

Оригинальная статья

УДК 631.6:631.92

DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-15-22



БИОСФЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

Кирейчева Людмила Владимировна, д-р техн. наук, профессор,
руководитель научного направления
ORCID0000-0002-7114-2706; kireychtvalw@mail.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова; 127434, г. Москва,
ул. Б. Академическая, 44, корп. 2, Россия

Аннотация. Рассмотрено современное состояние мелиорации в стране, которое показало недостаточно эффективное использование мелиорированных земель по причине значительного износа основных фондов, использования устаревших технологий и несоблюдения эксплуатационных мелиоративных режимов, что требует пересмотра парадигмы осуществления мелиоративной деятельности. Цель исследований – разработка основных положений концепции биосферно-экологического обоснования комплексной мелиорации, позволяющих существенно повысить продуктивность мелиорируемых земель и снизить нагрузки на агроландшафт. Применение закономерностей энерго- и массообмена в природных ландшафтах позволяет более эффективно использовать естественный потенциал природной среды, а учет ассимилирующих и барьерных свойств – снизить мелиоративные нагрузки. Важнейшим направлением должна стать цифровизация мелиоративной отрасли, а автоматизация процессов управления мелиоративным режимом почвы и создание информационно-коммуникационных систем для принятия решений по проведению агрохимических и мелиоративных мероприятий в режиме реального времени позволят получать высокие урожаи качественной продукции.

Ключевые слова: мелиорация, биосферные и экологические функции, продуктивность, мелиоративная нагрузка, автоматизация, информационно-коммуникационные системы

Формат цитирования: Кирейчева Л.В. Биосферно-экологическое обоснование комплексных мелиораций // Природообустройство. 2023. № 2. С. 15-22. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-15-22.

© Кирейчева Л.В., 2023

Original article

BIOSPHERIC AND ECOLOGICAL SUBSTANTIATION OF COMPLEX LAND RECLAMATION

Kireycheva Lyudmila Vladimirovna, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the scientific direction

ORCID0000-0002-7114-2706; kireychtvalw@mail.ru

All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration named after A.N. Kostyakov; 44, B. Akademicheskaya str., cor.2, Moscow, 127434, Russia

Annotation. The current state of land reclamation in the country is considered, which showed not sufficiently effective use of reclaimed land due to significant depreciation of fixed assets, the use of obsolete technologies and non-compliance with operational reclamation regimes, which requires a revision of the paradigm of reclamation activities. The purpose of the research is to develop the main provisions of the concept of biosphere and ecological substantiation of integrated land reclamation, which can significantly increase the productivity of reclaimed lands and reduce the load on the agrolandscape. The use of the regularities of energy and mass transfer in natural landscapes makes it possible to more effectively use the natural potential of the natural environment, and taking into account the assimilating and barrier properties to reduce reclamation loads. The most important direction should be the digitalization of the reclamation industry, and the automation of soil reclamation management processes and the creation of information and communication systems for decision-making on agrochemical and reclamation measures in real time will allow obtaining high yields of quality products.

Keywords: land reclamation, biosphere and ecological functions, productivity, reclamation load, automation, information and communication systems

Format of citation: Kireycheva L.V. Biospheric and ecological substantiation of complex land reclamation // Prirodoobustrojstvo. 2023. No. 2. S. 15-22. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-15-22.

Введение. В современном мире сформировались вызовы, затрагивающие сельское хозяйство, включая мелиорацию и экологию, к которым можно отнести: нарастающее проявление деградационных процессов в агроэкосистемах; истощение водных ресурсов и ухудшение почвенных условий; региональное и локальное изменение климата. Все это сдерживает развитие сельского хозяйства и обеспечение населения качественной продукцией. Важнейшим фактором снижения негативных проявлений является сельскохозяйственная мелиорация, позволяющая не только предупредить деградацию земель и повысить их продуктивность, снизить климатические риски, но и создать комфортную для человека среду обитания. Однако в нашей стране роль мелиорации является несущественной ввиду недостаточно эффективного использования ранее мелиорированных земель. В настоящее время на балансе Минсельхоза находится 9,45 млн га мелиорированных земель, или 4,78% общей площади сельхозугодий, из которых 4,67 млн га – орошаемые, 4,78 млн га – осушаемые. Орошаемые земли с хорошей продуктивностью составляют 2,41 млн га, с пониженной продуктивностью – 1,38, с неудовлетворительной продуктивностью – 0,9 млн га. На осушаемых землях с хорошей продуктивностью числится 0,86 млн га, пониженной – 2,14, неудовлетворительной продуктивностью – 1,78 млн га (рис. 1) [1].

