

МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Научная статья

УДК 631.6.004.94

doi: 10.31774/2712-9357-2024-14-4-212-230

Формальные аспекты обоснования состава комплексных мелиораций и стратегии их размещения

Юрий Павлович Добрачев¹, Снежана Александровна Меньшикова²

^{1, 2}Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова,
Москва, Российская Федерация

¹dobrachev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2186-3652>

²men.s.a@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6216-6805>

Аннотация. Цель: определение наиболее выгодного с экологических и экономических позиций состава комплекса агрономелиоративных мероприятий и его размещения с учетом природно-ресурсного, а также историко-социального потенциала земель, занятых в сельскохозяйственном производстве. **Материалы и методы.** Вариантное программирование процесса развития сельскохозяйственных территорий с использованием современных возможностей компьютерного моделирования позволяет спрогнозировать эффект в зависимости от гипотетического изменения внешних условий и выявить из множества вариантов наиболее выгодные стратегии развития и размещения мелиораций. Методические подходы к формированию стратегии основаны на переборе всех возможных вариантов, представленных комбинациями сочетаний взаимодействующих мелиоративных мероприятий и связанных с ними агрономелиоративных факторов, с последующей оценкой их эффективности. Выбор вариантов основывается на методологическом подходе выделения индексов состояния компонентов окружающей среды. **Результаты.** Выполнены расчеты интегральной оценки эффективности вариантов для периода с продолжительностью 25 лет при использовании исходных наиболее затратных технико-экономических показателей мелиоративных мероприятий. Дана производственно-экономическая характеристика 254 вариантов состава комплекса мелиоративных мероприятий для дерново-подзолистой почвы средней окультуренности в Рязанской области (травяно-зерновой севооборот). Основное количество вариантов (90 %) показывают невысокую продуктивность и отрицательную рентабельность, 8 % вариантов при высокой продуктивности характеризуются как «экологически напряженные», и только 2 % вариантов удовлетворяют всем требованиям. **Выводы.** Уже на этапе реализации инвестиционного проекта в агропромышленном комплексе предусмотрены меры, компенсирующие и предотвращающие негативные явления. Высокоэффективные мероприятия могут быть реализованы только в том случае, если включены дорогостоящие дополнительные меры, обеспечивающие сохранение природной среды и выполнение нормативных экологических требований.

Ключевые слова: комплексные мелиорации, стратегия размещения, имитационное моделирование, эколого-экономическое обоснование, продуктивность

Сведения о научно-исследовательской работе, по результатам которой публикуется статья: работа выполнена по теме ««Исследование водного обмена мелиорируемого агроландшафта с применением цифровых технологий и имитационного моделирования для условий Российской Федерации с целью научного обоснования комплексных мелиораций, возвращения земель в сельскохозяйственный оборот и рационального использования водных и земельных ресурсов (FGUF-2024-0001)» в рамках результата «Созданы новые лаборатории, в том числе под руководством молодых пер-

спективных исследователей» федерального проекта «Развитие человеческого капитала в интересах регионов, отраслей и сектора исследований и разработок» национального проекта «Наука и университеты» в 2024 г.

Для цитирования: Добрачев Ю. П., Меньшикова С. А. Формальные аспекты обоснования состава комплексных мелиораций и стратегии их размещения // Мелиорация и гидротехника. 2024. Т. 14, № 4. С. 212–230. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-4-212-230>.

LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Original article

Formal aspects of substantiation of the complex reclamations composition and the strategy of their placement

Yuri P. Dobrachev¹, Snezhana A. Menshikova²

^{1,2}Federal Scientific Center of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov, Moscow, Russian Federation

¹dobrachev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2186-3652>

²men.s.a@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6216-6805>

Abstract. Purpose: to determine the most advantageous composition of the agro-reclamation measures complex from the ecological and economic positions and its placement taking into account the natural resource, as well as historical and social potential of the lands occupied in agricultural production. **Materials and methods.** Version programming of the agricultural area development process using modern capabilities of computer modeling allows predicting the effect depending on a hypothetical change in external conditions and identifying the most advantageous strategies for the reclamations development and placement from a variety of options. Methodological approaches to the strategy formation are based on the enumeration of all possible options represented by combinations of interacting reclamations combinations and related agro-reclamation factors, with subsequent assessment of their effectiveness. The choice of options is based on the methodological approach to identifying indices of the state of environmental components. **Results.** Calculations of the integrated assessment of the efficiency of options for a period of 25 years were performed using the initial most costly technical and economic indicators of reclamation measures. The production and economic characteristics of 254 options for the composition of the complex reclamation measures for sod-podzolic soil of average cultivation in Ryazan region (grass-grain crop rotation) are given. The majority of options (90 %) show low productivity and negative profitability, 8 % of options with high productivity are characterized as “ecologically stressed”, and only 2 % of options meet all the requirements. **Conclusions.** Already at the stage of implementing an investment project in the agro-industrial complex, measures to compensate for and prevent negative phenomena are provided. Highly effective measures can be implemented only if expensive additional measures to ensure the preservation of the natural environment and compliance with regulatory environmental requirements are included.

