

ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ

Научная статья
УДК 626/627

Декомпозиционный подход к планированию мероприятий по реконструкции гидромелиоративных систем

Владимир Викторович Слабунов¹, Олег Владимирович Воеводин²

^{1, 2}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹Slabunovvv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0150-5193>

²Vovtech@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1098-2979>

Аннотация. Цель: разработка положений по оптимизации мероприятий при проведении реконструкции гидромелиоративных систем. **Материалы и методы.** Объект исследований – процесс планирования мероприятий по реконструкции гидромелиоративных объектов. В процессе исследований осуществлялся поиск и анализ подходов к планированию проведения строительных и эксплуатационных мероприятий на гидромелиоративных системах и методов такого планирования, а также анализ результатов проведенных обследований государственных гидромелиоративных систем и их элементов. Применялись аналитический, сравнительный и логический методы. **Результаты.** Установлено, что на срок службы элементов гидромелиоративных систем оказывают влияние своевременно не устраненные дефекты и недоработки, а также климатические условия, режимы и условия эксплуатации, окружающая среда, в которых находится система. Для поддержания работоспособного состояния гидромелиоративных систем и их элементов необходим учет и анализ данных наблюдений за проведением процесса эксплуатации элементов гидромелиоративных систем. Выявлены недостатки существующих методов планирования ремонтно-эксплуатационных мероприятий на гидромелиоративных системах. При решении комплекса задач по совершенствованию планирования организации ремонтно-эксплуатационных мероприятий, как при эксплуатации, так и при реконструкции систем и сооружений, предложено использовать декомпозиционный подход. **Выводы.** Выявлены недостатки существующих методов планирования ремонтно-эксплуатационных мероприятий на гидромелиоративных системах. Установлена необходимость разработки новых методов планирования потребности в ремонтно-эксплуатационных мероприятиях при эксплуатации и реконструкции, которые бы базировались на научной основе и допускали широкое применение экономико-математических методов и процессов моделирования. Один из способов планирования – декомпозиционный подход, позволяющий представить общую задачу в виде совокупности более простых задач с последующей увязкой их решений.

Ключевые слова: гидромелиоративная система, ремонтно-эксплуатационные мероприятия, реконструкция, декомпозиционный подход, сооружение, способ

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на научно-практической конференции «Инновационные пути развития мелиоративных систем и сооружений» (г. Новочеркасск, 5 сентября 2023 г.).

Для цитирования: Слабунов В. В., Воеводин О. В. Декомпозиционный подход к планированию мероприятий по реконструкции гидромелиоративных систем // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. Т. 91, № 3. С. 36–46.



INNOVATIVE WAYS OF DEVELOPING RECLAMATION SYSTEMS AND STRUCTURES

Original article

Decompositional approach to planning the activities on hydro-reclamation system reconstruction

Vladimir V. Slabunov¹, Oleg V. Voevodin²

^{1,2}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

¹Slabunovvv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0150-5193>

²Vovtech@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1098-2979>

Abstract. Purpose: development of provisions on activities optimization during the reconstruction of hydro-reclamation systems. **Materials and methods.** The object of research is the process of planning activities on reconstruction of hydro-reclamation facilities. During the research, a search and analysis of approaches to planning construction and operational activities on hydro-reclamation systems and methods for such planning as well as an analysis of the results of surveys of state hydro-reclamation systems and their elements were carried out. Analytical, comparative and logical methods were used. **Results.** It has been found that the service life of the elements of hydro-reclamation systems is influenced by defects and shortcomings that are not eliminated in a timely manner, as well as climatic conditions, modes and operating conditions, and the environment in which the system is located. To maintain the operational state of hydro-reclamation systems and their elements, it is necessary to take into account and analyze observation data during the operation of the elements of hydro-reclamation systems. The shortcomings of existing methods for planning care and maintenance activities on hydro-reclamation systems have been identified. When solving a set of problems to improve the planning of the organization of care and maintenance activities, both during operation and during the reconstruction of systems and structures, it is proposed to use a decomposition approach. **Conclusions.** The shortcomings of existing methods for planning care and maintenance activities on hydro-reclamation systems have been identified. The necessity to develop new methods for planning need for care and maintenance activities during operation and reconstruction, which would be based on a scientific basis and allow for the widespread use of economic and mathematical methods and modeling processes has been established. One of the planning methods is the decomposition approach, which allows presenting a general problem in the form of a set of simpler problems with subsequent correlation of their solutions.

