовательно и подключены к силовому трансформатору 10/0,4 кВ, нами разработана схема замещения однофазной ЛЭП трехфазной сети, положенной в основу схемы измерения, в электронной программе Workbench, параметров однофазной ЛЭП трехфазной сети с нагрузкой в конце ЛЭП (рис.1).



**Рисунок 1 – Схема замещения параметров однофазной ЛЭП трехфазной сети с глухозаземленной нейтралью в электронной программе Workbench**

При изменении нагрузки  $S_{\text{ном}}$  от 1000 ВА до 50 кВА и коэффициента мощности нагрузки, изменяемом в диапазоне  $0 \leq \cos \varphi_{\text{н}} \leq 0,6$  в ЛЭП, с проводами А50 и СИП одного и того же сечения, определены: полные сопротивления  $Z_{\text{н}} = \frac{U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}}$ , активные сопротивления  $R_{\text{н}} = Z_{\text{н}} \cdot \cos \varphi_{\text{н}}$  и индуктивные сопротивления нагрузки  $X_{\text{н}} = Z_{\text{н}} \cdot \sin \varphi_{\text{н}}$  при  $S_{\text{ном}}$  равном: 1000, 10000 и 50000 ВА и при  $\cos \varphi_{\text{н}}$  равном: 1,0; 0,994; 0,872; 0,8; 0,707; 0,6. С использованием электронной программы Workbench (рис.1) при заданном напряжении питания схемы  $U_{\text{с}} = 230 \text{ В}$  нами проведены измерения тока  $I$ , падения напряжения в ЛЭП и на нагрузке  $U_{\text{н}}$ , мощностей: отдаваемой источником в линию электропередачи  $P_{\text{с}}$  и потребляемой нагрузкой мощности, переданной по ЛЭП  $P_{\text{н}}$ . По измеренным

параметрам токов, напряжений и мощностей, согласно (1) рассчитаны потери мощности, а согласно (2) потери напряжения в ЛЭП низкого

напряжения и представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Потери напряжения и мощности в ЛЭП низкого напряжения**

Параметры		Величина коэффициента мощности нагрузки					
$\cos \varphi_H$		1,0	0,994	0,872	0,8	0,707	0,6
$S_{ном}, VA$	Провод	Величина потери напряжения в ЛЭП, $\Delta U_{л, B}$					
1000	A50	2,7	2,9	3,1	3,1	3,0	2,9
	СИП 2	3,0	3,1	2,8	2,6	2,4	2,1
10000	A50	25	26	28	27,6	26,9	25,8
	СИП 2	26,9	27,1	25,7	24,1	22,3	21,1
50000	A50	89,3	91,1	93,9	93,3	92,3	90,4
	СИП 2	91,9	92,2	89,7	87,2	84,0	80,0
$S_{ном}, VA$	Провод	Величина потери активной мощности в ЛЭП, $\Delta P_{л, Bm}$					
1000	A50	12,75	12,74	12,75	12,59	12,56	12,53
	СИП 2	14,10	14,11	14,17	14,02	14,00	13,97
10000	A50	1038	1028	1015	1002	1005	1012
	СИП 2	1128	1127	1151	1149	1165	1186
50000	A50	12220	11930	11460	11430	11560	11800
	СИП 2	13050	13010	13510	13830	14390	15110

Анализируя полученные результаты измерений (табл. 2), можно сделать следующие выводы:

1. Потери напряжения и мощности в большей степени зависят от величины передаваемой мощности по ЛЭП, чем от коэффициента мощности нагрузки.

2. Практически допустимой передаваемой мощностью для обеих ЛЭП является мощность  $S_{ном} = 10000 VA$ , а не  $S_{ном} = 50000 VA$ .

3. Более высокие потери напряжения в ЛЭП наблюдаются на неизолированном проводе. Максимальная величина потерь напряжения – при  $\cos \varphi_H = \cos \varphi_L$ .

4. Потери активной мощности в ЛЭП с неизолированным проводом А50 меньше чем в ЛЭП с изолированным проводом СИП-2 такого же сечения.

**Библиографический список**

1. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК /Трухачев В.И., Сторчевой В.Ф., Кабдин Н.Е. [и др]. Москва: ООО «Мегополис», 2022. - 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8/ - EDN QXUUOP

2. Определение качества и энергоэффективности передачи электрической энергии низкого напряжения Загинайлов В.И., Мамедов Т.А., Лештаев О.В., Манько В.Э. Агроинженерия. 2024. Т. 26. № 1. С. 80-88.

3. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. - М.: КНОРУС, 2016. — 648 с.

4. ГОСТ 839-2019. Межгосударственный стандарт. Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2019.

5. Технические условия. ТУ 16-705.500-2006. Провода самонесущие изолированные и защищенные для воздушных линий электропередачи. Дата введения 01.07.2006

УДК: 315.322.365

## **ОБЗОР И АНАЛИЗ РОБОТИЗИРОВАННЫХ УСТАНОВОК СУШКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

*Яковлев Александр Александрович, студент второго курса магистратуры Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова sasha132490@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0002-7664-3806>*

*Научный руководитель – Четвериков Евгений Александрович к.т.н., доцент, доцент кафедры «Электрооборудование, энергоснабжение и роботизация» [mechanik200420042004@gmail.com](mailto:mechanik200420042004@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-6155-4301>*

*Аннотация.* Современные разработки в области роботизированных установок для сушки сельскохозяйственной продукции направлены на повышение эффективности, снижение затрат и улучшение качества продукции. Основные направления включают автоматизированные системы контроля влажности, интеллектуальные системы управления, роботоманипуляторов, энергоэффективные технологии, интеграцию с IoT и использование искусственного интеллекта. Эти разработки способствуют созданию более эффективных, экологически чистых и экономически выгодных решений для сушки сельскохозяйственной продукции, что повышает конкурентоспособность и устойчивость агропромышленного сектора.

*Ключевые слова:* современные разработки, сушка сельхоз продукции, интеллектуальные системы управления, энергоэффективные технологии, агропромышленный сектор.

## **REVIEW AND ANALYSIS OF ROBOTIC DRYING PLANTS FOR AGRICULTURAL PRODUCTS**

*Yakovlev Alexander Alexandrovich, second-year graduate student of Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov sasha132490@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0002-7664-3806>*

*Scientific advisor – Chetverikov Evgeny Alexandrovich, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Electrical Equipment, Power Supply and Robotics [mechanik200420042004@gmail.com](mailto:mechanik200420042004@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-6155-4301>*

*Annotation.* Modern developments in the field of robotic installations for drying agricultural products are aimed at increasing efficiency, reducing costs and

*improving product quality. The main directions include automated humidity control systems, intelligent control systems, robotic manipulators, energy-efficient technologies, integration with IoT and the use of artificial intelligence. These developments contribute to the creation of more efficient, environmentally friendly and cost-effective solutions for drying agricultural products, which increases the competitiveness and sustainability of the agro-industrial sector.*

**Key words:** *modern developments, drying of agricultural products, intelligent control systems, energy-efficient technologies, agro-industrial sector.*

**Введение.** Современные разработки в области роботизированных установок для сушки сельскохозяйственной продукции направлены на повышение эффективности, снижение затрат и улучшение качества продукции. далее рассмотрим несколько ключевых направлений и технологий.

**Автоматизированные системы контроля влажности.** Роботы используют датчики для постоянного мониторинга уровня влажности в процессе сушки. Это позволяет точно контролировать процесс и избегать пересушивания или недосушивания продукции.

**Интеллектуальные системы управления.** Современные установки оснащены алгоритмами машинного обучения, которые анализируют данные в реальном времени и автоматически корректируют параметры сушки в зависимости от состояния продукта.

**Роботы-манипуляторы:** Автоматизированные манипуляторы перемещают продукцию внутри сушильной камеры, обеспечивая равномерное распределение тепла и воздуха. Это позволяет избежать перегрева и неравномерной сушки [1].

**Энергоэффективные технологии.** Использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия, для питания сушильных установок. Это снижает зависимость от традиционных источников энергии и уменьшает углеродный след.

**Интеграция с IoT (Интернет вещей).** Роботизированные установки могут быть интегрированы с IoT-сетями, что позволяет удаленно контролировать и управлять процессом сушки, а также получать данные для анализа и оптимизации.

**Использование искусственного интеллекта (AI).** AI-алгоритмы помогают прогнозировать оптимальные условия сушки для различных видов сельскохозяйственной продукции, что повышает эффективность и качество процесса.

Эти разработки направлены на создание более эффективных, экологически чистых и экономически выгодных решений для сушки сельскохозяйственной продукции, что способствует повышению конкурентоспособности и устойчивости агропромышленного сектора.

Несколько примеров современных роботизированных установок для сушки сельскохозяйственной продукции и их характеристики:

**KDS (Kinetic Drying System) от канадских разработчиков.** Принцип

действия: Метод кинетического выбивания влаги.



