

МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Научная статья

УДК 626.8:658.588.8

doi: 10.31774/2712-9357-2024-14-4-231-242

Обоснование приоритетности и очередности проведения ремонтно-восстановительных работ на мелиоративных системах на примере канала Бг-Р-8-1 Багаевской оросительной системы

Александр Анатольевич Кузьмичев

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, flutbet@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5478-8847>

Аннотация. Цель: разработать способ обоснования приоритетности и очередности проведения ремонтно-восстановительных работ на мелиоративных системах на основе оценки технического состояния объектов мелиоративных систем, а также их значимости для работы системы в целом на примере канала Бг-Р-8-1 Багаевской оросительной системы. **Материалы и методы:** в качестве исходных данных для разработки предложенного способа были использованы материалы по каналу Бг-Р-8-1 Багаевской оросительной системы. **Результаты.** При обосновании приоритетности и очередности проведения ремонтно-восстановительных работ на гидротехнических сооружениях мелиоративных систем необходимо оценить техническое состояние каждого сооружения, а также его эксплуатационную значимость для работы мелиоративной системы в целом. Техническое состояние элементов мелиоративных систем определяется на основании полевых исследований и утверждается актом технического осмотра. А затем каждому элементу присваивается соответствующий технический показатель: нормативное, работоспособное, ограниченно работоспособное или предельное состояние. Для оценки значимости необходимо определить количество элементов мелиоративной системы, эффективность работы которых зависит от надежной работы рассматриваемого сооружения, а также фактическую, проектную и подкомандную площадь орошения, на полив которой влияет надежность рассматриваемого элемента. Показатель очередности определяется как произведение показателя технического состояния и показателя эксплуатационной значимости. Очередность проведения ремонтно-восстановительных работ определяется упорядочиванием получившихся значений от большего значения к меньшему. **Выводы.** Предлагаемый подход позволит повысить эффективность использования финансовых ресурсов и обеспечит более рациональное планирование ремонтно-восстановительных работ на мелиоративных системах.

Ключевые слова: мелиоративные системы, ремонтно-восстановительные работы, техническое состояние, значимость, очередность

Для цитирования: Кузьмичев А. А. Обоснование приоритетности и очередности проведения ремонтно-восстановительных работ на мелиоративных системах на примере канала Бг-Р-8-1 Багаевской оросительной системы // Мелиорация и гидротехника. 2024. Т. 14, № 4. С. 231–242. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-4-231-242>.

LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Original article

Justification of the priority and order of maintenance work on reclamation systems using the example of the Bg-R-8-1 channel of the Bagaevskaya irrigation system

Alexandr A. Kuzmitchev

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation, flutbet@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5478-8847>

Abstract. Purpose: to develop a method for justification of the priority and order of repair and restoration work on land reclamation systems based on the technical condition assessment of the objects of land reclamation systems, as well as their significance for the system operation as a whole using the example of the Bg-R-8-1 channel of the Bagaevskaya irrigation system. **Materials and methods:** materials on the Bg-R-8-1 channel of the Bagaevskaya irrigation system were used as initial data for developing the proposed method. **Results.** When substantiating the priority and order of maintenance work on waterworks of land reclamation systems, it is necessary to assess the technical condition of each structure, as well as its performance significance for the land reclamation system operation as a whole. The technical condition of the elements of land reclamation systems is determined on the basis of field studies and approved by a technical inspection report. Then each element is assigned a corresponding technical index: standard, operational, partially operational or limit state. To assess the significance, it is necessary to determine the number of elements of the reclamation system, the efficiency of which depends on the reliable operation of the structure under consideration, as well as the actual, design and command irrigation area, the irrigation of which is affected by the reliability of the element under consideration. The priority indicator is defined as the product of the operational significance index and technical condition index. The priority of maintenance work is determined by ordering the resulting values from the largest value to the smallest. **Conclusions.** The proposed approach will improve the efficiency of using financial resources and ensure more rational planning of maintenance work on the reclamation systems.

