

МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Научная статья

УДК 626.82.004.9

doi: 10.31774/2712-9357-2024-14-3-100-115

Принципы применения информационных технологий при организации и проведении планирования водопользования на оросительных системах

Владимир Иванович Ольгаренко¹, Игорь Владимирович Ольгаренко²,
Иван Викторович Коржов³, Владимир Игоревич Ольгаренко⁴

^{1,2}Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова –
филиал Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск,
Российская Федерация

³Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и
охраны водных ресурсов, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

⁴Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹nimi-info@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4399-997X>

²nimi-info@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4865-5642>

³ivkorzhov@yandex.by, <https://orcid.org/0009-0004-7450-7768>

⁴olgarenko_vi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9609-5571>

Аннотация. Цель: разработка научно-методического и инженерно-технического обеспечения для создания и практического применения комплекса средств информационно-технологической поддержки задач планирования водопользования на мелиоративных системах. **Материалы и методы.** Рассмотрение задач повышения эффективности водопользования на оросительных системах является составной частью обеспечения эффективной работы всей экономики страны. Основными задачами водопользования являются: определение потребностей в воде водопользователей, определение величин забора воды из источника орошения, распределение воды между водопотребителями, обеспечение контроля за использованием оросительной воды. **Результаты.** В результате исследований, проведенных в 2022–2023 гг. на Самур-Дербентской оросительной системе Республики Дагестан в рамках Государственного контракта № 164/20-ГК от 6 июля 2021 г. на выполнение прикладных научных исследований, был разработан и внедрен «Информационно-вычислительный комплекс планирования водопользования при эксплуатации мелиоративно-водохозяйственных систем». Использование средств информационно-технологической поддержки в контуре управления водопользованием на Самур-Дербентской оросительной системе, помимо автоматизации работ, связанных с водопользованием, позволило обеспечить системный подход к проблеме, повысить качество и оперативность принимаемых решений, применить более точные методики расчета и обработки результатов измерений. Все это дало возможность повысить эффективность эксплуатации мелиоративной системы и ее элементов в целом. **Вывод.** Проведенный анализ проблем повышения эффективности эксплуатации мелиоративных систем показал, что в их основе во многом лежат проблемы, связанные с управлением водопользованием. Именно водопользование определяет практически все задачи, которые должны решаться при использовании орошаемого земледелия. По результатам исследований получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.



Ключевые слова: средства информационно-технологической поддержки, эксплуатация оросительных систем, водопользование, водораспределение, водопотребитель, управленческие задачи, эффективность

Для цитирования: Принципы применения информационных технологий при организации и проведении планирования водопользования на оросительных системах / В. Ив. Ольгаренко, И. В. Ольгаренко, И. В. Коржов, В. Иг. Ольгаренко // Мелиорация и гидротехника. 2024. Т. 14, № 3. С. 100–115. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-3-100-115>.

LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Original article

Principles of using information technology in organizing and conducting water use planning in irrigation systems

Vladimir Iv. Olgarenko¹, Igor V. Olgarenko², Ivan V. Korzhov³,
Vladimir Ig. Olgarenko⁴

^{1, 2}Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – branch of the Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

³Russian Research Institute for Integrated Use and Protection of Water Resources, Rostov-on-Don, Russian Federation

⁴Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

¹nimi-info@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4399-997X>

²nimi-info@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4865-5642>

³ivkorzhov@yandex.by, <https://orcid.org/0009-0004-7450-7768>

⁴olgarenko_vi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9609-5571>

Abstract. Purpose: development of scientific, methodological and engineering support for the creation and practical application of IT support tools system for water use planning tasks in reclamation systems. **Materials and methods.** Consideration of the tasks of increasing the efficiency of water use in irrigation systems is an integral part of ensuring the effective operation of the entire national economy. The main tasks of water use are: determining the water needs of water users, determining the amount of water intake from an irrigation source, distributing water among water consumers, ensuring control over the use of irrigation water. **Results.** As a result of studies conducted in 2022–2023 on the Samur-Derbent irrigation system of the Republic of Dagestan, within the framework of State Contract No. 164/20-GK of July 6, 2021 for the implementation of the applied scientific research, an “Information and computing complex for water use planning during land reclamation and water management systems operation” was developed and implemented. The use of IT support tools in the water management contour in the Samur-Derbent irrigation system, in addition to automating work related to water use, made it possible to provide a systematic approach to the problem, improve the quality and efficiency of decisions made, and apply more accurate methods for calculating and processing measurement results. All this made it possible to increase the efficiency of operation of the reclamation system and its elements as a whole. **Conclusion.** The analysis of the problems of increasing the efficiency of reclamation systems operation showed that they are largely based on problems associated with water use management. It is water use that determines almost all the problems that must be solved when using irrigated agriculture. Based on the results of the research, a certificate of state registration of the computer program was obtained.