Пониженная продуктивность связана с неудовлетворительным состоянием земель ввиду

как износа основных мелиоративных фондов, что составляет 71%, так и использования устаревших технологий и несоблюдения эксплуатационных мелиоративных режимов. Из 3860 тыс. га используемых в агропроизводстве орошаемых земель в 2021 г. поливалось всего лишь 1238,69 тыс. га, или 32%, а на осушаемых землях проектное регулирование водного режима и отвод дренажных вод осуществляются только на площади 916,86 тыс. га, или на 29,01% общей площади.

Урожайность на мелиорированных землях в современных условиях не достигает проектного значения, а производство растениеводческой продукции значительно ниже, чем в 80-е гг., когда объем сельскохозяйственной продукции с мелиорированных земель составлял более 30% от общего объема валового производства [2]. Все это требует пересмотра научной парадигмы обоснования комплексной мелиорации с позиции более эффективного использования природного капитала, биосферных функций и экосистемных услуг мелиоративной деятельности.

Для существенного повышения эффективности комплексной мелиорации необходимы разработка новых принципов обоснования и размещения мелиоративных систем, создание современных гидромелиоративных систем, позволяющих обеспечить на базе цифровых технологий точность регулирования потоков энергии, воды и минеральных веществ в агроэкосистеме. Это позволит существенно повысить урожайность и снизить нагрузку на природную систему.

Цель исследований заключалась в разработке концепции биосферно-экологического обоснования комплексной мелиорации, основанной на повышении энергетического потенциала агроэкосистемы и снижении мелиоративной нагрузки на агроландшафт.

Материалы и методы исследований. Главная функция биосферы заключается в обеспечении циркуляции информации, энергии, воды и вещества между атмосферой, гидросферой, литосферой (почвой) и непрерывном обмене с живыми организмами включая человека. Применительно к мелиоративной деятельности

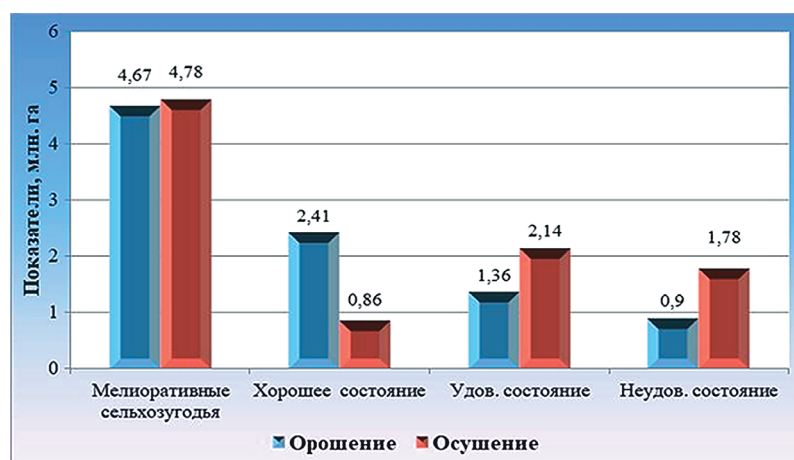


Рис. 1. Оценка мелиоративного состояния орошаемых и осушаемых земель

Fig. 1. Assessment of the reclamation state of irrigated and drained lands

рассмотрим некоторые биосферные и экосистемные функции.

Экосистемные функции – это природные процессы в экосистемах, благодаря которым удовлетворяются потребности человека по использованию природного капитала, представляющего собой часть окружающей природной среды, потенциально возможной для использования человеком с целью удовлетворения его потребностей. В свою очередь, природный капитал можно подразделить на два части: экологический, или ассимиляционный, и ресурсный потенциал [3].