Keywords: complex reclamations, placement strategy, simulation modeling, ecological and economic substantiation, productivity

Information on the research work, based on the results of which the article is published: the work was carried out on the theme “Study of water exchange of reclaimed agricultural landscape using digital technologies and simulation modeling for the conditions of the Russian Federation for the purpose of scientific substantiation of complex reclamations, land return to agricultural circulation and rational use of water and land resources (FGUF-2024-

0001)” within the framework of the result “New laboratories have been created, including those under the supervision of young promising researchers” of the Federal Project “Development of human capital in the interests of regions, industries and the research and development sector” of the National Project “Science and Universities” in 2024.

For citation: Dobrachev Yu. P., Menshikova S. A. Formal aspects of substantiation of the complex reclamations composition and the strategy of their placement. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2024;14(4):212–230. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-4-212-230>.

Введение. Научно обоснованная методика формирования множества стратегий развития в прогнозных исследованиях предполагает принципиальную необходимость выдвижения гипотез о возможных изменениях внешних условий. В терминах системного подхода это требование означает, что цели и средства их достижения для управляемой системы любого иерархического уровня должны изменяться в зависимости от предполагаемого развития системы следующего более высокого уровня. Отход от этого принципа приводит к существенным методическим ошибкам. Поэтому задачу прогнозирования развития и размещения мелиораций, как и любого реального управляемого процесса, необходимо расчленить на три составляющих: первая – оценка современного состояния объекта (отрасли) и внешней среды; вторая – выдвижение гипотез (прогнозов) о развитии внешних условий и оценка вероятности реализации этих гипотез; третья – вариантное программирование процесса развития в зависимости от гипотетического изменения внешних условий.

С организационно-структурной точки зрения сельскохозяйственные мелиорации являются обеспечивающей отраслью АПК. Поэтому в прогнозных исследованиях прежде всего необходимо представить и в дальнейшем учитывать результаты реформирования, актуальные проблемы и перспективы развития агропродовольственного комплекса страны, в который мелиорация входит как один из обеспечивающих сегментов, она способна исполнять кроме этого еще и ряд социально-экологических функций: обводнение территорий, оптимизация микроклимата рекреационных и производственных зон, защита водных объектов от диффузного загрязнения [1–4].

Потребность в проведении сельскохозяйственных мелиораций и их экономическая целесообразность определяются прежде всего аграрной политикой государства, общим состоянием экономики и сельского хозяйства, в частности, интересами рынка, особенностями накопившихся проблем в АПК, так как именно это формирует потребность и определяет возможность развития отрасли. Преимуществом системы ведения сельского хозяйства на мелиорированных землях является относительно надежное, независимое от неблагоприятных природно-климатических факторов производство растениеводческой продукции. Современные мелиоративные системы комплексного регулирования факторов жизни растений в состоянии обеспечить ежегодное получение планового урожая сельскохозяйственных культур [5, 6]. Со снижением рисков, связанных с зависимостью производства от негативных природно-климатических факторов, возрастает стоимость строительства и эксплуатации мелиоративных систем, поскольку они сопровождаются реализацией новых конструктивных решений и созданием современной инфраструктуры [7, 8].

В России определены основные направления развития мелиоративного комплекса: повышение конкурентоспособности, рентабельности и устойчивости сельскохозяйственного производства средствами комплексных мелиораций в условиях изменения климата и возникающих природных аномалий за счет реконструкции и строительства мелиоративных систем на основе инновационных технологий и эффективного использования природных ресурсов; повышение урожайности и расширение посевных площадей; проведение прикладных научных и экспериментальных исследований, технологических работ, реализация пилотных проектов, позволяющих разработать современные методы и механизмы правовой, технической и технологической поддержки развития агропромышленного и мелиоративного комплекса.

Мелиорация относится к наиболее затратным и наукоемким отрас-

лям аграрного комплекса. Это наглядно отражено в программах и проектах. Имеющийся опыт развития мелиорации свидетельствует о необходимости использования научной методологии, обеспечивающей соблюдение государственных и частных интересов при реализации мелиоративных мероприятий.

Стратегия развития и размещения мелиоративных систем и проведения агромелиоративных мероприятий представляет собой раздел долгосрочного плана или проекта, направленного на достижение целей мелиоративного подкомплекса в составе агропродовольственного комплекса региона или сельхозпредприятия. В то же время государство остается субъектом стратегии, а сельскохозяйственный производитель – объектом.

На государственном уровне стратегия мелиорации земель представляет собой долгосрочный план мелиоративно-водохозяйственной деятельности на различных территориальных образованиях страны, составленный на основе всестороннего изучения текущей и ожидаемой ситуации в агропродовольственном комплексе и в прогнозируемых условиях изменения климата и других факторов. Научно обоснованная стратегия развития и размещения комплексных мелиораций выполняет функцию высококвалифицированной информационной поддержки как государственных, так и частных инвестиционных проектов сельскохозяйственной деятельности.

Материалы и методы. Методические подходы к формированию стратегии состава и размещения комплексных мелиораций основаны на переборе с использованием имитационного математического моделирования всех возможных вариантов, представленных комбинациями сочетаний взаимодействующих мелиоративных мероприятий и связанных с ними агромелиоративных факторов, с последующей оценкой их эффективности. Выбор вариантов основывается на методологическом подходе выделения индексов состояния компонентов окружающей среды для региональных агро- и экосистем [9].