Keywords: information technology support tools, irrigation systems operation, water use, water distribution, water consumer, management tasks, efficiency

For citation: Olgarenko V. Iv., Olgarenko I. V., Korzhov I. V., Olgarenko V. Ig. Principles of using information technology in organizing and conducting water use planning in irrigation systems. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2024;14(3):100–115. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-3-100-115>.

Введение. Анализ фондовых материалов, литературных источников и результатов ранее проведенных исследований показал, что водопользование на мелиоративных системах составляет основу эксплуатации мелиоративных систем. Оно во многом определяет состав эксплуатационных, технических, финансово-экономических и других мероприятий, которые должны проводиться на системе для обеспечения ее эффективной работы.

В то же время задачи, решаемые при организации и проведении водопользования, нетривиальны. Они требуют принятия научно обоснованных управленческих и инженерно-технических решений, высокой оперативности их реализации, автоматизации расчетно-емких и рутинных работ. Эффективность решения этих задач в современных условиях может быть во многом обеспечена за счет применения современных технологий, и в первую очередь информационных [1, 2].

В связи с этим актуальной задачей повышения эффективности работы мелиоративных систем в современных условиях является разработка комплекса мероприятий, направленных на создание средств информационно-технологической поддержки задач эксплуатации мелиоративных систем. Работы по созданию таких средств требуют привлечения широкого круга специалистов. Их усилия должны быть направлены на разработку вопросов научного, инженерно-технического, методического обеспечения задач эксплуатации мелиоративных систем [3].

Один из основных вопросов, связанных с использованием водных ресурсов, – определение потребности в воде у конечных потребителей. Таким образом, использование водных ресурсов включает в себя ряд сложных вопросов, которые требуют внимания и тщательного подхода. Определение потребности в воде у потребителей, определение величины забора,

распределение воды между потребителями и обеспечение контроля за использованием оросительной воды являются главными аспектами, которые нужно учитывать при разработке устойчивой и эффективной стратегии использования водных ресурсов [4, 5].

При организации и проведении водопользования можно выделить:

- стадию планирования, обеспечивающую решение задач забора и распределения воды на системе на некоторый интервал времени (обычно оросительный период);

- стадию оперативного управления, на которой дополнительно производится учет конкретно складывающихся условий эксплуатации: климатических, экономических, технических, экологических [6].

Материалы и методы. При планировании и регулировании водопользования следует также учитывать другие операционные мероприятия, которые осуществляются на системе. Необходимо согласовывать графики выполнения данных работ с графиками водопользования. Сведения о планах водопользования мелиоративных систем входят в состав данных, используемых территориальными, бассейновыми, отраслевыми и другими органами управления и статистики. Благодаря плану водопользования, происходит не только управление процессом забора воды из источника орошения, но и регулирование ее распределения между различными водопотребителями. Кроме того, данный документ охватывает все аспекты функционирования мелиоративной системы, включая контроль за работой гидротехнических сооружений, а также согласование работы различных служб и организаций.

Прежде всего, для того, чтобы максимально учесть региональные условия, многие организации, обеспечивающие эксплуатацию оросительных систем, стали более широко использовать региональные нормативы, учитывающие климатические особенности региона, уровень технического развития оросительных систем.

Отмечено, что все это требует больших объемов вычислений, имитационного и оптимизационного математического моделирования. Исходя из этого, были определены возможности дальнейшего совершенствования методологии и практики планирования водопользования на мелиоративных системах путем использования информационно-технологической поддержки.

Водопользование на оросительных системах – процесс, тесно связанный со многими другими сферами деятельности, требующий увязки с агропромышленным производством, работой водохозяйственного комплекса и его элементов, логистикой и т. п. Поэтому рассмотрение водопользования на оросительных системах является составной частью обеспечения эффективной работы всей экономики страны.