Мелиоративная деятельность выполняет экосистемные функции в виде формирования и поддержания параметров окружающей среды, способствует получению дополнительного, потенциально возможного объема продукции растениеводства, для удовлетворения потребности общества и обеспечивает нематериальные функции в части улучшения среды обитания и повышения экономической устойчивости сельскохозяйственного производства. Целесообразно выделить следующие экологические услуги, которые реализует мелиоративная деятельность:

- сглаживание климатических аномалий за счет повышения водообеспеченности территории перераспределением водных ресурсов;

- повышение эффективности использования лучистой энергии путем прямого или опосредованного воздействия на альбедо, транспирацию, трансформацию теплового режима приземного слоя атмосферы;

- обеспечение биогеохимического и энергетического обмена почвы с атмосферой, гидросферой и литосферой, не нарушающего природную цикличность и снижающего поступление воды и веществ в геологический круговорот;

- использование демпфирующих свойств и ассимиляционной емкости компонентов природной среды для снижения мелиоративной нагрузки при создании и функционировании мелиоративных систем;

- усиление действия природных барьерных свойств или создание искусственных барьеров в природном объекте, что обеспечит снижение уровня загрязнения почв, природных вод, биоты и аграрной продукции;

- восстановление (рекультивация) нарушенных территорий, предотвращение и ликвидация эрозионных и других деградационных процессов;

- повышение биопродуктивной функции почв за счет придания природному

объекту благоприятных свойств для роста и развития культурных растений;

- обеспечение эффективного функционирования биоты в экосистемах, адаптивной к зональному климату и аграрному производству, для улучшения санитарно-гигиенической и эпидемической обстановки и воспроизводства почвенного плодородия;

- поддержание рекреационных качеств ландшафтов, их экологической устойчивости, продуктивности биоресурсов и способности к самовосстановлению;

- регулирование углеродного баланса за счет биогеохимического и энергетического обмена между почвой и атмосферой.

Результаты и их обсуждение. Предложены концептуальные положения и структура обоснования комплексной мелиорации, которая базируется на более полном учете свойств природной среды, точном регулировании природно-мелиоративных процессов, использовании природоподобных технологий управления мелиоративными режимами и производственными циклами. Она включает в себя иерархическую последовательность задач, подлежащих решению при обосновании и реализации комплексной мелиорации (рис. 2).

Необходимость развития мелиорации в стране и ее масштабность определяются на государственном уровне путем установления дополнительного объема растениеводческой продукции, необходимой для реализации Доктрины продовольственной безопасности, утв. Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20, и экспортного потенциала АПК. Комплексная мелиорация способствует не только



Рис. 2. Структурная схема и последовательность выполнения обоснования и реализации комплексной мелиорации

Fig. 2. Structural scheme and sequence of substantiation and implementation of complex land reclamation

увеличению объема растениеводческой продукции, но и стабилизации ее производства в неблагоприятные по климатическим условиям годы. В зависимости от прогнозируемого дефицита продовольствия и планируемого объема экспорта по виду продукции, плановому валовому сбору, предельной межгодовой вариации и пр. устанавливается необходимая доля (процент) мелиорируемой площади к общей площади сельскохозяйственных угодий и пашни с учетом рисков и угроз, которые могут снизить объем производства растениеводческой продукции.

В настоящее время доля мелиорируемых земель составляет 7,8% от пашни, а эффективно используемые мелиоративные земли составляют всего около 2%. По экспертным оценкам, для устойчивого агропроизводства в стране должно эффективно функционировать не менее 10 млн га мелиорированных земель, или 8% от используемой пашни, что снизит вариацию урожайности до 30% и ниже.

Установление потребности в проведении мелиорации обосновывается оценкой гидротермического режима территории, наличием и состоянием земельных ресурсов, гидрологическими и гидрогеологическими условиями, почвенными характеристиками. Естественные гидротермические условия определяют необходимость дополнительного увлажнения или осушения почв. По данным метеорологических показателей, в системе ГИС определяются территории, на которых требуется улучшение водного режима путем проведения гидромелиораций с целью повышения природно-климатического потенциала. Для этого по метеоданным вычисляются индексы, отражающие среднесуточную тепло- и влагообеспеченность (ГТК по Г.Т. Селянину, K_y по Н.Н. Иванову и т.д.) с целью установления профицита или дефицита естественного увлажнения почв (осушение, орошение двойное регулирование влажности почвы) и установления объема необходимой водной мелиорации (норма осушения, оросительная норма).