Результат и обсуждение. Рассмотрим теоретические аспекты формирования множества возможных вариантов стратегий. Разнообразие вариантов стратегий может быть представлено частью или их полным перечнем. С формальной точки зрения, для формирования такого множества достаточно дать описание наиболее значимых возможных вариантов реализации, задать шаг изменений и диапазон допустимых значений их характеристик и далее с помощью таблиц выполнить ранжирование для удобства дальнейшего использования [1, 2]. Очевидно, что количество стратегий мелиорации почв региона или участка землепользования сельхозпредприятия будет определяться многообразием почв и почвенных разностей, вариацией параметров мелиоративных приемов и мероприятий, отраслевой структурой сельхозпроизводства. Диапазон допустимых значений характеристик стратегий определяется и ограничивается прогнозными значениями изменения внешних факторов и различными объективными и субъективными пределами.

Сельскохозяйственные угодья (поля, районированные участки и массивы), потенциально нуждающиеся в проведении мелиорации, обозначим через $W^N = \{w_1, \dots, w_n, \dots, w_N\}$.

Для каждого районированного земельного участка агроландшафта w_n с учетом его хозяйственного использования определим возможный набор технологических решений (комплекс мелиоративных мероприятий) $M^n = \{m_{1(n)}^n, \dots, m_{k(n)}^n, \dots, m_{K(n)}^n\}$, собранных из множества доступных для реализации отдельных видов агромелиоративных технологий $M_K = \{m_1, \dots, m_k, \dots, m_K\}$.

Под технологическим решением будем понимать любую допустимую комбинацию технически осуществимых и экологически безопасных мелиоративных мероприятий в конкретном воплощении.

Для каждой пары (W^N, M^n) назначим возможные наборы сельско-

хозяйственных культур (севообороты, отраслевая направленность растениеводства) $S^n = \{S_{1^{(n)}1^{(n)}}^n, \dots, S_{k^{(n)}r^{(n)}}^n, \dots, S_{K^{(n)}R^{(n)}}^n\}$ из множества наборов сельскохозяйственных культур и севооборотов с привязкой к рельефу и микроклимату $S = \{S_1, \dots, S_r, \dots, S_R\}$.

Общее число возможных вариантов комплексов агромелиоративных мероприятий (G) для формирования стратегий будет равно:

$$G = N \cdot K \cdot R, \quad (1)$$

где N – число районированных земельных участков сельскохозяйственных угодий мелиорируемой территории;

K – количество возможных вариантов состава комплекса агромелиоративных мероприятий из доступных;

R – группы культур адаптированных севооборотов по отраслевому или хозяйственному назначению.

Для каждой тройки (W^N, M^n, S^n) определим потенциальный эффект E^n :

$$E^n = \{\varepsilon_{1^{(n)}1^{(n)}}^n, \dots, \varepsilon_{k^{(n)}r^{(n)}}^n, \dots, \varepsilon_{K^{(n)}R^{(n)}}^n\}, \quad (2)$$

где $\varepsilon_{k^{(n)}r^{(n)}}^n = R_{k^{(n)}r^{(n)}}^n - Z_{k^{(n)}r^{(n)}}^n$;

$R_{k^{(n)}r^{(n)}}^n$ – результат (стоимость прироста дополнительной продукции), получаемый на массиве w_n за счет мелиоративных мероприятий по технологическому решению $m_{k^{(n)}}^n$ при использовании севооборота $S_{k^{(n)}r^{(n)}}^n$;

$Z_{k^{(n)}r^{(n)}}^n$ – необходимые затраты на реализацию мелиоративных мероприятий, включающие весь спектр расходов на материалы, работы по строительству, транспортировку и эксплуатацию в течение всего периода эксплуатации мелиорируемых земель, руб./га.

На первом этапе и результаты, и затраты могут быть определены по соответствующим укрупненным показателям и нормативным прибавкам урожайности.

Итак, каждому земельному участку w_n поставлена в соответствие матрица эффектов $\left| \varepsilon_{k^{(n)}r^{(n)}}^n \right|$ по составу комплекса мероприятий m_{k^n} и набору наиболее востребованных культур севооборота S_{r^n} .

Найдем в матрице значения индексов технологических решений $k^{(n)}$ и севооборотов $r^{(n)}$, адаптированных к рельефу и микроклимату данного участка w_n , которые дают наибольший эффект $\varepsilon_{k_0^{(n)}r_0^{(n)}}^n < 0$, при реализации одного или нескольких технологических решений $m_{k^{(n)}}^n$. Если этот максимум достигается при различных наборах мелиоративных мероприятий (множество Парето), то выбор можно сделать с учетом дополнительных условий. Например, взять тот вариант, который получен при наименьших затратах по статьям: на материалы, эксплуатацию, транспорт и др. Аналогично набор сельскохозяйственных культур $S_{k_0^{(n)}r_0^{(n)}}^n$ также можно изменять, принимая во внимание дополнительные условия и ограничения, например, заинтересованность в получении больших объемов той или иной сельскохозяйственной продукции в различных севооборотах, или учитывая отраслевую направленность. Можно упростить задачу отбора до трех вариантов (овощеводство, кормопроизводство, полеводство).