Keywords: reclamation systems, maintenance work, technical condition, significance, priority

For citation: Kuzmitchev A. A. Justification of the priority and order of maintenance work on reclamation systems using the example of the Bg-R-8-1 channel of the Bagaevskaya irrigation system. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2024;14(4):231–242. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-4-231-242>.

Введение. Мелиоративные системы играют ключевую роль в сельском хозяйстве, обеспечивая оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур. В ведении Департамента мелиорации Минсельхоза России находятся оросительные и осушительные каналы общей протяженностью более 42 тыс. км. В федеральной собственности находятся более 34,3 тыс. мелиоративных сооружений, включая 232 водохранилища, более 2 тыс. регулирующих и распределительных гидроузлов, 134 речные плотины, 1,8 тыс. подающих и откачивающих насосных станций [1, 2].

Одним из ограничивающих факторов повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий за счет применения мелиоративных технологий является недостаточный технический уровень мелиоративных систем. В процессе их эксплуатации происходят такие негативные процессы,

как заиление, зарастание сорной растительностью, размывы водой, деформация сооружений. Для поддержания гидротехнических сооружений в нормативном состоянии требуется систематическое проведение ремонтно-восстановительных работ¹ [2–4].

Однако в стране сложилась ситуация, когда на поддержание в работоспособном состоянии государственных мелиоративных систем выделяемых бюджетных средств не хватает, отсутствует понимание, какие факторы должны учитываться при обосновании очередности проведения таких работ, а принятие решений занимает длительное время [5–8].

Цель данного исследования заключается в разработке способа обоснования приоритетности и очередности проведения ремонтно-восстановительных работ на мелиоративных системах на основе оценки технического состояния объектов мелиоративных систем, а также их значимости для работы системы в целом на примере канала Бг-Р-8-1 Багаевской оросительной системы.

Материалы и методы. В рамках проводимых исследований обоснование очередности ремонтно-восстановительных работ предложенным нами способом было выполнено для канала Бг-Р-8-1 на Багаевской оросительной системе. Аналогичный подход возможно использовать на любых каналах мелиоративных систем.

Для выполнения расчетов необходимы сведения о количестве сооружений на канале и их техническом состоянии, а также о площади орошаемых земель, как фактически используемых, так и планируемых к освоению в будущем.

Вся необходимая информация была предоставлена сотрудниками Багаевского филиала ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз» в процессе

¹О государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Рос. Федерации от 14 мая 2021 г. № 731. Доступ из справ. правовой системы «Гарант».

выполнения НИР в соответствии с планом научных исследований ФГБНУ «РосНИИПМ», утвержденным Минсельхозом России на 2024 г.

Результаты и обсуждение. Мелиоративная система представляет собой комплекс взаимосвязанных гидротехнических и других сооружений и устройств (каналы, коллекторы, трубопроводы, водохранилища, плотины, дамбы, насосные станции, водозаборы, другие сооружения и устройства на мелиорированных землях), обеспечивающих создание оптимальных водного, воздушного, теплового и питательного режимов почв на мелиорированных землях [9].

Так как мелиоративные системы относятся к сложным системам, а конечная цель функционирования таких систем – это бесперебойная подача воды на орошаемый участок, то выход из строя хотя бы одного элемента оказывает определенное влияние на эксплуатационную эффективность всей системы в целом. Таким образом, очередность ремонтно-восстановительных работ на объектах мелиоративных систем определяется по совокупности показателя значимости гидротехнического сооружения и показателя технического состояния этого сооружения [10].

Показатель значимости элемента мелиоративной системы – это показатель степени его влияния на эффективность функционирования всей системы в целом [10]. Расчет показателя значимости элементов мелиоративной системы производится на основании статистических материалов, собранных на действующей системе.