Используя электронные карты естественного увлажнения территории, продолжительности вегетационного периода и дефицита увлажнения в вегетационный период, построенные по данным метеостанций, выделяются потенциальные области развития комплексных мелиораций в природно-географических зонах для возможного повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий с целью интенсификации аграрного производства.

На основе закономерностей энерго- и массообмена в природных ландшафтах определяется

биологическая продуктивность предполагаемой области развития мелиорации по формулам [4]:

$$V = 10 \cdot K_t K_{\text{ФАР}} (e^{\pi \cdot k_0 \cdot k_y} - 1), \text{ если } k_y < 1; \quad (1)$$

$$V = 10 \cdot K_t K_{\text{ФАР}} (e^{\pi \cdot k_0 \cdot (1/k_y)} - 1), \text{ если } k_y > 1, \quad (2)$$

где K_t – коэффициент теплообеспеченности, взвешенный коэффициентом $K_{\text{ФАР}}$; k_y – коэффициент увлажнения по Иванову, $k_y = O/ET_0$, где O – сумма осадков вегетационного периода, мм; T_0 – сумма среднесуточных положительных температур (выше 0°); $E = 0,177$. При $k_y = 1-1.2$ обеспечиваются оптимальные условия увлажнения почв: эмпирический коэффициент $K_0 = 1,0507$; 10 – перевод тонн в центнеры. Коэффициент теплообеспеченности рассчитывается как отношение суммы среднесуточных положительных (активных) температур вегетационного периода к максимальной климатической сумме температур на земле, равной 10946°.

Комплексная мелиорация направлена на создание оптимального водного режима почвы посредством трансформации водного баланса территории. В качестве интегрального показателя экологической трансформации водного баланса (Ээ-м) можно принять следующее соотношение, характеризующее водобеспеченность агроландшафта:

$$\Theta_{\text{э-м}} = B_{\text{п}} / E_0; \quad (3)$$

$$B_{\text{п}} = O_{\text{с}} + O_{\text{р}} \pm g,$$

где $O_{\text{с}}$ – атмосферные осадки; $O_{\text{р}}$ – оросительная норма; $\pm g$ – влагообмен между почвенными и грунтовыми водами; E_0 – испаряющая способность природной системы (E_0).

Это позволит обосновать необходимость как дополнительного увлажнения почвы оросительными мелиорациями, так и отвода избыточной воды из почвенного слоя за счет регулирования влагообмена осушительными мелиорациями, что обеспечит повышение продуктивности земель. Для этого обосновывается возможность использования для развития орошения имеющихся в пределах бассейна водных ресурсов с учетом климатических и экономических рисков.

В составе схемы комплексного использования водных объектов (СКИОВО) дополнительно устанавливается возможность отбора водных ресурсов на проведение гидромелиоративных работ и возможность водоотведения сбросных и дренажных вод (орошение и осушение). Для установления мелиоративного фонда (земель, перспективных для дальнейшего развития мелиорации) и повышения обеспеченности природными, материальными и трудовыми ресурсами действующих мелиорированных территорий рекомендуется разработать схему развития комплексных мелиораций в стране (СРКМ), в составе которой выделить ранее мелиорированные земли, оценить

их водообеспеченность и наметить мероприятия, а также обосновать возможность и целесообразность дальнейшего развития мелиорации.

При обосновании проведения на сельскохозяйственных землях комплексных мелиораций путем создания мелиоративных систем выполняются эколого-экономическое обоснование с учетом ограничений на природно-климатический и ресурсный потенциал регионального агропроизводства с оценкой природных и экономических рисков [5]. Схема развития комплексных мелиораций позволит на научной основе выбирать территории, наиболее пригодные для размещения новых мелиоративных систем с учетом имеющихся природных ресурсов, потенциально возможного продукционного потенциала земельных ресурсов, а также имеющегося в регионе производственного потенциала и трудовых ресурсов.