Keywords: hydro-reclamation system, care and maintenance activities, reconstruction, decomposition approach, structure, method

Evaluation of the research results: the main provisions of the article were reported at the scientific and practical conference “Innovative ways of developing reclamation systems and structures” (Novocherkassk, September 5, 2023).

For citation: Slabunov V. V., Voevodin O. V. Decompositional approach to planning the activities on hydro-reclamation system reconstruction. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;91(3):36–46. (In Russ.).

Введение. В настоящее время резко возросли требования к использованию орошаемых сельскохозяйственных земель, что обусловлено выполнением планов по реализации Доктрины продовольственной безопасно-

сти Российской Федерации [1] и реализацией положений постановления Правительства РФ о вовлечении в оборот сельскохозяйственных земель [2]. Повышение эффективности применения оросительных мелиораций немислимо без совершенствования гидромелиоративных систем, роста их технического уровня, степени надежности. В связи с этим первоочередной задачей является обеспечение повышения эффективности и бесперебойной работы гидромелиоративных систем, не только за счет выполнения эксплуатационных мероприятий, но и посредством проведения мероприятий по их реконструкции (модернизации) [3, 4].

В связи с этим целью настоящей работы является подготовка положений по оптимизации мероприятий при проведении реконструкции гидромелиоративных систем.

Материалы и методы. Объектом исследований является процесс планирования мероприятий по реконструкции гидромелиоративных объектов. В процессе исследований проводился поиск и анализ подходов к планированию проведения строительных и эксплуатационных мероприятий на гидромелиоративных системах и методов такого планирования, а также анализ результатов проведенных обследований государственных гидромелиоративных систем и их элементов. Применялись аналитический, сравнительный и логический методы.

Результаты и обсуждения. Проведенные обследования государственных гидромелиоративных систем, подведомственных Минсельхозу России, позволяют выявить резкую разницу в сроках службы элементов систем, находящихся в одинаковых условиях эксплуатации. На срок службы элементов гидромелиоративных систем оказывают влияние прежде всего своевременно не устраненные дефекты и недоработки, а также климатические условия, режимы и условия эксплуатации, окружающая среда, в которых находится система.

Следует считать, что срок службы системы, ее состояние зависят

в основном от проводимых мероприятий по эксплуатационному контролю, техническому обслуживанию и уходу за сооружениями гидромелиоративной системы при условии, что она запроектирована и построена с учетом климатических и других факторов. Основная задача заключается не только в своевременном обнаружении дефектов и устранении их, но главным образом в предупреждении их появления. Необходимо обеспечить постепенный переход от субъективного отбора систем (их элементов) на ремонт или реконструкцию к целеустремленному, сознательному назначению на ремонт в зависимости от срока эксплуатации. Это будет качественное изменение в подходе к проведению мероприятий как по ремонту, так и по реконструкции гидромелиоративных систем в целом и их элементов. Так, если на каждом поливном участке регулярно проводить плановые мероприятия по ремонту и обслуживанию¹, то весь расчетный срок службы (ресурс) он будет соответствовать нормативным эксплуатационным требованиям [5, 6].

Необходимо отметить, чтобы при проектировании строительства новых и реконструкции старых гидромелиоративных систем разрабатывались ремонтные циклы, определялись необходимые ресурсы для обеспечения необходимой эксплуатационной надежности гидромелиоративных систем.

Налаженная система ремонтно-эксплуатационных мероприятий по циклам позволит содержать в работоспособном состоянии гидромелиоративные системы и входящие в них сооружения, избежать «недоремонта», удешевить эксплуатационные мероприятия и повысить их эффективность.