Рисунок 1 – Установка KDS

Характеристики: Подходит для сыпучих продуктов с влажностью до 65%. Экономична в энергопотреблении[3].

**АСКТ (Аэродинамическая сушилка комбинированного типа).**

Принцип действия: Комбинированный метод сушки, включающий кинетическое воздействие частиц сырья друг на друга.



Рисунок 2 – Пример аэродинамической сушилки комбинированного типа

Характеристики: Способна сушить до 90-95% влажности сырья. Внутри конструкции установлены специальные насадки для интенсивного перемешивания, что ускоряет сушку [4].

**Высокочастотные сушилки.** Принцип действия: Преобразование переменного тока в ток высокой частоты, который подводится к пластинчатым конденсаторам [2]. Характеристики: Высокая скорость обработки и равномерность сушки объемных материалов. Дорогостоящие и требуют значительных затрат на электроэнергию.

**Сублимационные сушилки.** Принцип действия. Использование

нагретой воды для передачи тепла высушиваемому сырью. Характеристики: Сохранение биологических качеств продукции на длительный срок. Дорогостоящие в эксплуатации и технологии [2].

**Контактные сушилки.** Принцип действия: Использование пустотелых плит, обогреваемых водой или паром, для сушки сырья.

Характеристики: Эффективны в условиях, когда высокопроизводительное оборудование не оправдано. Могут быть оборудованы устройствами создания вакуума для улучшения эффективности.

**Конвективные пневматические сушилки.** Принцип действия: Сушка кристаллических и зерновых материалов во взвешенном состоянии в вертикальной трубе.

Характеристики: Простота конструкции, компактные размеры. Высокий расход энергии и ограниченная область использования.

**Инфракрасные сушилки.** Принцип действия: Использование инфракрасного излучения для проникновения вглубь обрабатываемого материала.



Рисунок 3 – Пример инфракрасной сушилки

Характеристики: Простота процедуры обработки, восстановление формы при вымачивании в воде. Сравнительно высокая стоимость и низкое сохранение полезных веществ.

### **Выводы**

1. Продемонстрированы разнообразные современных технологий и подходов к сушке сельскохозяйственной продукции, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки в зависимости от конкретных требований и условий эксплуатации.

2. Современные разработки в области роботизированных установок для сушки сельскохозяйственной продукции направлены на повышение эффективности, снижение затрат и улучшение качества продукции. Эти разработки способствуют созданию более эффективных, экологически чистых и экономически выгодных решений для сушки сельскохозяйственной продукции, что повышает конкурентоспособность и устойчивость агропромышленного сектора.

### Библиографический список

1. Применение промышленных роботов : учебное пособие / Ю.Г. Козырев. — М. : КНОРУС, 2016. — 494 с.
2. Технологические процессы автоматизированного производства : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / А. Г. Схиртладзе, А. В. Скворцов. — М. : Издательский центр «Академия», 2011. — 400 с. — (Сер. Бакалавриат).
3. [Электронный ресурс] // Kinetic Disintegration Systems : [сайт]. — URL: <https://pacwestglobal.net/solutions/kinetic-disintegration-systems-kds/> (дата обращения: 28.10.2024).
4. АСКТ— семейство аэродинамических сушилок комбинированного типа — запатентованный метод сушки. / [Электронный ресурс] // АгроПрофильПлюс : [сайт]. — URL: <https://agroproplus.ru/?ysclid=m2t78x7b6m410188113> (дата обращения: 28.10.2024).

## Содержание

### СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕЛИОРАТИВНОЙ ГИДРОТЕХНИКЕ»

**Азанова Д. А.**

ПРОФЕССИЯ ИНЖЕНЕРА-ГИДРОТЕХНИКА: КЛЮЧ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ И ИННОВАЦИЯМ ..... 3

**Алабар Ханан**

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ГИДРОТЕХНИКЕ ..... 8

**Блама Бурку**

ПРОБЛЕМЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ШАРИ С УЧЁТОМ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ (РЕСПУБЛИКА ЧАД)..... 14

**Васильев Д.В.**

ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВОДОПОДГОТОВКЕ .... 20

**Габдуллин Б.А.**

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫЕМКИ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ МОБИЛЬНЫМИ КАМЕРНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ ..... 27

**Дробышева А.А., Ся Вэйтун, Ши И**

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММ GOOGLE EARTH PRO, SAGA GIS В ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ..... 31