Оптимизация размещения мелиоративных систем в пределах ландшафтной зоны при биосферном обосновании комплексной мелиорации заключается в максимально возможном снижении мелиоративной нагрузки на окружающую среду за счет использования ассимиляционной емкости составляющих природного объекта, то есть их способности без ущерба для себя поглощать техногенные воздействия. В качестве примера можно привести естественную дренированность территории, определяющую способность гидрогеологической системы компенсировать величину ирригационного питания грунтовых вод на мелиорированных землях естественным их оттоком, и тем самым – снижение водной нагрузки на гидромелиоративных системах

Благоприятными условиями для размещения орошаемых земель являются интенсивно дренируемые территории с подземным оттоком более 500 мм/год и дренированные территории с оттоком 300-500 мм/год. В зависимости от оттока подземных вод можно определить допустимую величину ирригационного питания, формирующегося на мелиоративной системе (табл. 1).

Снижение техногенной нагрузки на природный объект при создании мелиоративных систем возможно и при использовании барьерных свойств природной среды или создании специальных искусственных барьеров, которые относятся к природоподобным технологиям. Природные (естественные) и искусственно созданные барьеры могут быть механическими, физическими, биологическими, геохимическими, сорбционными и пр., а также комплексными в зависимости от механических, химических или биологических загрязнений, поступающих с мелиоративных систем. В качестве простейших можно привести различные ботанические площадки, биоплато, биосорбционные сооружения и пр. Роль барьеров в мелиоративной практике заключается в необходимости эффективного и экологически безопасного управления мелиоративными процессами, связанными с потоками воды и веществ на мелиорированных землях [6]. Такой подход дает возможность «вписать» мелиоративные процессы в природные, не изменяя их направленность, что имеет существенное экологическое значение. Чтобы предотвратить развитие негативных процессов, определяется экологическая устойчивость мелиорируемого

Таблица 1. Допустимая величина ирригационного питания

Table 1. Permissible value of irrigation feeding

Зона <i>Zone</i>	Подземный отток, мм/год <i>Underground outflow, mm / year</i>	Ирригационное питание, мм/год <i>Irrigation feeding, mm / year</i>	Рекомендации по типу мелиоративных систем <i>Recommendations for the type of reclamation systems</i>
Интенсивно дренированная <i>Intensively drained</i>	>500 в галечниках <i>>500 in pebbles</i>	150-200	Мелиоративные системы с дождеванием и открытой оросительной сетью <i>Reclamation systems with sprinkling and open irrigation network</i>
Дренированная <i>Drained</i>	300-500	100-150	Мелиоративные системы с дождеванием и закрытой оросительной сетью <i>Reclamation systems with sprinkling and closed irrigation network</i>
Слабо дренированная <i>Weakly drained</i>	150-300	50-100	Системы малообъемного орошения (микро- дождевание, импульсное, мелкоструйное) <i>Low-volume irrigation systems (micro-raining, pulsed, fine-jet)</i>
Весьма слабо дренированная <i>Very weakly drained</i>	50-150	< 50	Системы капельного и внутриводного орошения, мелкодисперсное увлажнение <i>Drip and in-soil irrigation systems, finely dispersed humidification</i>

агроландшафта. При нормативных значениях экологической устойчивости выполняется расчет мелиоративной нагруженности ландшафта (K_M), характеризующий степень преобразования агроландшафта при проведении мелиоративной деятельности и представляющий собой отношение площади мелиорированных земель (как наиболее интенсивно используемых и несущих значительную техногенную нагрузку) к общей площади сельхозугодий в пределах ландшафтной зоны:

$$K_M = S_M / S_{CX},$$

где S_M – площадь мелиорированных земель; S_{CX} – общая площадь сельскохозяйственных угодий в границах системы ландшафтной зоны.

K_M зависит от географического положения, способности геосистемы противостоять природным цепным реакциям, социально-экономическим показателям региона и прочим условиям. В зависимости от природной зоны оптимальное значение коэффициента мелиоративной нагруженности составляет от 0,3 до 0,7. Важнейшим этапом рассматриваемой методологии является проведение сценарных исследований, в результате которых выбирается вариант, обеспечивающий экологически обоснованную величину продуктивности сельскохозяйственных угодий при обеспечении устойчивости агроландшафта и экономической эффективности проведения комплексных мелиораций с учетом возможных экологических рисков и ущербов [7].