Переход на профилактическую систему эксплуатационных мероприятий (техническое обслуживание, уход, эксплуатационный контроль) требует и тщательного изучения вопросов надежности гидромелиоративных систем, проведения комплекса исследований, включая наблюдение за про-

¹Мелиоративные системы и сооружения. Правила эксплуатации [Электронный ресурс]: СП 421.1325800.2018: утв. Минстроем России 24.12.18: введ. в действие с 25.06.19. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

цессами эксплуатации, лабораторные исследования, моделирование работы гидромелиоративных систем. Для поддержания работоспособного состояния, близкого к нормативному, т. е. заданного уровня надежности гидромелиоративных систем и их элементов, с помощью правильно организованных ремонтных и профилактических мероприятий необходим учет и анализ данных наблюдений за проведением процесса эксплуатации элементов гидромелиоративных систем.

Для повышения эксплуатационной надежности гидромелиоративных систем необходимо разработать научно обоснованные методы планирования ремонтов и техобслуживания, специальные приборы диагностики, нормативные показатели и значения контролируемых параметров пропускной способности, горизонтов воды, а также эффективные методы ремонта.

Изучение существующих методов планирования ремонтно-эксплуатационных мероприятий на гидромелиоративных системах на основе анализа работы эксплуатационных организаций, научно-технических публикаций позволяет выделить целый ряд недостатков [7, 8]:

- несовершенство принятой методики, основанной на временном положении о проведении мероприятий по техническому обслуживанию гидромелиоративных систем и сооружений;
- отсутствие соответствующей нормативной базы с учетом привязки к конкретным условиям эксплуатации сооружения или системы в целом;
- составление планов и графиков мероприятий по ремонту и техобслуживанию на основе неполной информации о техническом состоянии;
- отсутствие прогноза предполагаемого числа аварийных ремонтов;
- отсутствие увязки планов с ремонтно-производственной базой;
- отсутствие надлежащего учета и контроля производимых ремонтно-эксплуатационных и ремонтно-строительных работ;
- плохая организация оперативного управления проводимыми ремонтно-эксплуатационными мероприятиями, не обеспечивающая расчеты

на стадии готового и перспективного планирования необходимыми учетными данными.

При решении вопросов совершенствования планирования необходимо обеспечить системный подход [9–12] – рассмотрение комплекса задач планирования и организации ремонтно-эксплуатационных мероприятий, как при эксплуатации, так и при реконструкции систем и сооружений, как элемента автоматизированных систем производственного управления гидромелиоративными системами (рисунок 1).

Для решения данного вопроса возможно применение декомпозиционного подхода к планированию мероприятий при реконструкции гидромелиоративной системы, который можно представить в виде следующих процессов (этапов).

1 Разработка методов оптимального планирования – формирование основной программы и определение наилучшего варианта планов с минимальными эксплуатационными затратами.

2 Разработка методов корректирования оптимальных планов без нарушения целостности и взаимосвязанности.

3 Разработка методики составления и корректировки планов, основанной на исследовании вероятностного характера закономерностей работы элементов гидромелиоративных систем.

4 Разработка методики непрерывного планирования – составление планов реконструкции, ремонта и техобслуживания с учетом вероятностного характера технического состояния элементов гидромелиоративных систем и неравномерного распределения объемов работ по периодам года.

5 Разработка экономико-математических и графических моделей отображения плана – нахождение наиболее рациональной и наглядной модели годовых планов проведения ремонтов и техобслуживания.

6 Улучшение учета и контроля – совершенствование существующих и разработка новых методов учета и контроля данных, используемых для годового планирования ремонтно-эксплуатационных работ.

