

06.01.02 Мелиорация, рекультивация и охрана земель

Оригинальная статья

УДК 502/504: 626.836:608.2

DOI: 10.26897/1997-6011-2021-3-6-13

МЕЛИОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И ЦИФРОВАЯ ИДЕНТИЧНОСТЬ КАК МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСОМ

СЕВРЮГИНА НАДЕЖДА САВЕЛЬЕВНА , канд. техн. наук, доцент
sevruginans@rgau-msha.ru

АПАТЕНКО АЛЕКСЕЙ СЕРГЕЕВИЧ, д-р техн. наук, профессор
a.apatenko@rgau-msha.ru

КАПЫРИН ПАВЕЛ ДМИТРИЕВИЧ, канд. техн. наук, доцент
kapyrin@mgsu.ru

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, Тимирязевская, 49. Россия

² Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26. Россия

Цель исследований – повышение ресурсного потенциала объектов мелиоративных систем путем разработки механизма цифровизации и экспертной системы управления эффективностью эксплуатации. Предложен алгоритм формирования цифровой идентичности отдельных мелиоративных систем, в котором представлен процесс решения логической задачи оценки остаточного ресурса отдельных объектов мелиоративной системы. Дана характеристика параметров мелиоративных объектов, включаемых в базу данных экспертной системы, ориентированных на создание в облачной среде гибкой платформы с перспективой предсказательного прогнозирования эффективности функционирования. Обоснована целесообразность включения модуля цифровой идентичности в паспорт мелиоративной системы. Рассмотрены факторы, влияющие на эффективную эксплуатацию объектов мелиоративных систем. Выполнено ранжирование нормативной документации по классификационному уровню ответственных лиц. Установлены требования к уровню компетентности исполнителей при сквозном документообороте ведения контроля за состоянием объектов мелиоративных систем на протяжении всего срока эксплуатации. Проведенный анализ конструктивных элементов объектов мелиоративных систем показывает, что система плановых обслуживаний и ремонта по потребности достаточна для поддержания работоспособного состояния мелиоративных систем в целом, но не включает в себя мероприятия, направленные на поддержание современного уровня технологичности морально устаревших объектов. Особое внимание в исследованиях уделено вопросу снижения затрат на эксплуатацию мелиоративных объектов путем не только проведения поэтапной модернизации механических систем, но и включения в конструкцию дополнительных модулей цифровых систем, обеспечивающих контроль за состоянием и управление комплексом в режиме реального времени. Предлагается концепция формирования цифровой идентичности объектов мелиоративных систем как механизма, повышающего контроль за управлением и обеспечением ресурса.

Ключевые слова: мелиоративные системы, эксплуатация, ресурс, цифровизация, контроль, управление, алгоритм

Формат цитирования: Севрюгина Н.С., Апатенко А.С., Капырин П.Д. Мелиоративные системы и цифровая идентичность как механизм управления ресурсом // Природообустройство. – 2021. – № 3. – С. 6-13. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-3-6-13.

© Севрюгина Н.С., Апатенко А.С., Капырин П.Д., 2021

Original article

RECLAMATION SYSTEMS AND DIGITAL IDENTITY AS A MECHANISM OF RESOURCE MANAGEMENT

SEVRYUGINA NADEZHDA SAVELJEVNA , candidate of technical sciences, associate professor
sevruginans@rgau-msha.ru

APATENKO ALEXEY SERGEEVICH, doctor of technical sciences, professor
a.apatenko@rgau-msha.ru

KAPYRIN PAVEL DMITRIEVICH, candidate of technical sciences, associate professor
kapyrin@mgsu.ru

¹ Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev; 127434, Moscow, Timiryazevskaya, 49. Russia

² National research Moscow state university of civil engineering; 129337, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26. Russia