Итак, в результате сбора и обработки исходной информации мы получаем множество наборов характеристик G_n в виде последовательностей элементов для ограниченного числа сельскохозяйственных участков N' при $N' \leq N$, из которых исключаются варианты $\varepsilon_{k_0^{(n)}r_0^{(n)}}^n < 0$:

$$G_n = (w_n, m_{k_0^{(n)}}^n, S_{k_0^{(n)}r_0^{(n)}}^n, \varepsilon_{k_0^{(n)}r_0^{(n)}}^n), \quad (3)$$

где $n = 1, \dots, n, \dots, N'$;

$$N' \leq N.$$

Тогда под стратегией A_i развития и размещения мы будем понимать любой из наборов этих последовательностей, удовлетворяющих вышеперечисленным ограничениям:

$$A_i = \bigcup_{n \in q_i} G_n, \quad (4)$$

где q_i – любое подмножество конечного множества рассматриваемых земельных участков $\{1, \dots, n, \dots, N'\}$.

Из множества таким образом сформированных стратегий отбираются те, которые удовлетворяют требованиям финансовой реализуемости:

$$C(A_i) \geq \sum_{n=1}^q 3_{k^{(n)}r^{(n)}}^n, \quad (5)$$

где $C(A_i)$ – объем инвестиций на реализацию стратегии A_i ;

$3_{k^{(n)}r^{(n)}}^n$ – необходимые затраты, включая все виды расходов и ущербов.

Из дальнейшего рассмотрения вариантов могут быть исключены те, для которых прогнозируемый эффект ниже заданного ($\varepsilon_{k_0^{(n)}r_0^{(n)}}^n < C$), что можно объяснить отсутствием необходимости проведения мелиоративных работ из-за недостатка средств или уже существующей относительно высокой продуктивностью почв.

Выше были изложены методические подходы к формированию стратегии, основанные на переборе всех возможных вариантов, представленных комбинациями сочетаний взаимодействующих мелиоративных мероприятий и связанных с ними агрометриоративных факторов, с последующей оценкой их эффективности. Обоснование финансовой реализуемости стратегии является важным звеном оценки выбранной стратегии. В этой связи оценку эффективности необходимо рассматривать в форме инвестиционного проекта [10]. Предварительно, независимо от масштабов территории, анализ сформированных вариантов может выполняться с позиций общественной эффективности, показателем которой является дисконтированный прирост чистого дохода за расчетный период времени, равный дисконтированной разности поступлений денежных средств и затрат. Расчет производится по формуле [11]:

$$\Delta \varepsilon_t^{\text{ЧДД}} = \sum_{t=1}^T [\Delta Y_t + B_t - K_t - C_t^{\text{п.охр}} - C_t^{\text{мат.}} - C_t^{\text{эксп.}}] \cdot (1 + E_t)^{-t}, \quad (6)$$

$$(t = 1, 2, \dots, T),$$

где $\Delta \mathcal{E}_t^{\text{чдд}}$ – накопленный дисконтированный прирост чистого дохода за весь расчетный период реализации (T) как отдельных вариантов, так и стратегии в целом при реализации инвестиционного проекта, руб.;

T – расчетный период, годы;

ΔY_t – прирост выручки от реализации сельскохозяйственной продукции, полученной при проведении мелиоративных мероприятий в году t , руб.;

B_t – эколого-экономический результат проведения мелиоративных мероприятий при реализации комплексных мелиораций (обустройство территории, повышение эффективности использования агроклиматического потенциала, прирост почвенного плодородия) в году t , руб.;

K_t – капитальные вложения на комплексные мероприятия в году t , руб.;

$C_t^{\text{п.охр}}$ – затраты на охрану окружающей среды и воспроизводство плодородия почв в году t расчетного периода, руб.;

$C_t^{\text{мат.}}$ – текущие затраты на приобретение мелиорантов и расходных материалов в году t , руб.;

$C_t^{\text{эксп.}}$ – ежегодные затраты на содержание и эксплуатацию мелиоративных систем и мелиорируемых почв в году t , руб.;

E_t – норма дисконта (принята равной 0,06).

Оценочный расчет эффективности может выполняться на любом этапе существования сельскохозяйственного предприятия или другой территориальной единицы. В качестве примера приведен расчет для обоснования размещения наиболее востребованных мелиоративных мероприятий, используемых в проектах для повышения продуктивности дерново-подзолистой почвы средней окультуренности в Рязанской области (травяно-зерновой севооборот).

Расчеты интегральной оценки эффективности вариантов выполнены

согласно формуле (6) для периода продолжительностью 25 лет при использовании исходных наиболее затратных технико-экономических показателей мелиоративных мероприятий, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Стоимость материальных и трудовых ресурсов при комплексной мелиорации земель на 1 января 2024 г., Рязанская область

Table 1 – Cost of material and labor resources for complex land reclamation as of January 1, 2024, Ryazan region