Для определения показателя значимости необходимо построение структурной иерархической схемы мелиоративной системы. Такая схема дает общее представление о влиянии каждого из элементов мелиоративной сети на эксплуатационную эффективность системы в целом.

Структурная иерархическая схема представляет собой совокупность линейных схем участков сети с указанием на ней всех элементов. Водопроводящую сеть необходимо условно разбить на элементы, ограниченные

перегораживающими и водозаборными сооружениями. На верхнем уровне иерархии находится источник орошения или водовыпуск из канала высшего порядка. Последними звеньями являются водовыпуски, обеспечивающие подачу воды непосредственно водопользователю. Линейными элементами схемы являются части канала, расположенные между двумя соседними гидротехническими сооружениями независимо от расстояния между ними. Например, между двумя водовыпусками из канала, расположенными на расстоянии 50 м друг от друга.

Показатель значимости элемента мелиоративной системы определяется количеством зависящих от него элементов, подкомандной и фактической площадью орошения, а также орошаемой площадью, предусмотренной перспективными проектами.

Расчет показателя значимости выполняется для каждого из элементов по предложенной нами формуле:

$$\Pi_{\text{э}} = k_{\text{ор}} + ak_{\text{пр}} + bk_{\text{об}}, \quad (1)$$

где $k_{\text{ор}}$ – коэффициент значимости элемента мелиоративной системы при учете фактически орошаемой площади [10]:

$$k_{\text{ор}} = \frac{n}{N} + \frac{S_{\text{ор.}}}{S_{\text{ор.общ.}}}, \quad (2)$$

где n – количество элементов мелиоративной системы (сооружений), эффективность работы которых зависит от надежной работы рассматриваемого сооружения, шт.;

N – общее количество элементов (сооружений) мелиоративной системы, шт.;

$S_{\text{ор.}}$ – фактически орошаемая площадь, на полив которой влияет надежность рассматриваемого элемента, в год проведения исследований, га;

$S_{\text{ор.общ.}}$ – общая фактическая площадь орошаемых земель рассматриваемой мелиоративной системы в год проведения исследований, га;

a, b – рекомендуемые весовые коэффициенты, $a = 0,75$; $b = 0,5$;

$k_{\text{пр}}$ – коэффициент значимости элемента мелиоративной системы при учете орошаемой площади, вводимой по предполагаемым проектам:

$$k_{\text{пр}} = \frac{n}{N} + \frac{S_{\text{пр.}}}{S_{\text{пр.общ.}}}, \quad (3)$$

где $S_{\text{пр.}}$ – орошаемая площадь, вводимая по предполагаемым проектам, на полив которой влияет надежность рассматриваемого элемента, га;

$S_{\text{пр.общ.}}$ – общая площадь орошаемых земель, вводимая по предполагаемым проектам рассматриваемой мелиоративной системы, га;

$k_{\text{об}}$ – коэффициент значимости элемента мелиоративной системы при учете подкомандной орошаемой площади:

$$k_{\text{об}} = \frac{n}{N} + \frac{S_{\text{об.}}}{S_{\text{об.общ.}}}, \quad (4)$$

где $S_{\text{об.}}$ – подкомандная орошаемая площадь, на полив которой влияет надежность рассматриваемого элемента, га;

$S_{\text{об.общ.}}$ – общая подкомандная площадь орошаемых земель рассматриваемой мелиоративной системы, га.

В соответствии с ГОСТ Р 70566-2022 «Системы и сооружения мелиоративные. Правила обследования и мониторинга технического состояния» для мелиоративных сооружений устанавливаются четыре категории технического состояния: нормативное, работоспособное, ограниченно работоспособное, предельное (аварийное)².

Категория технического состояния элемента оросительной системы определяется на основании выполненных полевых исследований, в результате чего на каждый объект системы оформляется акт технического осмотра [11].