Purpose: increasing the resource potential of objects of reclamation systems by developing a digitalization mechanism and an expert system for managing the efficiency of operation. An algorithm for the formation of the digital identity of individual reclamation systems is proposed, which presents the process of solving the logical problem of assessing the residual resource of individual objects of the reclamation system. The characteristics of the parameters of reclamation objects included in the Database of the expert system, focused on the creation of a flexible platform in the cloud environment with the prospect of predictive forecasting of the functioning efficiency, is given. The expediency of including the digital identity module in the passport of the melioration system has been substantiated. The factors influencing the efficient operation of the objects of reclamation systems are considered. The ranking of normative documents by the classification level of responsible persons has been completed. Requirements have been established for the level of competence of performers in the end-to-end document flow of monitoring the state of objects of reclamation systems throughout the entire period of operation. The fulfilled analysis of the structural elements of the objects of reclamation systems shows that the system of scheduled maintenance and repairs on demand, although it is sufficient to maintain the operable state of reclamation systems as a whole, does not include measures aimed at maintaining the modern level of workability of obsolete facilities. Particular attention in the research is paid to the issue of reducing the cost of operating reclamation facilities by carrying out a phased modernization of not only mechanical systems, but also by including additional modules of digital systems in the design that provide monitoring of the state and control of the complex in real time. The concept of formation of digital identity of objects of reclamation systems is proposed as a mechanism for increasing control over management and resource provision.

Keywords: reclamation systems, operation, resource, digitalization, control, management, algorithm

Format of citation: Sevryugina N.S., Apatenko A.S., Kapyrin P.D. Reclamation systems and digital identity as a mechanism of resource management // Prirodobustrojstvo. – 2021. – № 3. – S. – 6-13. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-3-6-13.

Введение. Механизм обеспечения эффективной эксплуатации систем, имеющих комбинированную инфраструктурную наполняемость, является ключевым для выполнения целевых функций объекта в целом. «Эксплуатация мелиоративных объектов представляет собой комплекс мероприятий, направленных на использование по назначению, а также поддержание и восстановление заданных эксплуатационных качеств (характеристик), мониторинг их технического состояния с учетом физического износа с целью обеспечения безопасной и безаварийной работы...» [1].

Эффективность эксплуатации мелиоративных объектов регламентирована факторами, которые принято считать базовыми для условий «нормальной» эксплуатации [2, 3].

Как отмечено в Своде правил [1], «Требования к условиям нормальной эксплуатации мелиоративных объектов следует устанавливать в соответствии с особенностями эксплуатационных режимов, которые зависят от их функционального назначения, а требования к эксплуатационному контролю, техническому обслуживанию и ремонту – в зависимости от конструктивных решений и применяемых материалов».

В механизм обеспечения качественной эксплуатации объектов мелиоративных систем включено нормативное ведение перечня технической эксплуатационной документации: проектная и исполнительная документация; документация, составляемая лицами, ответственными за эксплуатацию; документация инспектирующих и контролирующих органов. В представленном перечне обращает на себя внимание «документация, составляемая лицами, ответственными за эксплуатацию», так как она ведется на протяжении всего срока эксплуатации мелиоративных объектов и требует от исполнителя высокого уровня компетенции, например, при составлении «технического паспорта мелиоративного объекта», «инструкции по эксплуатации элементов мелиоративного объекта и их механического оборудования, в том числе по контролю за их состоянием (наблюдения по контрольно-измерительной аппаратуре и осмотр)», «расчеты вероятного вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии мелиоративного объекта», «журнал регистрации неисправностей при эксплуатации мелиоративного объекта», «журнал учета выполненных ремонтных работ» [1].

Следует также отметить, что тенденции развития техники и технологий в рамках отраслевых программ развития призваны изменить состояние инфраструктурных объектов путем их восстановления, модернизации или перевооружения [4-7].

Цель исследований: повышение ресурсного потенциала объектов мелиоративных систем путем разработки механизма цифровизации и экспертной системы управления эффективностью эксплуатации.

Материал и методы. Для обеспечения работоспособности мелиоративных объектов регламентированы мероприятия по техническому обслуживанию их элементов, в которые входят контрольно-регулирующие, смазочные работы и работы по замене быстро изнашивающихся деталей оборудования. Ремонтные работы направлены на поддержание/восстановление эксплуатационных качеств как системы в целом, так и ее элементов.