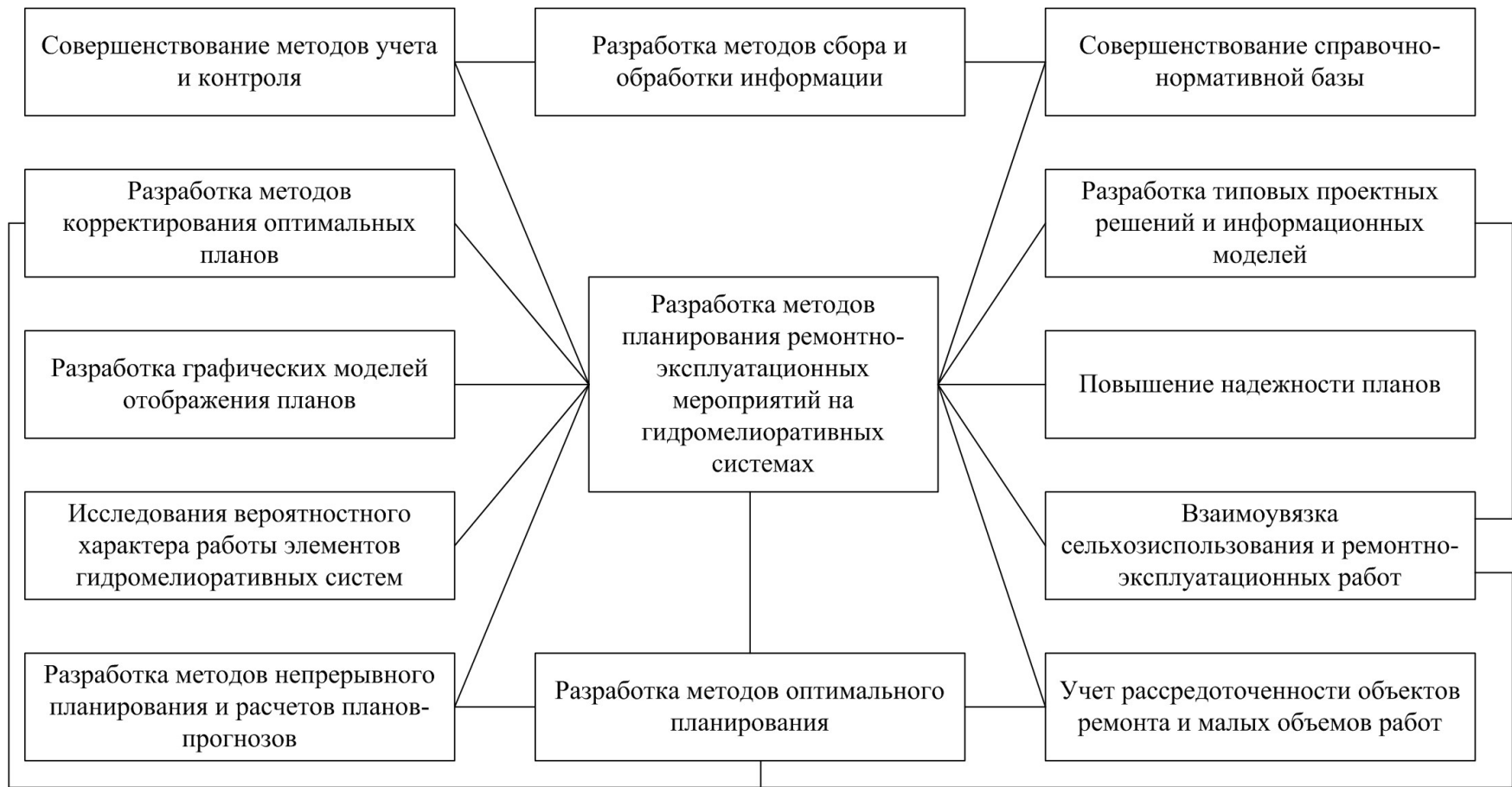


Рисунок 1 – Декомпозиционный подход к планированию мероприятий при реконструкции гидромелиоративных систем

Figure 1 – Decomposition approach to planning activities during the reconstruction of hydro-reclamation systems

7 Совершенствование справочно-нормативной базы на основе сложившихся условий эксплуатации гидромелиоративных систем с учетом конкретных условий их расположения.

8 Разработка методов взаимоувязки сельскохозяйственного использования и ремонтно-эксплуатационных мероприятий – составление планов мероприятий по ремонту, техобслуживанию или реконструкции с учетом требований сельскохозяйственного производства.

9 Повышение надежности планов – составление планов реконструкции, ремонта и техобслуживания с учетом вероятностного характера технического состояния гидромелиоративных систем и неравномерного распределения объемов работ по периодам года.

Реализация указанных мероприятий – задача, требующая для своего выполнения значительных исследований с привлечением большого числа исполнителей.

Выводы. Анализ перечисленных недостатков позволяет сделать вывод о необходимости разработки таких методов планирования потребности в ремонтно-эксплуатационных мероприятиях или реконструкции, которые бы базировались на научной основе и допускали широкое применение экономико-математических методов и процессов моделирования. Практическая потребность решения задач планирования ремонтно-эксплуатационных работ требует нахождения приближенных приемов и способов оптимизации мероприятий при эксплуатации или реконструкции гидромелиоративных систем. Одним из способов планирования является декомпозиционный подход, позволяющий представить общую задачу в виде совокупности более простых задач с последующей увязкой их решений.