²ГОСТ Р 70566-2022. Системы и сооружения мелиоративные. Правила обследования и мониторинга технического состояния. Введ. 2023-07-01. М.: Изд-во стандартов, 2023. 20 с.

Для выполнения последующих расчетов каждой категории технического состояния необходимо присвоить численный показатель (таблица 1).

Таблица 1 – Показатель технического состояния гидротехнического сооружения

Table 1 – Waterworks technical condition index

Техническое состояние	Нормативное	Работоспособное	Ограниченно работоспособное	Предельное (аварийное)
Численный показатель ($\Pi_{\text{тс}}$)	0	1	2	3

Показатель очередности рассчитывается по формуле:

$$\Pi_{\text{оч}} = \Pi_{\text{э}} \cdot \Pi_{\text{тс}}, \quad (5)$$

где $\Pi_{\text{оч}}$ – показатель очередности;

$\Pi_{\text{э}}$ – показатель эксплуатационной значимости;

$\Pi_{\text{тс}}$ – показатель технического состояния.

Для определения очередности ремонтно-восстановительных работ необходимо упорядочить полученные значения от большего значения к меньшему.

Обоснование очередности ремонтно-восстановительных работ предложенным нами способом было выполнено для канала Бг-Р-8-1 на Багаевской оросительной системе.

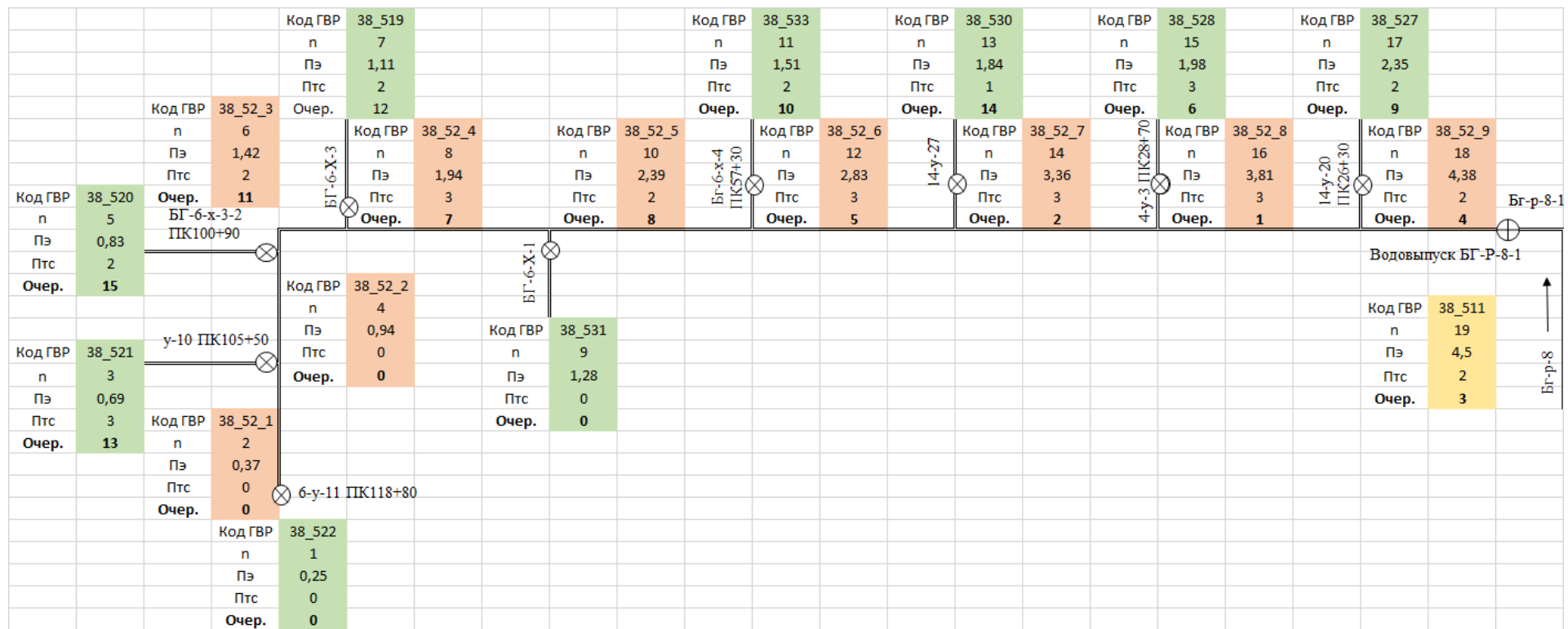
Багаевская оросительная система строилась с 1952 г. в три очереди и была завершена в 1986 г. с общей площадью орошения 58,4 тыс. га. Площади, охваченные системой, расположены в междуречье Сала и Маныча в Багаевском, Веселовском и Семикаракорском районах Ростовской области. Вода в систему подается самотеком из Донского магистрального канала через Багаевский распределительный канал пропускной способностью 34,5 м³/с. Далее вода транспортируется через ряд распределительных каналов второстепенного порядка к водопользователям.