Мероприятие			Стоимость
Культуртехнические работы, тыс. руб./га			62
Противоэрозионные агротехнические, тыс. руб./га			36,5
Осушение	Устройство закрытого дренажа на песчаных почвах, тыс. руб./м		24,5
	Устройство дренажа на суглинках, тыс. руб./м ²		25
	Устройство дренажа на тяжелых суглинках, тыс. руб./м ²		27,5
	Эксплуатация, руб./га·год		250
Орошение	Капитальные вложения, тыс. руб./га		360
	Эксплуатация, тыс. руб./га·год		1,34
	Услуги подачи воды, руб./м ³		2,7
Лесомелиорация	Затраты на создание, тыс. руб./га		72
	Эксплуатация, тыс. руб./га		5,36
Химическая мелиорация	Органические удобрения	Прочие, тыс. руб./га	34,4
		Стоимость работ (внесение 10 т/га), тыс. руб./га	22,3
	Известкование	Известь негашеная и гашеная, тыс. руб./т	8,47
		Стоимость работ (внесение 10 т/га), тыс. руб./га	22,4
	Минеральные удобрения	НРК, тыс. руб./т	27,7
		Стоимость работ (внесение 10 т/га), тыс. руб./га	18,2

В таблице 1 приведена расчетная стоимость материальных и трудовых ресурсов при комплексной мелиорации земель и последующей эксплуатации гидромелиоративной системы согласно официальным данным на 1 января 2024 г.^{1, 2, 3}.

¹Об утверждении предельного размера стоимости работ на 1 гектар площади земель при проведении мелиоративных мероприятий для целей реализации Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации, утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 14 мая 2021 г. № 731 [Электронный ресурс]: Приказ М-ва сел. хоз-ва Рос. Федерации от 26 июля 2022 г. № 470. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minselhoza-Rossii-ot-26.07.2022-N-470/?ysclid=lvo-vpr3e32460327153> (дата обращения: 02.01.2024).

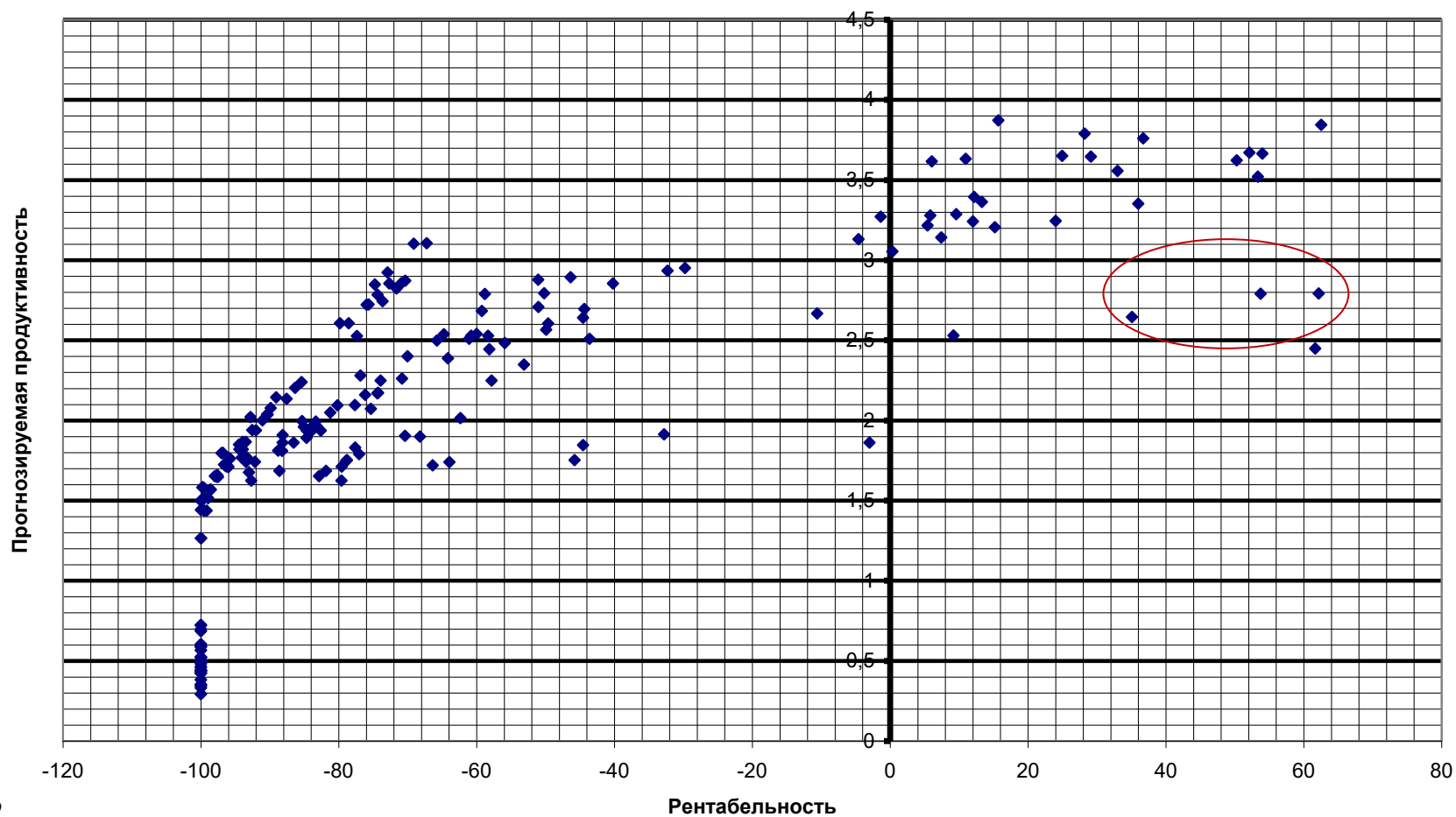
Для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур, полученной в результате осуществления проекта комплексной мелиорации, использовалась известная формула Пегова и Хомякова [9]. В данных расчетах принято допущение, что анализируемые проекты имеют одинаковую продолжительность использования мелиорируемых земель.