Значительная роль мелиорации отводится поддержанию и повышению плодородия почвы и формированию «здоровой почвы» путем создания необходимых условий для почвенных микроорганизмов, которые являются неотъемлемым звеном в углеродном цикле и незаменимым фактором гумусообразования и почвообразования [8]. При таком подходе, по мнению А.М. Семенова [9], «...почва представляет собой

не столько биокосное тело, сколько самостоятельную экосистему, основную роль в которой играет биота», выполняющая роль преобразования органического вещества в гумус, и потребность высших растений в питательных веществах. Кроме того, микробиота осуществляет фитосанитарные функции, обеспечивая получение качественной продукции.

Таким образом, биосферная функция комплексной мелиорации заключается в создании мелиоративного режима почвы для жизнедеятельности почвенной биоты как основного фактора повышения потенциального плодородия (табл. 2).

Реализация мелиоративных мероприятий осуществляется непосредственно на мелиорированных землях с применением средств автоматизации мелиоративных процессов. Это позволяет определить величину экологических услуг мелиорации сельскохозяйственных земель для повышения их продуктивности, удовлетворяющей потребности производителя сельскохозяйственной продукции.

Для управления природно-мелиоративными процессами в агроэкосистеме предлагается создавать автоматизированные информационно-коммуникационные технологии, обеспечивающие регулирование подачи воды, минеральных удобрений, средств защиты растений и пр. с учетом агротехнологических мероприятий выращивания сельскохозяйственной культуры и при непосредственном участии сельхозпроизводителя. Примером может служить информационно-коммуникационная система АИСК, разработанная во ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова [10]. Структурная схема автоматизированной информационно-коммуникационной системы управления природно-мелиоративными процессами представлена на рисунке 3.

Автоматизированная информационно-коммуникационная система (АИКС)

Таблица 2. Требования почвенных микроорганизмов к мелиоративному режиму для обеспечения микробиологических процессов (составлено В.Ю. Павловым)

Table 2. Requirements of soil microorganisms to the reclamation regime for ensuring microbiological processes

Показатели мелиоративного режима <i>Indicators of reclamation mode</i>	Плотность почвы <i>Soil density</i>	Температура почвы, °C <i>Soil temperature, °C</i>	Влажность, % ПВ <i>Moisture, % SM</i>	pH
Диапазон изменения <i>Change range</i>	1,1...1,3	5...30	15...75	5...9
Оптимальное значение <i>Optimal value</i>	0,8...1,1	15...25	60...75	6,5...7