И. Ф. Юрченко [7] была выполнена аналитическая оценка использования существующих методических подходов в планировании системного водораспределения, выявлена необходимость методического и технологического совершенствования системного планирования водопользования, гарантирующего стабильность водообеспечения и равноправность каждого водопотребителя, предложен вариант функциональной структуры формирования планов водопользования.

Что касается цифровизации, то в рамках решения этой задачи в настоящее время ведутся исследования многими учеными [8] для оценки фактического внедрения средств цифровизации в практику работы эксплуатационных организаций оросительных систем.

Результаты и обсуждение. Опыт внедрения компьютерных средств в практику эксплуатации оросительных систем в Российской Федерации существует с конца 1970-х гг., когда в стране появились первые отечественные электронно-вычислительные машины (ЭВМ). Техническое использование ЭВМ, в связи с этим, предполагало их жесткую централизацию в крупных научных или производственных центрах. Это же определя-

ло и методику их использования при организации эксплуатации мелиоративных систем [9].

Большие вычислительные, графические, коммуникационные и другие возможности современных компьютерных средств и в то же время их относительно небольшая стоимость и простота эксплуатации позволяют вооружить ими в настоящее время практически всех специалистов, ответственных за принятие решений. В том числе – на мелиоративных системах.

В то же время эти компьютерные средства, являясь универсальными средствами, требуют индивидуального подхода к их реализации в каждой конкретной области их применения, в т. ч. и при организации эксплуатации мелиоративных систем и объектов. В этой связи возникает потребность в определении способов их применения в каждой конкретной области их использования.

С учетом всего вышесказанного, теперь структура принятия решений по управлению объектами и процессами на мелиоративной системе приобретает вид, изображенный на рисунке 1.

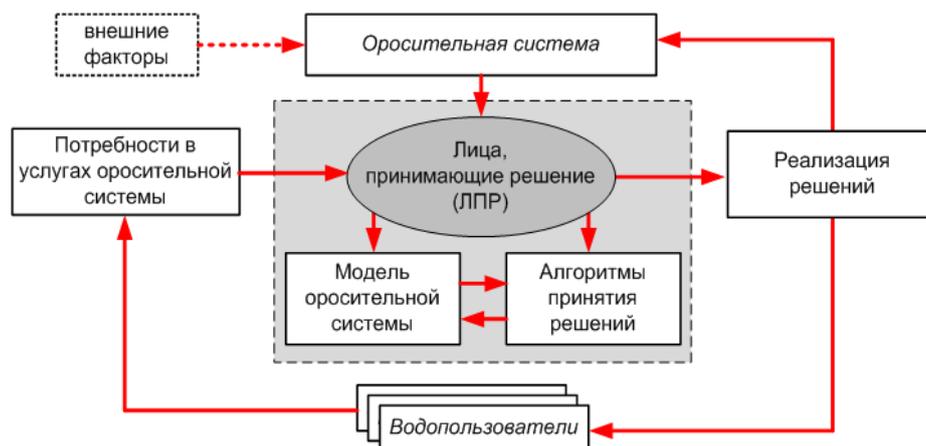


Рисунок 1 – Структура принятия решений на оросительных системах с использованием индивидуальных средств информационно-технологической поддержки
Figure 1 – Decision-making structure on irrigation systems using individual means of IT support

Программный комплекс «Информационно-вычислительный комплекс планирования водопользования при эксплуатации мелиоративно-водо-

хозяйственных систем» предназначен для автоматизации процесса работы операторов оросительных систем при решении задач по принятию заявок от водопользователей, агрегированию данной информации и формированию сводных отчетов о суммарных значениях характеристик работы оросительной системы [10].

Основными функциональными составляющими программного комплекса являются: визуализация линейной схемы оросительной системы; создание архитектуры модели любой сложности; хранение информации о водопользователях, заявках, сооружениях, культурах с возможностью резервного копирования; автоматизация процесса внесения исходных данных от водопользователей для разработки плана поливов; автоматизация подготовки документов на основании заявок от водопользователей; автоматизация формирования сводных показателей по заявкам водопользователей; автоматизация процесса контроля пропускной способности сооружений и каналов; автоматизация формирования выходных документов отчетности. Структурная схема программного комплекса приведена на рисунке 2.