На рисунке 1 показаны прогнозируемые итоговые оценки продуктивности и рентабельности для 254 вариантов комплексов, составленных из восьми мелиоративных мероприятий: культуртехнические работы, дренаж, орошение, известкование, органические удобрения, минеральные удобрения, противоэрозионные мероприятия и лесомелиорация.

На рисунке 1 выделена зона приемлемых решений по экологическим ограничениям и экономической целесообразности (продуктивность 2,5–3,0 т/га, рентабельность 40–60 %); основные виды мероприятий: противоэрозионные, известкование, внесение минеральных удобрений. Основное количество вариантов (90 %) показывает невысокую продуктивность и отрицательную рентабельность, 8 % вариантов при высокой продуктивности характеризуются как «экологически напряженные», и только 2 % вариантов удовлетворяют всем требованиям. Стремление к устройству мелиоративных систем, как к возможности вести независимое от неблагоприятных природно-климатических факторов производство сельскохозяйственной продукции, лимитируется в первую очередь экономическими ограничениями, что показано на основании расчетов, и по экономической целесообразности состав мелиоративных мероприятий ограничивается только перечисленным минимумом.

²Цены, инфляция // Федер. служба гос. статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/price> (дата обращения: 02.05.2024). (Вкладки: Цены производителей. Сельскохозяйственная продукция).

³Документы // ФГБУ «Управление «Рязаньмелиоводхоз» [Электронный ресурс]. URL: <https://meliovod62.ru/dokumenty/?ysclid=m2n43kw58q689417458> (дата обращения: 22.10.2024).



2

Рисунок 1 – Производственно-экономическая характеристика 254 вариантов состава комплекса мелиоративных мероприятий для дерново-подзолистого почвы средней окультуренности в Рязанской области (травяно-зерновой севооборот)

Figure 1 – Production and economic characteristics of 254 variants of the composition of a reclamation measures complex for sod-podzolic soil of average cultivation in Ryazan region (grass-grain crop rotation)

Выбор стратегии во многом зависит от продолжительности «жизни» создаваемого производственного объекта, закладываемой на предпроектной стадии, от того, на какую перспективу рассчитан проект, насколько долго в нем будет сохраняться проектный режим функционирования. В частности, необходимо учитывать социально-демографические факторы, влияющие на различные актуальные аспекты обоснования комплексных мелиораций как в плане интенсификации технологий производства, так и в плане сохранения благоприятных экологических условий. В этой связи необходимо выявлять приоритетные позиции, по которым требуется получить «выигрыш»: по продолжительности, величине экономического эффекта, уровню экологической безопасности.

Денежные потоки от реализации варианта проекта: выручка и прочие доходы – притоки, инвестиционные и производственные затраты (не считая налогов) – оттоки. Стратегия является финансово реализуемой, если на каждом шаге расчетного периода алгебраическая сумма оттоков и притоков является неотрицательной. Такое представление эффективности включает дополнительно фактор времени, поскольку продолжительность реализации любого проекта объектов мелиорации может составлять от 5 до 30 лет, независимо от того, эксплуатируется строящаяся или реконструируемая мелиоративная система.

Схематично рассмотрим несколько временных периодов для малого сельскохозяйственного предприятия.

В первые 1–2 года (аренда) факторы изменений климата, экологическая нагрузка и социально-экономический эффект не учитываются, самый выгодный вариант тот, который ориентирован на получение максимальной прибыли.

В интервале 3–5 лет учитывается эффект от благоприятных социально-экономических изменений; нагрузка от сформированной агроэкосистемы на объекты окружающей среды не учитывается, так как за короткий

срок достоверно установить влияние сельскохозяйственной деятельности на направленность экологических процессов затруднительно.

Наиболее актуальным интервалом, на котором проявляются экономические и эксплуатационные характеристики результатов функционирования среднесрочного проекта комплекса мелиоративных мероприятий, является период в 5–10 лет. На такой период невозможно спрогнозировать рыночные цены на основе ретроспективных данных о состоянии рынков сырья и сельскохозяйственной продукции.

На период 30 лет и более вносится поправка на техническое состояние инженерных систем, новый технологический уровень производства, климатические изменения и тенденции влияния на агроландшафт и почвы процесса интенсификации как агротехнологий, так и природоохранного режима адаптивно-ландшафтного земледелия, значительно возрастают риски надежности долговременных прогнозов развития агроэкологических и социально-экономических процессов.

Отметим, что рейтинг социально-экономической эффективности мелиорации почв достаточно стабилен по приоритетности, поскольку нацелен на комплексное развитие территории. Инвестиционные проекты комплексной мелиорации земель, сроки реализации которых составляют от 10–12 лет, будут наиболее востребованы в силу значимой достоверности прогностической информации.