Исходные данные и результаты расчета показателей очередности элементов канала Бг-Р-8-1 приведены в таблице 2.

Для канала в программном комплексе Microsoft Excel была построена структурная иерархическая схема (рисунок 1).

Таблица 2 – Результаты определения очередности ремонтно-восстановительных работ для канала Бг-Р-8-1
Table 2 – Results of determining the priority of maintenance work for the Bg-R-8-1 channel

Код элемента	Количество зависимых сооружений, шт. (n)	Фактическая площадь орошения, тыс. га ($s_{ор.}$)	Проектная площадь орошения, тыс. га ($s_{пр.}$)	Подкомандная площадь орошения, тыс. га ($s_{об.}$)	Коэффициент значимости элемента оросительной системы при учете площади			Показатель значимости ($\Pi_э$)	Показатель технического состояния ($\Pi_{тс}$)	Показатель очередности ($\Pi_{оч}$)	Очередность ремонтно-восстановительных работ, № п/п
					фактически орошаемой ($k_{ор}$)	вводимой по предполагаемым проектам ($k_{пр}$)	подкомандной ($k_{об}$)				
38_522	1	0,01	0,006	0,022	0,10	0,12	0,12	0,25	0	0,00	–
38_52_1	2	0,01	0,006	0,022	0,16	0,17	0,17	0,37	0	0,00	–
38_521	3	0,02	0,022	0,043	0,26	0,39	0,29	0,69	3	2,07	13
38_52_2	4	0,03	0,028	0,065	0,36	0,50	0,41	0,94	0	0,00	–
38_520	5	0,03	0,004	0,039	0,41	0,30	0,38	0,83	2	1,66	15
38_52_3	6	0,06	0,032	0,104	0,62	0,65	0,63	1,42	2	2,83	11
38_519	7	0,03	0,009	0,042	0,52	0,46	0,49	1,11	2	2,22	12
38_52_4	8	0,09	0,041	0,146	0,87	0,85	0,86	1,94	3	5,81	7
38_531	9	0,01	0,015	0,033	0,52	0,63	0,57	1,28	0	0,00	–
38_52_5	10	0,1	0,056	0,179	1,03	1,11	1,06	2,39	2	4,78	8
38_533	11	0,02	0,007	0,033	0,68	0,65	0,68	1,51	2	3,01	10
38_52_6	12	0,12	0,063	0,212	1,23	1,29	1,27	2,83	3	8,49	5
38_530	13	0,03	0,01	0,046	0,83	0,79	0,82	1,84	1	1,84	14
38_52_7	14	0,15	0,073	0,258	1,49	1,50	1,51	3,36	3	10,09	2
38_528	15	0,02	0,008	0,03	0,89	0,87	0,88	1,98	3	5,95	6
38_52_8	16	0,17	0,081	0,288	1,69	1,69	1,70	3,81	3	11,43	1
38_527	17	0,03	0,015	0,046	1,04	1,05	1,03	2,35	2	4,70	9
38_52_9	18	0,2	0,096	0,334	1,95	1,95	1,95	4,38	2	8,76	4
38_511	19	0,2	0,096	0,334	2,00	2,00	2,00	4,50	2	9,00	3