В основу всей работы комплекса положена взаимосвязь между всеми данными, содержащимися в базе данных. За счет использования реляционной базы данных, сведения могут выбираться, агрегироваться и соединяться при помощи SQL-запросов.

Формирование сведений для выходных документов осуществляется путем сведения нескольких таблиц в единую таблицу средствами языка SQL-запросов. Во время этого сведения в программном комплексе используются следующие языковые функции SQL: суммирование показателей; вычисление средних значений; вычисление максимальных и минимальных значений; сортировка записей по заданным критериям; фильтрация записей по заданным критериям; группировка записей по заданным критериям; отображение только уникальных записей, без повторяющихся значений.

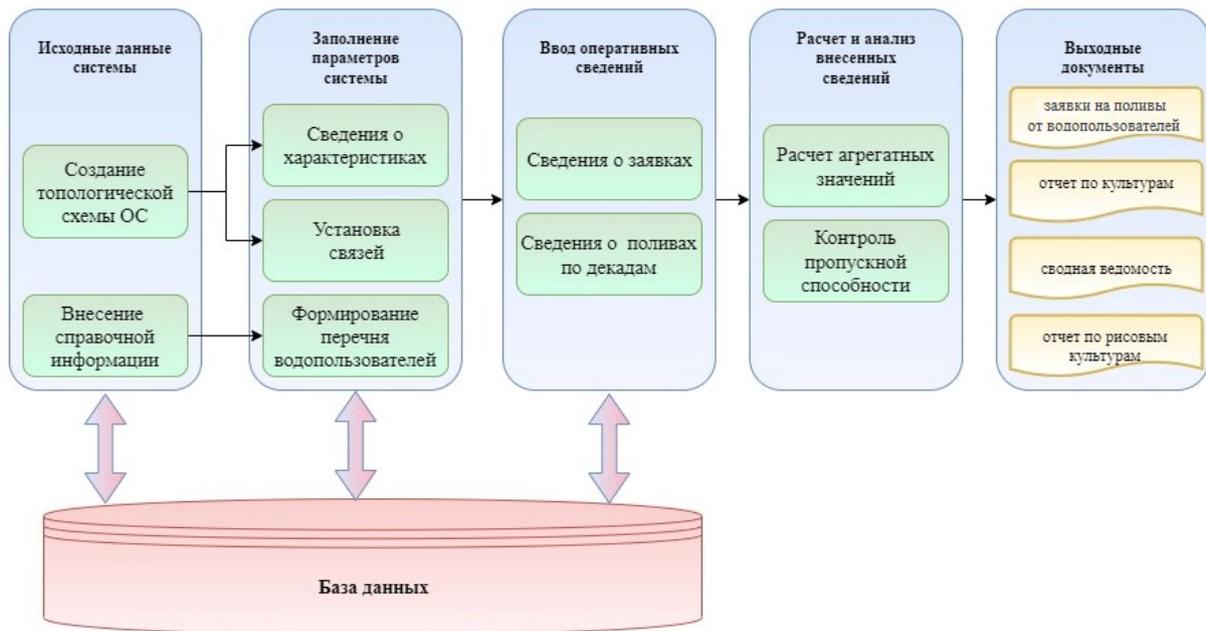


Рисунок 2 – Структурная схема программного комплекса
Figure 2 – Block diagram of the software package

За счет применения данных языковых функций, а также сложных языковых конструкций SQL, формируются все сведения, которые отображены в выходных формах и документах.

В результате исследований, проведенных в 2022–2023 гг. на Самур-Дербентской оросительной системе Республики Дагестан в рамках Государственного контракта № 164/20-ГК на выполнение прикладных научных исследований, был разработан и внедрен «Информационно-вычислительный комплекс планирования водопользования при эксплуатации мелиоративно-водохозяйственных систем».

Исходные данные являются основополагающей частью для работы программного комплекса. Данный раздел предназначен для формирования топологической схемы и сведений, которые используются программой в качестве базовых. Исходное заполнение параметров системы необходимо для формирования логической целостности структуры системы и внесения характеристик и параметров сооружений и каналов. Создание топологической схемы заключается не только в визуальном формировании элементов, но и в организации взаимосвязи их между собой для правильного функци-

онирования системы и корректных суммарных расчетов для каждого элемента системы (рисунок 3).