Список источников

1. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]: Указ Президента РФ от 21 янв. 2020 г. № 20. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.
2. О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель

сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 г. № 731. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

3. Развитие мелиоративного комплекса: строительство, модернизация и техническое перевооружение: справ. изд. М.: Росинформагротех, 2021. 88 с.

4. Дубенок Н. Н., Ольгаренко Г. В. Перспективы восстановления мелиоративного комплекса Российской Федерации // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 2. С. 56–59. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/2/56-59>.

5. Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, В. В. Слабунов, О. В. Воеводин, А. Л. Кожанов, А. С. Штанько, С. Л. Жук; Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. Новочеркасск, 2014. 171 с. Деп. в ВИНТИ РАН 14.04.14, № 96-B2014.

6. Слабунов В. В., Кожанов А. Л. Нормативно-правовое обеспечение реконструкции гидромелиоративных объектов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 2(90). С. 41–50.

7. Алтынбаев Р. И. Эффективная и надежная эксплуатация мелиоративных систем зависит от планирования и своевременного проведения ремонтных работ // Исследования в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении: материалы междунар. науч.-практ. конф. 2016. С. 29–32.

8. Иванова О. И., Долматов Г. Н. Анализ современного состояния мелиоративных систем Красноярского края // Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. 2020. С. 261–266.

9. Лапшин Д. Д., Меерсон В. Э. Обоснование принципов управляемости технической системой на основе декомпозиционного подхода // Новое слово в науке: перспективы развития. 2015. № 4(6). С. 153–156.

10. Построение сложных систем управления с использованием агрегативно-декомпозиционного подхода / И. Н. Карцан, С. Н. Лысенко, С. В. Ефремова, К. А. Иванов // Вопросы контроля хозяйственной деятельности и финансового аудита, национальной безопасности, системного анализа и управления: сб. материалов VI Всерос. науч.-практ. конф. М., 2021. С. 464–472.

11. Лапшина М. Л., Черных А. С., Юдина Н. Ю. Адаптация декомпозиционного подхода к проблемам согласования оптимальных планов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии [Электронный ресурс]. 2017. № 3(18). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/article?id=382> (дата обращения: 15.08.2023).

12. Быкова В. В., Монгуш Ч. М. Декомпозиционный подход к исследованию формальных контекстов // Прикладная дискретная математика. 2019. № 44. С. 113–126. <https://doi.org/10.17223/20710410/44/9>.

References

1. *Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii* [On Approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation]. Decree of the President of the Russian Federation of 21 January, 2020, no. 20. (In Russian).

2. *O Gosudarstvennoy programme effektivnogo вовлечeniya v oborot zemel' sel'skookhozyaystvennogo naznacheniya i razvitiya meliorativnogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii* [On the State Program for the Effective Involvement of Agricultural Lands in the Turnover and the Development of the Reclamation Complex of the Russian Federation]. Decree of the Government of the Russian Federation of 14 May, 2021, no. 731. (In Russian).

3. *Razvitie meliorativnogo kompleksa: stroitel'stvo, modernizatsiya i tekhnicheskoe perevooruzhenie: sprav. izd.* [Development of Reclamation Complex: Construction, Moderni-

zation and Technical Re-equipment: reference book]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2021, 88 p. (In Russian).

4. Dubenok N.N., Olgarenko G.V., 2021. *Perspektivy vosstanovleniya meliorativnogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii* [Recovery prospects for the Russian Federation reclamation complex]. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bull. of Russian Agricultural Science], no. 2, pp. 56-59, <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/2/56-59>. (In Russian).

5. Shchedrin V.N., Vasilyev S.M., Slabunov V.V., Voevodin O.V., Kozhanov A.L., Shtanko A.S., Zhuk S.L., 2014. *Pravila ekspluatatsii meliorativnykh sistem i otdel'no raspolozhennykh gidrotekhnicheskikh sooruzheniy* [Rules for Operation of Reclamation Systems and Separately Located Hydraulic Structures]. Novocherkassk, 171 p., deposited in VINITI Russian Academy of Sciences on 04.14.2014, no. 96-B2014. (In Russian).