Состав работ при текущем и капитальном ремонте для элементов [1]:

- «...затворы, подъемные механизмы, решетки» – «устранение течи в уплотнении затворов путем подтяжки уплотнений

с частичной заменой резины, брусьев уплотнения, болтов, шайб и гаек. Заварка трещин затвора. Очистка от ржавчины и окраска металлических конструкций. Малый ремонт (без разборки) механизма затвора с заменой изношенных вкладышей подшипников и болтов. Смазка трущихся частей. Замена электротехнических деталей. Исправление повреждений и окраска служебных мостиков. Очистка сороудерживающих решеток от ржавчины и ремонт погнутых полос»;

- «насосы и электродвигатели» – «частичная разборка погружных центробежных насосов и электродвигателя. Проверка и чистка деталей. Замена подшипников, шпонок, защитных и распорных втулок. Проточка и шлифовка шеек вала. Замена статорной обмотки»;

- «насосные станции» – «частичная разборка отдельных узлов насоса. Проверка состояния вкладышей подшипников, шеек валов, камер рабочих колес, лопастей рабочего колеса для выявления кавитационных разрушений, состояния механизма разворота лопастей, герметичности насоса и их восстановления. Замена уплотнительных колец. Изменение резьбы крепежных деталей. Замена поврежденных прокладок, сальников, болтов, шпилек, гаек и т.д., исправление дефектов вала, втулок, шестерен и зачистка рисок и царапин на зубьях шестерен у маслосососов. Устранение утечек воздуха, замена прокладок на стыках трубопроводов. Уплотнение сальников и фланцев. Окраска насоса»;

- «вакуум-насосов» – «смена сальников, прокладок и уплотнительных колец. Ремонт или смена втулок. Окраска».

Нормативная периодичность капитальных ремонтов, согласно СП 421.1325800.2018, составляет:

- для затворов, подъемных механизмов со сроком службы 15 лет – 3 года, то есть 5 плановых КР за весь период эксплуатации;

- для решеток со сроком службы 5 лет – 2 года, то есть 2 плановых КР за весь период эксплуатации;

- для плавучих насосных станций водоизмещением до 1500 т со сроком службы 8 лет – 2 года, то есть 4 плановых КР за весь период эксплуатации;

- для насосов со сроком службы 8 лет – 4 года, то есть 2 плановых КР за весь период эксплуатации (самовсасывающие, шестеренные и вакуум-насосы), 1-3 года – для центробежных насосов.

Проведенный анализ конструктивных элементов объектов мелиоративных систем показывает, что система плановых обслуживаний и ремонта по потребности достаточно для поддержания работоспособного состояния мелиоративных систем в целом, но не включает в себя мероприятия, направленные на поддержание современного уровня технологичности морально устаревших объектов [4]. Очевидно, что механические системы мелиоративных комплексов можно модернизировать, доведя конструкцию до современного уровня путем замены материалов типовых деталей на композиционные, обладающие повышенными прочностными и износостойкими свойствами, в то время как корпусные детали насосных станций, валы, подшипники и пр. могут оставаться базовыми.

Особое внимание в исследованиях уделено вопросу снижения затрат на эксплуатацию мелиоративных объектов путем не только проведения поэтапной модернизации механических систем, но и включения в конструкцию дополнительных модулей цифровых систем, обеспечивающих контроль за состоянием и управлением комплексом в режиме реального времени. Данный подход обеспечивает идентичность отдельных объектов мелиоративных систем в облачных средах базы данных для этой сферы [6-8].

Результаты и обсуждения. Логика построения цифрового образа технической системы включает в себя составление алгоритма распознавания и ресурсных возможностей программной среды к организации памяти (фреймы, структуры знаний).

Исходя из понимания того, что поставленная задача может быть типизирована и имеет цикличность решения, на первом этапе решается проблема структурирования знаний о механизме изменения работоспособности системы в целом или ее систем и агрегатов – в частности, знаний для экспертных систем, с учетом разнообразных стратегий решения профессиональных задач с использованием, кроме знаний о том, «что делать», знаний о том, «как делать».

В данной работе ядром экспертной системы предлагается представить «фрейм» (фрейм – крупная структурированная единица знаний, основанная на фактах или процедурах).

База данных формируется экспертом конкретной профессиональной сферы, опирающимся на интуицию и опыт,

а декларированные и процедурные знания составляют достаточно объемный информационный аппарат, однако рассматриваемая задача детализируется с выделением отдельных «фреймов» и логики их взаимосвязи. Таким образом, ключевым становится «фрейм» как характеристика цифровой идентичности объекта, в данном случае мелиоративной системы, реализуется с помощью дополнительной информации, содержащейся в каждом фрейме.

В Банке данных техническую систему характеризуют как конструкцию с заданием условий нормального функционирования и ключевых параметров факторного контроля состояния.