⊗ – водозаборное сооружение из канала; ⊕ – перегораживающее сооружение; Бг-Р-8 – наименование гидротехнического сооружения
 ⊗ – water intake structure from a channel; ⊕ – a control structure (check); Bg-R-8 – name of a waterworks

Код ГВР код перегораживающего сооружения в Государственном водном реестре / code of the control structure (check) in the State Water Register
 n количество сооружений, зависящих от работоспособности данного элемента, шт. / number of structures dependent on this element performance, pcs.
 Пэ показатель эксплуатационной значимости / operational significance index
 Птс показатель технического состояния / technical condition index
 Очер. показатель очередности / priority index

Рисунок 1 – Расчетная схема показателей очередности гидротехнических сооружений оросительной сети канала Бг-Р-8-1

Figure 1 – Calculation scheme of the priority index of the Bg-R-8-1 channel irrigation network waterworks

На схеме для каждого элемента указано: наименование сооружения (код); количество гидротехнических сооружений оросительной системы, эффективность работы которых зависит от надежной работы рассматриваемого сооружения; полученные при расчетах показатели эксплуатационной значимости, технического состояния и очередности.

Выводы. Предложен способ обоснования приоритетности и очередности проведения ремонтно-восстановительных работ на основе оценки технического состояния объектов мелиоративных систем, а также их значимости для работы мелиоративной системы в целом.

Для обоснования очередности проведения ремонтно-восстановительных работ необходимо построение структурной иерархической схемы оросительной системы и расчет показателя значимости элементов оросительной системы. Также необходимо оценить техническое состояние каждого элемента оросительной системы. Показатель очередности определяется как произведение показателей эксплуатационной значимости и технического состояния оросительной системы.

Предлагаемый подход позволит повысить эффективность использования финансовых ресурсов и обеспечит более рациональное планирование ремонтно-восстановительных работ.

Список источников

1. Доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2020 году». М.: Росводресурсы, НИА-Природа, 2022. 510 с.
2. Мелиоративный комплекс Российской Федерации: информ. изд. / Г. В. Ольгаренко, С. С. Турапин, В. И. Булгаков, Т. А. Капустина, Н. А. Мищенко, М. С. Зверьков, Л. Е. Паутова, А. В. Грушин, Е. В. Медведева, А. И. Банникова, И. Д. Сосновских. М.: Росинформагротех, 2020. 304 с. EDN: AVWQXO.
3. Жезмер В. Б., Адъяев С. Б., Шабанов Р. М. Алгоритм анализа гидромелиоративной системы с целью выявления причин снижения эксплуатационной надежности и производительности // Природообустройство. 2023. № 1. С. 54–61. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-1-54-61. EDN: NQIERM.
4. Хлыстун В. Н., Мурашева А. А., Столяров В. М. Концептуальные подходы к разработке и реализации программы вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 5. С. 2–11. DOI: 10.31442/0235-2494-2020-0-5-2-11. EDN: TFIQRU.
5. Липски С. А. Федеральные целевые программы в области мелиорации земель и современное состояние мелиоративного фонда // Вестник Московского юридического университета МФЮА. 2019. № 3. С. 45–55. EDN: TRLMVV.