После внесения полной и достоверной информации в программный комплекс данный комплекс самостоятельно рассчитывает суммарные объемы и расходы воды для каждого элемента системы (каналы, сооружения, насосные станции и т. д.), а также сравнивает эти значения со значениями пропускных способностей и уведомляет пользователя о превышении пропускной способности выбранного элемента. Суммарные значения рассчитываются, исходя из топологической схемы, и учитывают все элементы водозаборов, которые влияют на суммарное значение конкретного элемента. На рисунке 4 показано определение пропускной способности внутрихозяйственного канала Кулларский на ПК 371 + 18.

После внесения данных от всех водопользователей, которые планируют в текущем году осуществлять полив и заключили договоры с территориальным управлением оросительных систем, программа автоматически рассчитывает и формирует сводный план полива как по управлению (рисунок 5), так и по каждому водопользователю, водопотребление по сельскохозяйственным культурам и отдельно по рису.

Использование средств информационно-технологической поддержки в контуре управления водопользованием на Самур-Дербентской оросительной системе, помимо автоматизации работ, связанных с водопользованием, позволило обеспечить системный подход к проблеме, повысить качество и оперативность принимаемых решений, применить более точные методики расчета и обработки результатов измерений. Все это дало возможность повысить эффективность эксплуатации мелиоративной системы и ее элементов в целом.