Управление функционированием, опираясь на эталонные значения базового пакета данных, задается логикой предикат, система включает в себя сведения о способе обращения с единичным фреймом, о следующем действии, о действии, которое нужно выполнить, если текущие предположения не оправдались. Внутренняя непротиворечивость совокупности знаний обеспечивается использованием системы логики предикатов первого порядка с выводом заключений через силлогизмы [9].

Перспективным является не столько накопление обобщенных знаний о состоянии объектов мелиоративных систем с целью формирования цифрового образа идентичности, а сбор данных, формализованных в фреймы, как возможность осмысленно их использовать, для чего они организуются в иерархические структуры, связанные в единое целое с помощью разнообразных отношений между информативными элементами.

Система остается «открытой»: способной к накоплению новых знаний, что обеспечивает согласованную работу иерархических уровней, решает задачи повышения ресурсного потенциала технических систем мелиоративных комплексов через разработку механизма цифровизации и экспертной системы управления (рис. 1).

Применяемая методология создания базы знаний об объектах мелиоративной системы в цифровом формате создает в облачной среде гибкую платформу и дает возможность задействованным интеллектуальным системам само развиваться, а в перспективе – осуществлять предсказательные прогнозы эффективности функционирования каждого компонента системы [10].

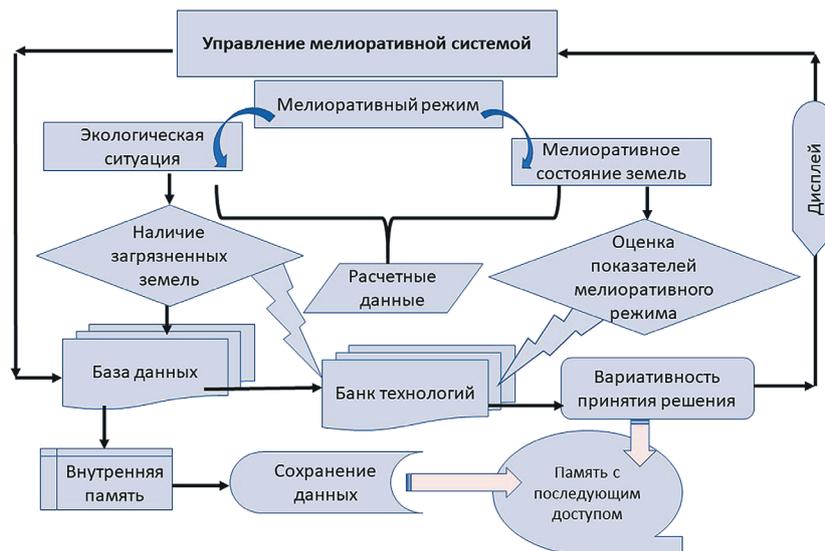


Рис. 1. Алгоритм формирования экспертной системы сбора, обработки и управления базой данных об объекте функционирования мелиоративной системы

Fig. 1. Algorithm for the formation of an expert system of collecting, processing and managing a database on the object of the reclamation system functioning

Перевод задачи контроля и управления работоспособностью технических систем мелиоративных комплексов на язык логики возможен при использовании семантики декларированного типа, гармонизированного с традиционным для компьютеров языком описания процедурного типа (операционной семантики),

выполненной в формате непроцедурного представления.

Рассмотрим процесс решения логической задачи оценки остаточного ресурса отдельных объектов мелиоративной системы. Алгоритм представлен в символическом формате с описанием механизма распознавания отдельных элементов (рис. 2).

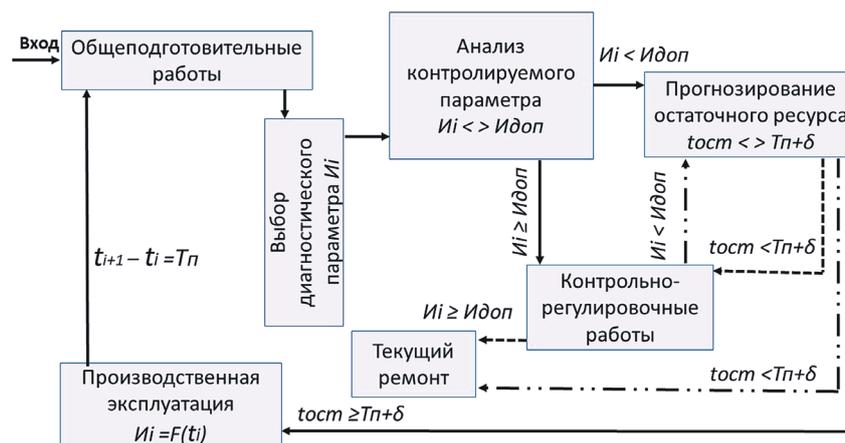


Рис. 2. Алгоритм оценки остаточного ресурса объектов мелиоративной системы

Fig. 2. Algorithm for assessing the residual resource of reclamation system objects