Примечание. Составлена В.Ю. Павловым

Note. Compiled by V. Yu. Pavlov

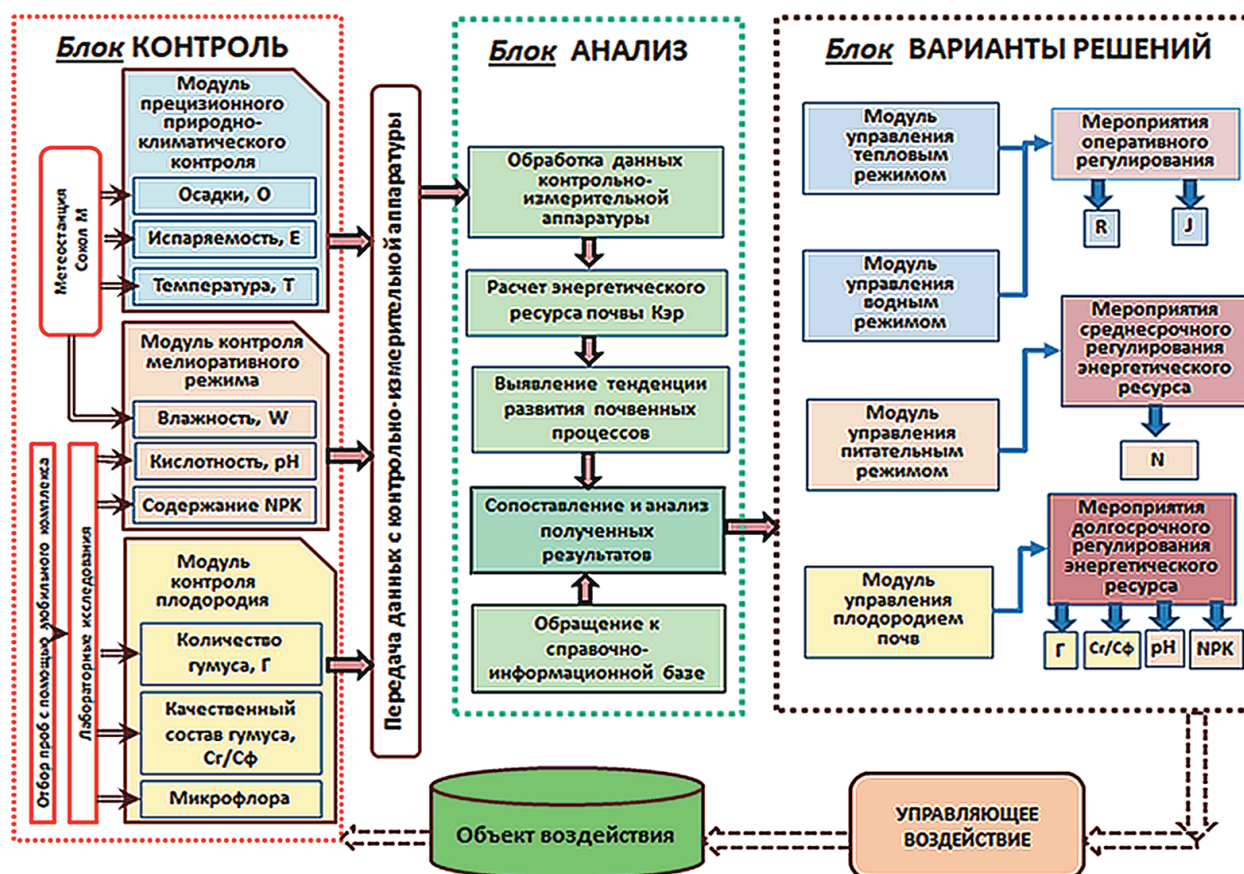


Рис. 3. Схема автоматизированной информационно-коммуникационной системы управления природно-мелиоративными процессами

Fig. 3. Scheme of automated information and communication system for managing natural-reclamation processes

используется для оценки состояния сельскохозяйственных угодий и принятия решений по назначению мероприятий в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Оценка состояния сельхозугодий основана на расчетах энергетического ресурса почв и продукционного потенциала в конкретной природно-климатической зоне.

В настоящее время разработаны модели и программное обеспечение для расчета коэффициента энергетического ресурса почвы и продукционного потенциала в зависимости от агро-климатических, почвенных условий, биологических особенностей культуры и технических возможностей инженерной мелиоративной системы [11].

Выводы

Разработана концепция биосферно-экологического обоснования комплексных мелиораций, способствующая более полному использованию природного капитала для удовлетворения потребности общества в продукции растениеводства, снижению мелиоративной нагрузки на природную среду, повышению экономической

устойчивости агропроизводства и созданию качественной среды обитания.

Концепция включает в себя:

- иерархическую последовательность обоснования необходимости и возможности осуществления комплексной мелиорации в зависимости от потребностей государства и природно-климатических условий;
- использование закономерностей энерго- и массообмена в природных ландшафтах для обоснования объемов и видов мелиорации с учетом более полного использования естественного потенциала природной среды;
- учета симилирующих и барьерных свойств природной среды при проектировании и строительстве мелиоративных систем для снижения техногенной нагрузки на агроландшафт при их функционировании;
- создание средствами комплексной мелиорации оптимальных условий для жизнедеятельности микробиоты почвы, обеспечивающей гумусообразование и, следовательно, воспроизводство почвенного плодородия;
- автоматизацию процессов управления водным, тепловым и питательным режимами

агросистемы и создание информационно-коммуникационных систем для принятия решений по проведению агрохимических

и мелиоративных мероприятий в режиме реального времени для повышения урожайности и качества продукции.