Выводы. Вышеизложенное позволяет сформулировать исходные требования к формированию множества вариантов стратегии развития и размещения мелиораций:

- анализ каких массивов информации является существенным для выработки стратегии;
- как формализуется процесс формирования множества стратегий;
- как формируется система ограничений при определении допустимого множества вариантов комплексной мелиорации в общей стратегии и

какова продолжительность экономически допустимого функционирования объекта мелиорации;

- какова роль взаимодействия мелиоративных факторов в комплексе и их влияние на динамику продуктивности мелиорируемых земель и экономическую эффективность функционирования предприятия;

- какова принципиальная основа информационно-логической процедуры ранжирования множества допустимых стратегий, использующих эколого-экономические критерии.

Определение наиболее выгодного с экологических и экономических позиций состава комплекса мероприятий и его размещения с учетом природно-ресурсного, а также историко-социального потенциала земель на основании вариантного компьютерного моделирования позволяет спрогнозировать эффект в зависимости от гипотетического изменения внешних условий и выявить из множества вариантов наиболее выгодные стратегии развития и размещения мелиораций.

Отметим, что формирование стратегии на базе только одного экономического критерия может существенно сократить применимость изложенного подхода для решения задач развития и размещения мелиорации. В зависимости от целей и масштабов обустройства территории кроме чисто производственного аспекта наращивания объемов сельскохозяйственной продукции путем повышения почвенного плодородия мелиорация одновременно выполняет и многие другие значимые экологические и социальные функции. Следовательно, уже на этапе инвестиционного проекта в агромелиоративном комплексе должны предусматриваться мероприятия, компенсирующие и предотвращающие негативные влияния. Поэтому некоторые высокоэффективные мероприятия могут быть реализованы только при условии включения дополнительных затратных мероприятий, обеспечивающих сохранение природной среды и выполнение экологических норм.

Тем не менее даже наиболее упрощенный подход к выработке стратегии по основным изложенным выше этапам анализа вариантов позволяет для программ развития и размещения мелиорации регионального уровня выявить многомерный вектор, отражающий объективную и актуальную тенденцию размещения и развития комплекса мелиоративных мероприятий в условиях меняющегося климата, состояния сельскохозяйственных земель и рыночных факторов: стоимости сельскохозяйственной продукции, материальных и трудовых ресурсов.

Список источников

1. Шевченко В. А., Кирейчева Л. В. Мелиорация: инвестиционные потребности и привлекательность // Сельский механизатор. 2021. № 4. С. 2–4. DOI: 10.47336/0131-7393-2021-4-2-4. EDN: IIRDTN.
2. Кирейчева Л. В., Шевченко В. А. Роль мелиорации в повышении продуктивности сельскохозяйственных земель в условиях Калининградской области // Мелиорация и водное хозяйство. 2022. № 4. С. 19–25. DOI: 10.32962/0235-2524-2022-4-19-25. EDN: BGZXJF.
3. Методическое пособие и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия / А. Н. Каштанов [и др.]. Курск – Тверь: ЧудО, 2001. 260 с. EDN: VMJDDB.
4. Айдаров И. П. Комплексное обустройство земель: монография. М.: МГУП, 2007. 208 с. EDN: QKZHAV.
5. Шатилов И. С., Чудновский А. Ф. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 320 с. EDN: SIHJXJ.
6. Влияние агромелиоративных приемов на водно-физические свойства светлокаштановой тяжелосуглинистой почвы при возделывании риса на фоне дождевания в условиях Нижнего Поволжья / И. П. Кружилин, М. А. Ганиев, К. А. Родин, А. Б. Неужина, А. А. Новиков // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. 2024. Т. 14, № 1. С. 155–166. URL: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1430> (дата обращения: 22.10.2024). DOI: 10.31774/2712-9357-2024-14-1-155-166. EDN: VLYHEN.
7. Бородычев В. В., Лытов М. Н. Варианты реализации конструктивных решений гидромелиоративной системы для регулирования гидротермического режима и комплексной протекции посевов от климатических рисков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 4(64). С. 306–324. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-32. EDN: RRAXFS.
8. Развитие методических подходов к нормированию и оценке эффективности затрат на эксплуатацию гидромелиоративных систем / Г. В. Ольгаренко, В. Н. Краснощеков, Д. Г. Ольгаренко, О. Ю. Гришаева // Вестник Челябинского государственного университета. 2022. № 6(464). С. 106–116. DOI: 10.47475/1994-2796-2022-10611. EDN: ENBGGQ.
9. Пегов С. А., Хомяков П. М. Моделирование развития экологических систем. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 221 с.
10. О методологии оценки эффективности реальных инвестиционных проектов /

П. Л. Виленский, В. Н. Лившиц, С. А. Смоляк, А. Шахназаров // Российский экономический журнал. 2006. № 9–10. С. 63–73. EDN: RSPKDB.

11. Краснощеков В. Н., Ольгаренко Г. В., Ольгаренко Д. Г. Методические рекомендации по оценке эколого-экономической эффективности инвестиционных проектов мелиорации земель сельскохозяйственного назначения: науч. изд. Коломна: ИП Воробьев О. М., 2016. 97 с. EDN: XVOQXR.

References

1. Shevchenko V.A., Kireycheva L.V., 2021. *Melioratsiya: investitsionnye potrebnosti i privlekatel'nost'* [Land reclamation: investment needs and attractiveness]. *Sel'skiy mekhanizator* [Rural Mechanic], no. 4, pp. 2-4, DOI: 10.47336/0131-7393-2021-4-2-4, EDN: IIRDTH. (In Russian).