6. Slabunov V.V., Kozhanov A.L., 2023. *Normativno-pravovoe obespechenie rekonstruktsii gidromeliorativnykh ob"ektov* [Regulatory support for the reconstruction of irrigation and drainage facilities]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 2(90), pp. 41-50. (In Russian).

7. Altynbaev R.I., 2016. *Effektivnaya i nadezhnaya ekspluatatsiya meliorativnykh sistem zavisit ot planirovaniya i svoevremennogo provedeniya remontnykh rabot* [Effective and reliable operation of reclamation systems depends on planning and timely repair work]. *Issledovaniya v stroitel'stve, teplogazosnabzhenii i energoobespechenii: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Research in Construction, Heat and Gas Supply and Energy Supply: Proc. of the International Scientific-Practical Conference], pp. 29-32. (In Russian).

8. Ivanova O.I., Dolmatov G.N., 2020. *Analiz sovremennogo sostoyaniya meliorativnykh sistem Krasnoyarskogo kraya* [Analysis of the current state of reclamation systems of the Krasnoyarsk Territory]. *Problemy i perspektivy ustoychivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: materialy II Vserosdiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunaridnym uchastiem* [Problems and Prospects for Sustainable Development of the Agro-Industrial Complex: Proc. of the II All-Russian Scientific-Practical Conference with International Participation], pp. 261-266. (In Russian).

9. Lapshin D.D., Meerson V.E., 2015. *Obosnovanie printsipov upravlyaemosti tekhnicheskoy sistemoy na osnove dekompozitsionnogo podkhoda* [Justification of the principles of controllability of a technical system based on the decomposition approach]. *Novoe slovo v nauke: perspektivy razvitiya* [New Word in Science: Development Prospects], no. 4(6), pp. 153-156. (In Russian).

10. Kartsan I.N., Lysenko S.N., Efremova S.V., Ivanov K.A., 2021. *Postroenie slozhnykh sistem upravleniya s ispol'zovaniem agregativno-dekompozitsionnogo podkhoda* [Construction of complex control systems using the aggregative-decomposition approach]. *Voprosy kontrolya khozyaystvennoy deyatel'nosti i finansovogo audita, natsional'noy bezopasnosti, sistemnogo analiza i upravleniya: sb. materialov VI Vserosdiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Issues of Control of Economic Activity and Financial Audit, National Security, System Analysis and Management: Proc. of the VI All-Russian Scientific-Practical Conference]. Moscow, pp. 464-472. (In Russian).

11. Lapshina M.L., Chernykh A.S., Yudina N.Yu., 2017. *Adaptatsiya dekompozitsionnogo podkhoda k problemam soglasovaniya optimal'nykh planov* [Adaptation of the decomposition approach to the problems of harmonization of optimal plans]. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii* [Modeling, Optimization and Information Technologies], no. 3(18), available: <https://moitvvt.ru/ru/journal/article?id=382> [accessed 15.08.2023]. (In Russian).

12. Bykova V.V., Mongush Ch.M., 2019. *Dekompozitsionnyy podkhod k issledovaniyu formal'nykh kontekstov* [Decomposition approach to research of formal contexts]. *Prikladnaya*

Информация об авторах

В. В. Слабунов – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, Slabunovvv@mail.ru, AuthorID: 618639, <https://orcid.org/0000-0003-0150-5193>;
О. В. Воеводин – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, Vovtech@yandex.ru, AuthorID: 289574, <https://orcid.org/0000-0003-1098-2979>.

Information about the authors

V. V. Slabunov – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, Slabunovvv@mail.ru, AuthorID: 618639, <https://orcid.org/0000-0003-0150-5193>;
O. V. Voevodin – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, Vovtech@yandex.ru, AuthorID: 289574, <https://orcid.org/0000-0003-1098-2979>.

*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 30.08.2023; одобрена после рецензирования 07.09.2023;
принята к публикации 09.10.2023.*

The article was submitted 30.08.2023; approved after reviewing 07.09.2023; accepted for publication 09.10.2023.