6. Содиков К. А., Исраилова А. Р. Роль инвестиций в совершенствовании управления мелиорацией и водными ресурсами аридного региона // Вестник университета (Российско-Таджикский (Славянский) университет). 2021. № 1(73). С. 73–80. EDN: JCKCTM.
7. Малышева Н. Н., Якуба С. Н., Владимиров С. А. Приоритетные направления развития мелиорации на Кубани // Рисоводство. 2019. № 1(42). С. 58–66. EDN: ZUVEZV.
8. Шевченко В. А., Бородычев В. В., Лытов М. Н. Варианты реконструкции гидромелиоративных систем на бывших мелиорированных длительно не используемых сельскохозяйственных землях // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 4(60). С. 313–327. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-31. EDN: TDRPZU.
9. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: справочник / И. П. Айдаров, К. П. Арент, В. Н. Басс, С. Я. Безднина, Л. И. Бескин, Д. П. Гостищев, М. С. Григоров, К. В. Губер, В. К. Губин, Н. В. Данильченко, С. Ш. Зубенко, Т. И. Иванцова, В. И. Канардов, П. И. Коваленко, И. П. Кружилин, С. М. Мишин, В. Ф. Носенко, Е. Е. Овчаров, Л. П. Овцов, В. И. Ольгаренко, Л. Ф. Пестов, Ю. П. Поляков, Л. М. Рекс, А. И. Столяров, В. А. Сурин, Б. Б. Шумаков; под ред. Б. Б. Шумакова. М.: Колос, 1999. 432 с. EDN: WFINLZ.
10. Щедрин В. Н., Косиченко Ю. М., Колганов А. В. Эксплуатационная надежность оросительных систем. Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 2004. 388 с. EDN: SFVLWR.
11. Методика комплексного обследования технического состояния государственных мелиоративных систем в целях определения порядка их ремонта, восстановления и реконструкции: утв. М-вом сел. хоз-ва Рос. Федерации 27.04.23 / Р. С. Масный, Г. А. Сенчуков, Е. К. Коробейникова, В. Ю. Колтовсков, В. Д. Гостищев. Новочеркасск, 2023. 23 с. EDN: TQASLJ.

References

1. *Doklad «O sostoyanii i ispol'zovanii vodnykh resursov Rossiyskoy Federatsii v 2020 godu»* [Report “On the State and Use of Water Resources of the Russian Federation in 2020”]. Moscow, Rosvodresursy, NIA-Priroda Publ., 2022, 510 p. (In Russian).
2. Olgarenko G.V., Turapin S.S., Bulgakov V.I., Kapustina T.A., Mishchenko N.A., Zverkov M.S., Pautova L.E., Grushin A.V., Medvedeva E.V., Bannikova A.I., Sosnovskikh I.D., 2020. *Meliorativnyy kompleks Rossiyskoy Federatsii: inform. izd.* [Reclamation Complex of the Russian Federation: information publ.]. Moscow, Rosinformagrotech Publ., 304 p., EDN: AVWQXO. (In Russian).
3. Zhezmer V.B., Adyaev S.B., Shabanov R.M., 2023. *Algoritm analiza gidromeliorativnoy sistemy s tsel'yu vyyavleniya prichin snizheniya ekspluatatsionnoy nadezhnosti i proizvoditel'nosti* [Algorithm for analyzing a hydro reclamation system to identify the causes of a decrease in operational reliability and productivity]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 1, pp. 54-61, DOI: 10.26897/1997-6011-2023-1-54-61, EDN: NQIEPM. (In Russian).
4. Khlystun V.N., Murasheva A.A., Stolyarov V.M., 2020. *Kontseptual'nye podkhody k razrabotke i realizatsii programmy vovlecheniya v oborot neispol'zuemykh sel'skokhozyaystvennykh zemel'* [Conceptual approaches to the development and implementation of a program for involving unused agricultural land into circulation]. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy* [Economy of Agricultural and Processing Enterprises], no. 5, pp. 2-11, DOI: 10.31442/0235-2494-2020-0-5-2-11, EDN: TFIQRU. (In Russian).
5. Lipskiy S.A., 2019. *Federal'nye tselevye programmy v oblasti melioratsii zemel' i sovremennoe sostoyanie meliorativnogo fonda* [Federal target programs in the field of land reclamation and the current state of the reclamation fund]. *Vestnik Moskovskogo finansovoyuridicheskogo universiteta MFYUA* [Bulletin of Moscow Finance and Law University MFUA], no. 3, pp. 45-55, EDN: TRLMVV. (In Russian).
6. Sodikov K.A., Israilova A.R., 2021. *Rol' investitsiy v sovershenstvovaniy upravleniya*