**Кандрашкин А.А.**

ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА МАЛОЙ РЕКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ..... 40

**Коваленко С.В.**

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ..... 44

**Ленкова Е.Н.**

ОСОБЕННОСТИ ФИТОМЕЛИОРАТИВНОГО ОБУСТРОЙСТВА ПРУДОВ МЕГАПОЛИСА ..... 47

**Лу Тун**

ФИЛОСОФИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ. 53

**Люй Сяоцян**

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАШЕНИЯ ЭНЕРГИИ ЗА ВОДОСБРОСНЫМ СООРУЖЕНИЕМ ЛИМАНОВ ..... 56

\_Тос184336824

<b>Лян Янь</b> ТЕКУЩЕЕ СОСТЯНИЕ МЕЛИОРАЦИИ, ИСТОРИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ И ДВИЖУЩАЯ СИЛА ОСВОЕНИЯ КИТАЯ.....	61
<b>Митрофанова Д.М., Куликова П.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ ЦЕЛЯХ.....	66
<b>Садова В.А.</b> ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ НА РАЗВИТИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ И СЕЛЕВЫХ ПРОЦЕССОВ .....	71
<b>Садова В.А., Кашин А.О., Попова П.М.</b> ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММЫ GOOGLE EARTH PRO ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ .	75
<b>Смелов К.С.</b> ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И ОБСЛЕДОВАНИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ .....	79
<b>Ся Вэйтун</b> СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОРОШЕНИЯ В КИТАЕ .....	85
<b>Фролина Е.А.</b> ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДРЕНАЖНОГО СТОКА ПРИ ПОДБОРЕ ПАРАМЕТРОВ БИОИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	91
<b>Хрулев З.А.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЗОБОЛОЧНЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ ВОДОВОДОВ НА ОСНОВЕ ФИБРОСУБСТРАТА ДЛЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ .....	95
<b>Чимукоко К.</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОТЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ЗАКРЫТЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ .....	100
<b>Ян Тэнсэнь</b> ОСОБЕННОСТИ РУСЛОВОГО ПРОЦЕССА И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЙМЕННОЙ МНОГОРУКАВНОСТИ РЕК КИТАЯ .....	104
<b>СЕКЦИЯ «УПРАВЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ»</b>	
<b>Андреев Д.М.</b> ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ И НЕИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЗЕМЛИ С/Х НАЗНАЧЕНИЯ В ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	110

<b>Баймлер А.С.</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ.....	113
<b>Безусенко А.В., Ветрова К.В., Засыпкин С.А.</b> ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО ПОСТАНОВКЕ НА КАДАСТРОВЫЙ УЧЁТ УЧАСТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В КИМРСКОМ РАЙОНЕ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	117
<b>Карелова Е.Э., Волкова В.М., Кононова С.А.</b> ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО ВЫДЕЛЕНИЮ ЗЕМЕЛЬНЫХ ДОЛЕЙ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ КРЕСТЬЯНСКИХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ .....	122
<b>Коростелева А.О., Родионова Т.С., Бегичева Е.Е.</b> ПРОВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ С ЦЕЛЬЮ ВЫДЕЛЕНИЯ ДОЛИ ДЛЯ СДАЧИ В АРЕНДУ .....	126
<b>Ласицкая Е.Г., Беденко А.Е., Ильяс Айдын</b> ВОВЛЕЧЕНИЕ В ОБОРОТ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В КОЛОМЕНСКОМ РАЙОНЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	131
<b>Рыжова Н.А., Перепичаев А.А., Новоселова В.В.</b> ПРОЕКТ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЗЕМЕЛЬНОГО МАССИВА РАЙОНА ЮЖНОЕ БУТОВО, ГОРОДА МОСКВЫ .....	136
<b>СЕКЦИЯ «УПРАВЛЕНИЕ ЛЕСНЫМИ РЕСУРСАМИ»</b>	
<b>Артамонов А.И.</b> ПРОЕКТ ПО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЮ В АРОМАШЕВСКОМ РАЙОНЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	142
<b>Верещагина М.А.</b> СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЛЕСОВ В КАНАДЕ .....	146
<b>Ипатович Д.Д.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ПРИ ЛЕСОУСТРОЙСТВЕ И ВЕДЕНИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА .....	150
<b>Кулемина Т.Н.</b> КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ЦФА КАК ИНСТРУМЕНТ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРОГРАММ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ.....	154
<b>Литус О.Д.</b>	

**НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ  
ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА КЛЁН..... 159**

**Максименкова В.Д.  
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО  
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И  
КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЕСНОГО ФОНДА ..... 162**

**Маливанова А.М.  
ОЦЕНКА ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ТВЕРСКОЙ  
ОБЛАСТИ ..... 166**

**Маслова А.И.  
НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ НЕ ДРЕВЕСНОЙ ПРОДУКЦИИ  
КЛЁНА..... 169**

**Федорова Э.А., Дудко А.А.  
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ  
УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ..... 172**

**Чуксин В.В., Хомутова З.С., Мукинова Е., Акпаров М  
ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЮ.... 176**

**Шувалова А.Д.  
ОЦЕНКА ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ  
ОБЛАСТИ ..... 181**

#### **СЕКЦИЯ «ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОИНЖЕНЕРИИ»**

**Бахарева А.В.  
ЭВТРОФИКАЦИЯ КАК АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ ..... 184**

**Белозеров А.Р.  
ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА  
ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ ..... 187**

**Бисенов М.К., Огнева Е.Д.  
ЗНАЧЕНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ДЛЯ СФЕРЫ ПРОИЗВОДСТВА И  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН..... 192**

**Борисова В.С., Сардин А.С., Григорьев А.Б. Туленцева Е.А.  
ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ШИРОКОЗАХВАТНЫЙ ОПРЫСКИВАТЕЛЬ  
АГРОХИМИЧЕСКОГО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА**

«ТУМАН» С ФИРМЕННОЙ СИСТЕМОЙ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ....	198
<b>Буранов Р.В.</b> РОЛЬ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....	203
<b>Ванчуров С.И., Чернова И.А.</b> ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОТКРЫТОГО И ЗАКРЫТОГО ХРАНЕНИЯ МАШИН НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ПОКРЫТИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ.....	207
<b>Вергазова К.Я.</b> ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕНЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОРЕННЫХ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ПРИ РЕМОНТЕ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	213
<b>Видникевич С.М.</b> МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УРОВНЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ТС.....	217
<b>Владимиров Д.М., Хульманович И.С.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ТЕХНИЧЕСКОМ ОСНАЩЕНИИ ТРАКТОРОВ .....	223
<b>Гавричкин И.И.</b> ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ТРАКТОРОСТРОЕНИИ .....	228
<b>Герасимова Д.И., Максимович В.М.</b> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	234
<b>Горелов М.А., Тельнова О.А.</b> СИСТЕМА ПИТАНИЯ ГАЗОДИЗЕЛЯ ДЛЯ РАБОТЫ В ПОМЕЩЕНИЯХ С ОГРАНИЧЕННЫМ ВОЗДУХООБМЕНОМ .....	241
<b>Грядунов С.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АПК .....	246
<b>Иванченко А.С.</b> ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ФЕРМЕРСКИМИ ХОЗЯЙСТВАМИ.....	251
<b>Ипатов Д.Д.</b> БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ.....	255
<b>Катаев А.В., Катаев В.В., Петухов Е.А.</b> К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ НА	

ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН .....	260
<b>Ладжаилиа Я.Н.</b> ОРГАНИЗАЦИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ.....	265
<b>Леонов В.О.</b> РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ ДИАМЕТРОВ КЛАПАНОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ЯМЗ.....	270
<b>Лямин Д.К.,</b> ПОВЫШЕНИЕ ДАЛЬНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ АНАЛОГОВОГО ВИДЕОСИГНАЛА 5.8 ГГц ПУТЁМ РУЧНОГО УДАЛЁННОГО УПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТЬЮ ВИДЕОПЕРЕДАТЧИКА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО БВС .....	275
<b>Нефедова М.С.</b> ГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ В НОТАЦИИ VRMN ПРОГРАММЫ «КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МУКИ» .....	281
<b>Огнева Е.Д.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПИЛОТНОГО ВОЖДЕНИЯ.....	285
<b>Петухова Е.А., Катаев А.В.</b> МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕМОНТА ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ ЗМЗ.....	289
<b>Пихаленко К.В., Федоров А.Ю., Ефимович И.С.</b> ПОЛЬЗА ПРИМЕНЕНИЯ ДРОНОВ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ «РОЙ» В РАМКАХ РОССИЙСКОГО АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА .....	294
<b>Попов И.А.</b> ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА НАЧАЛА РОДОВ У КОРОВ.....	299
<b>Смирнов К.А.</b> ПРИКАТЫВАЮЩИЙ КАТОК ДЛЯ ТРАВЯНОЙ СЕЯЛКИ .....	302
<b>Солодков В.С.</b> ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ В ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ .....	306
<b>Спицына А.А.</b> ОБОСНОВАНИЕ ГРАНИЦ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИДОВ ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ.....	310