Математический аппарат, вводимый для решения задачи, представлен типовой моделью с включением значений, находящихся в Базе данных системы – таких, как [9]:

$I_{ном}$ – номинальное значение параметра;
 $I_{пр}$ – предельное значение параметра;

K_c – коэффициент корреляции параметра с учетом условий интенсивности эксплуатации;
 t_i – период эксплуатации до момента оценки ресурса;

α – показатель степени факторного влияния: типа конструкции, материалов и особенностей режимов работы и пр.

Математическая модель представлена формулой:

$$I_i = I_{\text{ном}} \pm K_c t_i^\alpha. \quad (1)$$

Номинальное значение параметра ($I_{\text{ном}}$) характерно для новых или капитально отремонтированных технических систем и обеспечивает их рациональную эксплуатацию. Значение параметра, обеспечивающего безотказную работу до очередного диагностирования, называется допустимым ($I_{\text{доп}}$). Предельное значение параметра ($I_{\text{пр}}$) характеризует экономическую нецелесообразность или опасность дальнейшей эксплуатации технических систем мелиоративного комплекса.

Цифровая модель контроля за состоянием технических систем мелиоративного комплекса считывает фактическое значение параметра (I_i) и сравнивается с допустимым значением ($I_{\text{доп}}$).

Логическая цепочка цифровой системы оценивает значение по предикате «Если, то»: если $I_i < I_{\text{доп}}$, то прогнозируется остаточный ресурс ($t_{\text{ост}}$). Предельное значение параметра диагностируемого объекта не достигается в процессе эксплуатации при значениях ($t_{\text{ост}}$), превышающих наработку до очередного контролируемого мероприятия, включая значение абсолютной ошибки прогнозирования (δ).

Для получения информации о времени проведения очередного обслуживания ($T_{\text{п}}$) логика строится из расчета: нахождение системы в эксплуатации при $t_{\text{ост}} \geq T_{\text{п}} + \delta$. Если остаточный ресурс $t_{\text{ост}} < T_{\text{п}} + \delta$, то планируются мероприятия обслуживающего или ремонтного характера.

Алгоритм программы предусматривает три уровня функционирования. Каждый уровень задается вводом ключевого параметра. Самый низкий уровень предусматривает использование банка данных, сформированного ранее на более высоком уровне работы программы. При этом на ввод поступает и обрабатывается только текущая информация по диагностике данной системы и подсистемы (дата, наработка, параметр диагностики), а затем на печать выдаются либо только расчетная текущая информация, либо все содержимое банка данных.

На среднем уровне имеется возможность включить в банк данных новую страницу для новой подсистемы некоторой системы. В этом случае на ввод должна поступить, помимо текущей информации,

еще и информация о предельном значении нового параметра диагностирования, его номинальном значении, о данных по техническому обслуживанию для начала обработки и хранения информации о новой подсистеме. На этом уровне необходимо проконтролировать программу, чтобы открытие новой страницы в банке данных не испортило уже имеющуюся информацию о других системах. На высшем уровне производится формирование банка данных.

Если в процессе эксплуатации машины уже накоплен информационный материал по некоторой подсистеме (имеется предыстория работы), то эта информация обрабатывается методом наименьших квадратов, и производится корректировка показателя степени факторного влияния (α) [9].

Формируя цифровую идентичность технических систем мелиоративного комплекса, недостаточно создать Банк данных в облачной среде и разработать протокол действия экспертной системы – требуется включение аппаратных средств, обеспечивающих информацией о текущем значении контролируемых параметров. Такими средствами могут выступать как встроенные системы контрольно-измерительных приборов, так и переносные средства неразрушающего контроля [11-12].