2. Kireycheva L.V., Shevchenko V.A., 2022. *Rol' melioratsii v povyshenii produktivnosti sel'skokhozyaystvennykh zemel' v usloviyakh Kaliningradskoy oblasti* [The role of land reclamation for agricultural land productivity increasing in Kaliningrad region]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Land Reclamation and Water Management], no. 4, pp. 19-25, DOI: 10.32962/0235-2524-2022-4-19-25, EDN: BGZXJF. (In Russian).

3. Kashtanov A.N. [et al.], 2001. *Metodicheskoe posobie i normativnye materialy dlya razrabotki adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya* [Methodological Manual and Specifications for Adaptive Landscape Farming Systems Development]. Kursk – Tver: ChuDo Publ., 260 p., EDN: VMJDDDB. (In Russian).

4. Aidarov I.P., 2007. *Kompleksnoe obustroystvo zemel': monografiya* [Integrated Land Management: monograph]. Moscow, MGUP, 208 p., EDN: QKZHAV. (In Russian).

5. Shatilov I.S., Chudnovsky A.F., 1980. *Agrofizicheskie, agrometeorologicheskie i agrotekhnicheskie osnovy programmirovaniya urozhaya* [Agrophysical, Agrometeorological and Agrotechnical Foundations of Crop Programming]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 320 p., EDN: SIHJXJ. (In Russian).

6. Kruzhilin I.P., Ganiev M.A., Rodin K.A., Nevezhina A.B., Novikov A.A., 2024. [The impact of agro-reclamation techniques on water-physical properties of light-chestnut heavy loamy soil during rice cultivation with sprinkling in the Lower Volga region]. *Melioratsiya i gidrotekhnika*, vol. 14, no. 1, pp. 155-166, available: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1430> [accessed 22.10.2024], DOI: 10.31774/2712-9357-2024-14-1-155-166, EDN: VLYHEN. (In Russian).

7. Borodychev V.V., Lytov M.N., 2021. *Varianty realizatsii konstruktivnykh resheniy gidromeliorativnoy sistemy dlya regulirovaniya gidrotermicheskogo rezhima i kompleksnoy protektsii posevov ot klimaticheskikh riskov* [Options of implementation of constructive solutions of the hydromeliorative system for regulation of the hydrothermal regime integrated protection of crops from climatic risks]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 4(64), pp. 306-324, DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-32, EDN: RRAXFS. (In Russian).

8. Olgarenko G.V., Krasnoshchekov V.N., Olgarenko D.G., Grishaeva O.Yu., 2022. *Razvitie metodicheskikh podkhodov k normirovaniyu i otsenke effektivnosti zatrat na ekspluatatsiyu gidromeliorativnykh sistem* [Development of methodological approaches to standardization and assessment of the cost effectiveness of operation hydraulic reclamation systems]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Chelyabinsk State University], no. 6(464), pp. 106-116, DOI: 10.47475/1994-2796-2022-10611, EDN: ENBGQ. (In Russian).

9. Pegov S.A., Khomyakov P.M., 1991. *Modelirovanie razvitiya ekologicheskikh sistem* [Modeling the Development of Ecological Systems]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 221 p. (In Russian).

10. Vilensky P.L., Livshits V.N., Smolyak S.A., Shakhnazarov A., 2006. *O metodologii otsenki effektivnosti real'nykh investitsionnykh proyektov* [On the methodology for assessing the effectiveness of real investment projects]. *Rossiyskiy ekonomicheskiy zhurnal* [Russian Economic Journal], no. 9-10, pp. 63-73, EDN: RSPKDB. (In Russian).

11. Krasnoshchekov V.N., Olgarenko G.V., Olgarenko D.G., 2016. *Metodicheskie rekomendatsii po otsenke ekologo-ekonomicheskoy effektivnosti investitsionnykh proektov melioratsii zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya: nauch. izd.* [Guidelines for the Assessment of Ecological and Economic Efficiency of Investment Projects of Land Reclamation for Agricultural Purposes: scientific publ.]. Kolomna, IP Vorobyov O. M., 97 p., EDN: XVOQXR. (In Russian).

Информация об авторах

Ю. П. Добрачев – главный научный сотрудник, доктор технических наук, Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Москва, Российская Федерация, dobrachev@yandex.ru, AuthorID: 111083, ORCID: 0000-0002-2186-3652;

С. А. Меньшикова – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Москва, Российская Федерация, men.s.a@mail.ru, AuthorID: 719454, ORCID: 0000-0001-6216-6805.

Information about the authors

Yu. P. Dobrachev – Chief Researcher, Doctor of Technical Sciences, Federal Scientific Center of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov, Moscow, Russian Federation, dobrachev@yandex.ru, AuthorID: 111083, ORCID: 0000-0002-2186-3652;

S. A. Menshikova – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Federal Scientific Center of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov, Moscow, Russian Federation, men.s.a@mail.ru, AuthorID: 719454, ORCID: 0000-0001-6216-6805.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.*

*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.*

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 11.07.2024; одобрена после рецензирования 25.10.2024;
принята к публикации 31.10.2024.
The article was submitted 11.07.2024; approved after reviewing 25.10.2024; accepted for
publication 31.10.2024.*