Список использованных источников

1. Развитие мелиоративного комплекса: строительство, модернизация и техническое перевооружение: справ.изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 88 с.
2. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2019 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 404 с.
3. **Дарбалаева Д.А.** Сущность и место природного капитала в эколого-экономической системе // Вопросы экономической теории. 2014. № 4. С. 145-156.
4. **Панько В.А.** Оценка и прогнозирование агроклиматических ресурсов. –/ Новосибирск.: Изд-во ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова. 2012. 100 с.
5. **Кирейчева Л.В., Юрченко И.Ф.** Методика эколого-экономического обоснования введения земель в сельскохозяйственный оборот или переход в другие категории. М. МЭСХ, 2020.130 с.
6. **Максисмов С.А.** Научные основы формирования биогеохимических барьеров при мелиорации и рекультивации земель. Диссертация на соиск. д-ра техн. наук... М.: 2020, 356 с.
7. **Кирейчева Л.В., Юрченко И.Ф., Яшин В.М.** Научные основы создания и управления мелиоративными системами в России. М.: Изд. ФГБНУ «ВНИИ агрохимия» 2017. 296 с.
8. **Ганжара Н.Ф.** Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества подзолистых и чернозёмных почв Европейской части СССР. Специальность 06.01.03 – почвоведение. Автореферат диссертации на соискание степени доктора биологических наук. Москва. 1988. 38 с.].
9. **Семенов А.М.** Трофическое группирование и динамика развития микробных сообществ в почве и ризосфере: Дис... д-ра биол. наук в виде научн. докл. М.: МАКС Пресс, 2005. 66 с.
10. **Кирейчева Л.В., Тимошкин А.Д., Авети-сян А.Л.** Информационно-коммуникационная система регулирования параметров мелиоративного состояния агроэкосистемы // Природообустройство. 2022. № 3. С. 13-18.
11. **Кирейчева Л.В.** Научные основы и технологические приемы комплексного регулирования параметров агроэкосистемы: монография / Карпенко Н.П., Яшин В.М., и др. М., 2022. 234 с.

Критерии авторства

Кирейчева Л.В. выполнила теоретические исследования, на основании которых провела обобщение и написала рукопись, имеет на статью авторское право и несёт ответственность за плагиат.

Статья поступила в редакцию 25.01.2023

Одобрена после рецензирования 18.02.2023

Принята к публикации 21.02.2023

References

1. Development of the reclamation complex: construction, modernization and technical re-equipment: reference. ed. M.: FSBI «Rosinformagrotech», 2021. 88 p.
2. Report on the state and use of agricultural lands of the Russian Federation in 2019. Moscow: FSBI «Rosinformagrotech», 2021.404 p.
3. **Darbalaeva D.A.** The essence and place of natural capital in the ecological and economic system // Questions of economic theory. 2014. № 4. P. 145-156.
4. **Panko V.A.** Assessment and forecasting of agro-climatic resources. –/Novosibirsk: Publishing house of the FGBNU «VNIIGiM» named after A.N. Kostyakov. 2012. 100 p.
5. **Kireycheva L.V., Yurchenko I.F.** Methodology of ecological and economic justification of the introduction of land into agricultural circulation or transition to other categories. M. MESKH, 2020.130 p.
6. **Maksismov S.A.** Scientific foundations of the formation of biogeochemical barriers during land reclamation and reclamation. M.: 2020, 356 p.
7. **Kireycheva L.V., Yurchenko I.F., Yashin V.M.** Scientific foundations of the creation and management of reclamation systems in Russia. M.: Publishing house FGBNU «VNI agromiya» 2017. 296 p.
8. **Ganzhara N.F.** Humus formation and agronomic assessment of organic matter of podzolic and chernozem soils of the European part of the USSR. Specialty 06.01.03 – soil science. Abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences. Moscow. 1988. 38 p.
9. **Semenov A.M.** Trophic grouping and dynamics of development of microbial communities in soil and rhizosphere: Dis... Doctor of Biological Sciences in the form of scientific dokl. M.: MAX Press, 2005. 66 p.
10. **Kireycheva L.V., Timoshkin A.D., Avetisyan A.L.** Information and communication system for regulating parameters of the reclamation state of the agroecosystem //Environmental management. 2022. No. 3. P. 13-18.
11. **Kireycheva L.V.** Scientific foundations and technological methods of integrated regulation of agroecosystem parameters: monograph / Karpenko N.P., Yashin V.M. dr. Moscow, 2022. 234 p.

Criteria of authorship

Kireycheva L.V. carried out practical and theoretical studies, on the basis of which she generalized and wrote the manuscript. She has a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

The article was submitted to the editorial office 25.01.2023

Approved after reviewing 18.02.2023

Accepted for publication 21.02.2023