ya melioratsiy i vodnymi resursami aridnogo regiona [Role of investment in improving land reclamation and water management in arid region]. *Vestnik universiteta (Rossiysko-Tadzhikskiy (Slavyanskiy) universitet)* [Bulletin of University (Russian-Tajik (Slavic) University)], no. 1(73), pp. 73-80, EDN: JCKCTM. (In Russian).

7. Malysheva N.N., Yakuba S.N., Vladimirov S.A., 2019. *Prioritetnye napravleniya razvitiya melioratsii na Kubani* [Priority directions of development of land reclamation in Kuban]. *Risovodstvo* [Rice Growing], no. 1(42), pp. 58-66, EDN: ZUVEZV. (In Russian).

8. Shevchenko V.A., Borodychev V.V., Lytov M.N., 2020. *Varianty rekonstruktsii gidromeliorativnykh sistem na byvshikh meliorirovannykh dlitel'no ne ispol'zuemykh sel'skokhozyaystvennykh zemlyakh* [Options for reconstruction of hydromeliorative systems on former reclaimed long-unused agricultural lands]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 4(60), pp. 313-327, DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-31, EDN: TDRPZU. (In Russian).

9. Aidarov I.P., Arent K.P., Bass V.N., Bezdina S.Ya., Beskin L.I., Gostishev D.P., Grigorov M.S., Guber K.V., Gubin V.K., Danilchenko N.V., Zubenko S.Sh., Ivantsova T.I., Kanardov V.I., Kovalenko P.I., Kruzhilin I.P., Mishin S.M., Nosenko V.F., Ovcharov E.E., Ovtsov L.P., Olgarenko V.I., Pestov L.F., Polyakov Yu.P., Rex L.M., Stolyarov A.I., Surin V.A., Shumakov B.B., 1999. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. Oroshenie: spravochnik* [Land Reclamation and Water Management. Irrigation: a handbook]. Moscow, Kolos Publ., 432 p., EDN: WFINLZ. (In Russian).

10. Shchedrin V.N., Kosichenko Yu.M., Kolganov A.V., 2004. *Ekspluatatsionnaya nadezhnost' orositel'nykh sistem* [Operational Reliability of Irrigation Systems]. Rostov-on-Don, SKNC VSh Publ., 388 p., EDN: SFVLWR. (In Russian).

11. Masny R.S., Senchukov G.A., Korobaynikova E.K., Koltovskov V.Yu., Gostishev V.D., 2023. *Metodika kompleksnogo obsledovaniya tekhnicheskogo sostoyaniya gosudarstvennykh meliorativnykh sistem v tselyakh opredeleniya poryadka ikh remonta, vostanovleniya i rekonstruktsii* [Methodology for a Comprehensive Survey of the Technical Condition of State Reclamation Systems to Determine the Procedure for Their Repair, Restoration and Reconstruction]. Approved by the Ministry of Agriculture of the RF on 27.04.23. Novocherkassk, 23 p., EDN: TQASLJ. (In Russian).

Информация об авторе

А. А. Кузьмичев – старший научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, flutbet@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-5478-8847.

Information about the author

A. A. Kuzmichev – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, flutbet@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-5478-8847.

Автор несет ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

The author is responsible for violation of scientific publication ethics.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 11.09.2024; одобрена после рецензирования 13.11.2024; принята к публикации 15.11.2024.

The article was submitted 11.09.2024; approved after reviewing 13.11.2024; accepted for publication 15.11.2024.