Развитие теории и научное обоснование введения расчетного значения оценки ресурсов и цифрового индикатора контроля состояния технических систем мелиоративного комплекса позволят обеспечить снижение степени износа основных фондов с 78% (данные 2020 г.) до 45% (на 2030 г.), предотвратить выбытие из оборота более 3 млн га мелиорированных земель, а также защитить от водной эрозии, затопления и подтопления до 1 млн га земель [6, 7].

Выводы

Исследования включают в себя анализ нормативного регулирования эксплуатации технических систем мелиоративных комплексов по эффективности использования механизма ресурсного уровня системы.

- Установлено, что при учете эффективности эксплуатации мелиоративных систем недостаточно внедряются цифровые среды контроля и управления.

- Рассмотрен вопрос о формировании цифровой идентичности объектов мелиоративных систем как механизма, повышающего качество управления.

- Представлен алгоритм включения параметров в Базу данных экспертной системы.

- Дано описание механизма формирования цифровой идентичности отдельной мелиоративной системы.

Библиографический список

1. СП 421.1325800.2018. Мелиоративные системы и сооружения. Правила эксплуатации – М.: Стандартиформ, 2019. – 45 с.
2. **Апатенко А.С.** Совершенствование системы технической эксплуатации при импортозамещении машин для выполнения мелиоративных работ // Природообустройство. – 2015. – № 2. – С. 74-77.
3. **Апатенко А.С., Севрюгина Н.С.** Механизм распознавания состояния конструктивных элементов технологических машин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2020. – № 12. – С. 23-28.
4. Состояние и перспективы обновления парка сельскохозяйственной техники / П.И. Бурак, И.Г. Голубев, В.Ф. Федоренко и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 156 с.
5. Мировые тенденции интеллектуализации сельского хозяйства / В.Ф. Федоренко, В.И. Черноиванов, В.Я. Гольдяпин и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 232 с.
6. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с.
7. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы развития / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, Д.С. Буклагин и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 316 с.
8. Системы телеметрии и мониторинга сельскохозяйственной техники / И.Г. Голубев, Н.П. Мишуров, В.Я. Гольдяпин и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 76 с.
9. **Севрюгина Н.С., Апатенко А.С.** Цифровые системы и точность управления работоспособностью технологических машин в природообустройстве // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 7 (265). – С. 35-38.
10. **Севрюгина Н.С., Рузанов Е.В., Матвеенко М.А.** и др. Встраиваемая мультиплексная цифровая система мониторинга машин природообустройства // Мат-лы XI Междун. научно-практ. конф. Сб.: «Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК». – М.: «Росинформагротех», 2019. – С. 378-383.
11. Цифровые решения в технологиях диагностирования машин / Ю.В. Башкирцев, М.И. Голубев, И.Г. Голубев и др. – М.: РИИАМА, 2020. – 40 с.

References

1. SP 421.1325800.2018 Meliorativnye sistemy i sooruzheniya. Pravila expluatatsii. – М.: Standartinform, 2019. – 45 s.
2. **Apatenko A.S.** Sovershenstvovanie sistemy tehnicheckoj expluatatsii pri importozameshchenii mashin dlya vypolneniya meliorativnyh rabot // Prirodoobustrojstvo. – 2015. – № 2. – S. 74-77.
3. **Apatenko A.S., Sevryugina N.S.** Mechanizm raspoznavaniya sostoyaniya konstruktivnyh elementov tehnologicheskikh mashin // Remont. – 2020. – № 12. – S. 23-28.
4. Sostoyanie i perspektivy obnovleniya parka selskohozyajstvennoj tehniki / Burak P.I., Golubev I.G., Fedorenko V.F. i dr. – М.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2019. – 156 s.
5. Mirovye tendentsii intellektualizatsii selskogo hozyajstva / Fedorenko V.F., Chernoi Ivanov V.I., Goljtyapin V.Ya. i dr. – М.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2018. – 232 s.
6. Vedomstvennyy proekt «Tsifrovoye selskoye hozyajstvo». – М.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2019. – 48 s.
7. Tsifrovoye selskoye hozyajstvo: sostoyanie i perspektivy razvitiya / Fedorenko V.F., Mishurov N.P., Buklagin D.S. i dr. – М.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2019. – 316 s.
8. Sistemy telemetrii i monitoringa selskohozyajstvennoj tehniki / Golubev I.G., Mishurov N.P., Goljtyapin V.Ya. i dr. – М.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2020. – 76 s.
9. **Sevryugina N.S., Apatenko A.S.** Tsifrovyye sistemy i tochnost upravleniya rabotosposobnost'yu tehnologicheskikh mashin v prirodoobustroystve // Tehnika i oborudovanie dlya sela. – № 7 (265). – S. 35-38.
10. **Vstraiyaemaya mul'tipleksnaya tsifrovaya sistema monitoringa mashin prirodoobustroystva.** / Sb. Nauchno-informatsionnoe obespechenie innovatsionnogo razvitiya APK. Mat-ly XI Mezhdun. nauchno-prakt. innternet konf. / Sevryugina N.S., Ruzanov E.V., Matveenko M.A. i dr. – М.: «Rosinformagroteh», 2019. – S. 378-383.
11. Tsifrovyye resheniya v tehnologiyah diagnostirovaniya mashin / Bashkirtsev Yu.V., Golubev M.I., Golubev I.G. i dr. – М.: RIIAMA, 2020. – 40 s.
12. **Karpenko N.P., Yurchenko I.F.** Sovershenstvovanie informatsionnyh tehnologij