<b>Сухомлинов К.С., Сюсюков А.Ю.</b> РОЛЬ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....	<b>315</b>
<b>Федорова С.М.</b> ЦИФРОВИЗАЦИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ .....	<b>323</b>
<b>Федоткина Д.С.</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ .....	<b>327</b>
<b>Фейгин Г.А., Дудин Д.М.</b> СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЯТНА КОНТАКТА АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ .....	<b>332</b>
<b>Феликс Ю.А., Аль-Алеви Мазен Махмудович</b> ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОИНЖЕНЕРИИ.....	<b>338</b>
<b>Фомкина С.И.</b> ЦИФРОВАЯ ПАСТЕРИЗАЦИОННО-ОХЛАДИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА ОТ ОТДЕЛЬНЫХ КОРОВ.....	<b>343</b>
<b>Чернова И.А., Ванчуров С.И.</b> АКТИВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ЧЕРЕЗ СВЕТОДИОДНЫЕ МАТРИЧНЫЕ ФАРЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН.....	<b>348</b>
<b>Черномурова Е.А.</b> МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ ШАТУНОВ ДВИГАТЕЛЯ ЯМЗ 238 .....	<b>353</b>
<b>Шинкаренко А.С.</b> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НИВЕЛИРОВАНИЯ НА ЭКСКАВАТОРЕ JCB JS 330 ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ РАБОТ.....	<b>358</b>
<b>СЕКЦИЯ «ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»</b>	
<b>Буранов Р.В., Крахмалев А.Г.</b> ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ.....	<b>364</b>
<b>Гаврикова Ю.А.</b> ОПРЕСНЕНИЕ МОРСКОЙ ВОДЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМ МЕТОДОМ	

МЕМБРАННОЙ ДИСТИЛЛЯЦИИ .....	368
<b>Гречалов С.С.</b> ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБОГРЕВА ЦЫПЛЯТ .....	373
<b>Логунов Д.С., Ефимович И.С.</b> РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНОЙ УСТАНОВКОЙ УВНЭ-90-01 С ПРИМЕНЕНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНОГО МИКРОКОНТРОЛЛЕРА.....	379
<b>Нестеров М.А., Жуков Ф.А.</b> СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО МОДУЛЯ ЗА СОЛНЦЕМ НА БАЗЕ ARDUINO NANO .....	384
<b>Орехов А.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА .....	388
<b>Пешков Н.С., Павин Д.С., Голубцов И.Р.</b> ИЗУЧЕНИЕ ДАЛЬНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СТРУИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ИСТЕЧЕНИЯ .....	392
<b>Пискарева А.В.</b> ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ОЗОНАТОРА ВОДЫ ДЛЯ ПОЛИВА РАСТЕНИЙ.....	397
<b>Сальникова Е.Р., Федоренко О.В., Балашов В.С.</b> ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРООЗОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ .....	401
<b>Сергеев С.С., Белугина Д.А.</b> ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА	406
<b>Туниев Г.А.</b> АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕБАЛАНСА ПОТРЕБЛЯЕМОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЯХ 10/0.4 С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ АИИСКУЭ.....	411
<b>Хайретдинова К.Г.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ В АПК.....	415
<b>Хусаинов Р.Р., Онашко К.П.</b> ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ИННОВАЦИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ И УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ.....	420

<b>Шелягина А.Ю.</b> ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛЭП НА КАЧЕСТВО И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ.....	<b>425</b>
<b>Яковлев А.А.</b> ОБЗОР И АНАЛИЗ РОБОТИЗИРОВАННЫХ УСТАНОВОК СУШКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ .....	<b>429</b>

*Научное издание*

**СБОРНИК ТРУДОВ,  
приуроченных к Международной научно-практической студенческой конференции: «Научный  
форум: Экономика, управление и цифровые технологии в АПК-2024»  
20 ноября 2024 г.**

Сборник статей. Том 4

Издается в авторской редакции

Компьютерный набор Ю.Н. Романцева

Подписано к изданию 13.12.2024.

Объем данных 10.9 Мб.

Тираж 10 экз.

ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева  
127434 Москва, ул. Тимирязевская, 49