12. Карпенко Н.П., Юрченко И.Ф. Совершенствование информационных технологий диагностики технического состояния гидротехнических сооружений // Природообустройство. – 2020. – № 1. – С. 34-40. DOI 10.34677/1997-6011/2020-1-34-41.

diagnostiki tehničeskogo sostoyaniya gidrotehničkih sooruzhenij // Prirodoo-
bustrojstvo. – 2020. – № 1. – S. 34-40. DOI
10.34677/1997-6011/2020-1-34-41.

Критерии авторства

Севрюгина Н.С., Апатенко А.С., Капырин П.Д. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Севрюгина Н.С., Апатенко А.С., Капырин П.Д. имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Criteria of authorship

Sevryugina N.S., Apatenko A.S., Kapyrin P.D. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. Sevryugina N.S., Apatenko A.S., Kapyrin P.D. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

Статья поступила в редакцию 12.05.2021 г.

The article was submitted to the editorial office 12.05.2021

Одобрена после рецензирования 05.06.2021 г.

Approved after reviewing 05.06.2021

Принята к публикации 28.06.2021 г.

Accepted for publication 28.06.2021

Оригинальная статья

УДК 502/504: 631.431:631.67

DOI: 10.26897/1997-6011-2021-3-13-20

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛИВНОЙ НОРМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

БЕЗБОРОДОВ ЮРИЙ ГЕРМАНОВИЧ¹, д-р техн. наук, профессор
ubezborodov@rgau-msha.ru

ХОЖАНОВ НИЕТБАЙ НУРЖАНОВИЧ², канд. с.-х. наук, доцент
khozhanov55@mail.ru

АУГАНБАЕВА ЖИБЕК САКЕНОВНА², докторант
Gibek95@mail.ru

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, Тимирязевская, 49. Россия

² Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати; 080002, г. Тараз, ул. Толе би, 60. Республика Казахстан

Цель исследования – установление аналитической связи между поливной нормой и суммой положительных температур, которая позволит оптимизировать и рационализировать использование природно-ресурсного потенциала без ущерба продуктивности кормовых культур. Установлена динамика влажности почвы за вегетационный период на лугово-аллювиальных почвах Приаралья и сероземных почвах юга Казахстана с суммой положительных температур больше 10°C. Для обоснования срока вегетационных поливов по показателям суммы эффективных температур проведены полевые исследования и проанализированы полученные материалы. На посевах хлопчатника поливы необходимо проводить при наступлении суммы эффективных температур 500-550°C, 800-850°C, 1100-1150°C и 1400°C от начала посева. При этом превышение урожая хлопка-сырца над контролем в производственных условиях составляет порядка 4,9 ц/га. На посевах кормовых культур поливы следует проводить по накоплению суммы эффективных температур 400°C, последующие поливы – через каждые 200°C...250°C. Из расчетов следует, что поливной сезон кукурузы должен начинаться со второй декады мая и заканчиваться с конца июня с поливной нормой от 650 до 800 м³/га. Проведение поливов в соответствии с суммой положительных температур позволяет сэкономить до 2-3 поливов общей поливной нормой от 1400 до 2400 м³/га. и увеличивает валовой урожай сельскохозяйственных культур.