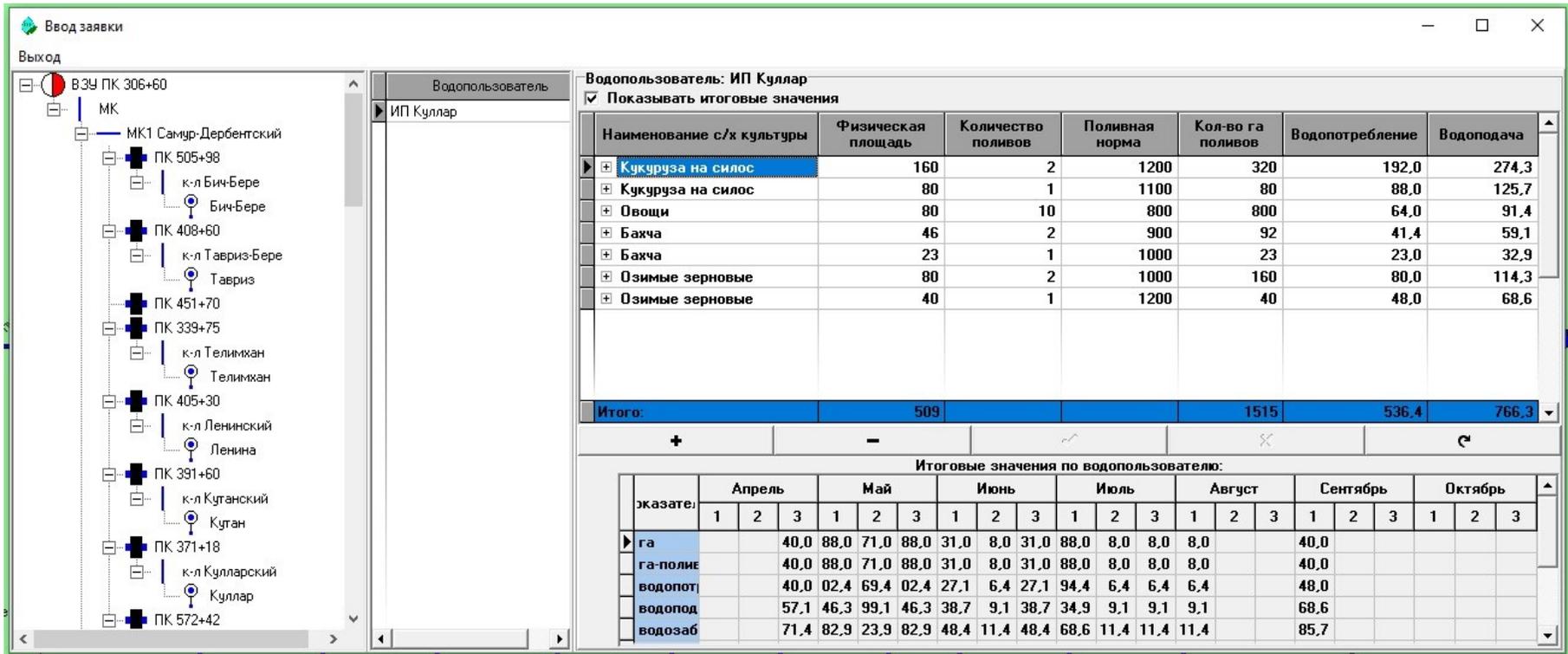
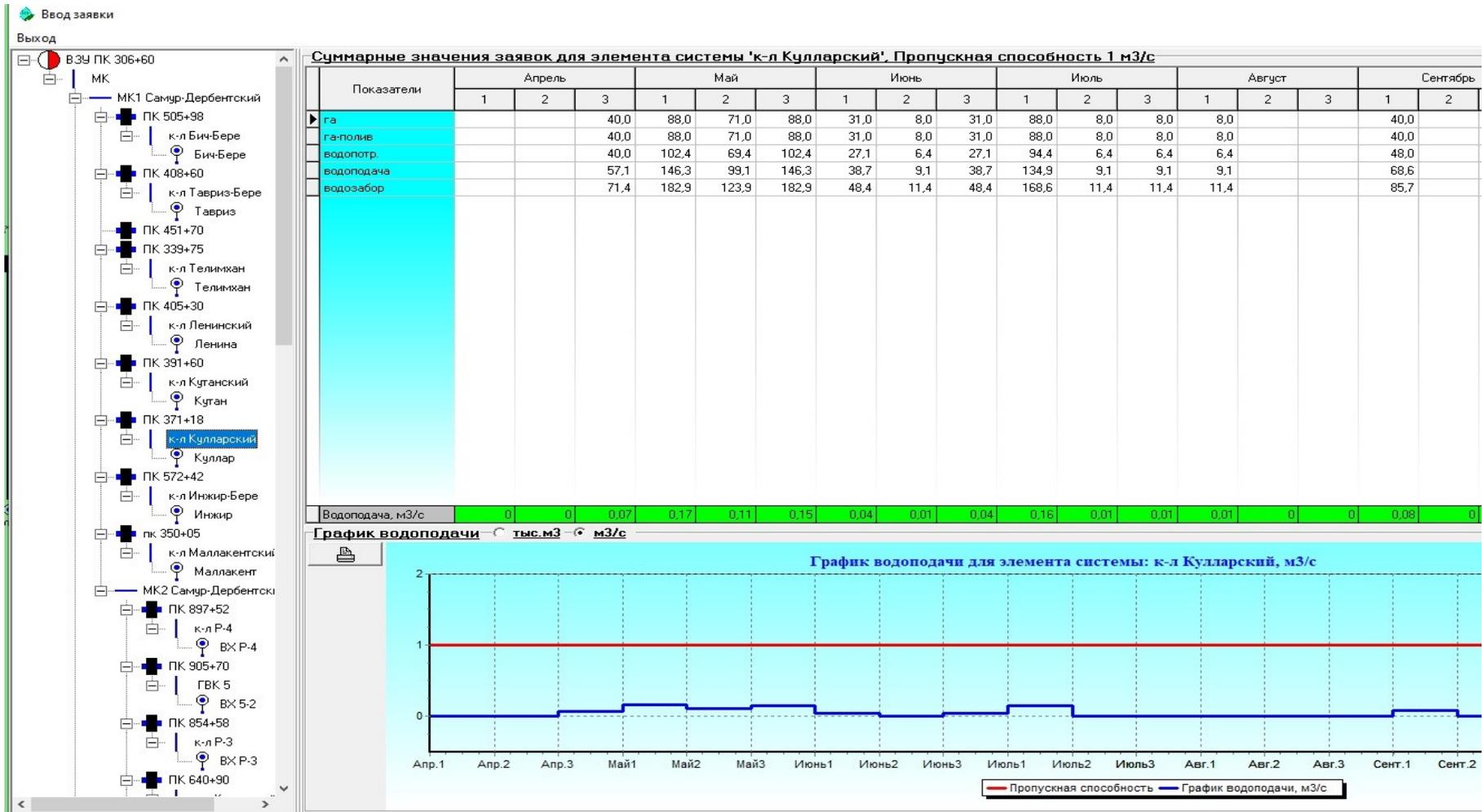


Рисунок 3 – Заявка водопользователя

Figure 3 – Water user application



**Рисунок 4 – Определение пропускной способности
внутрихозяйственного канала Кулларский на ПК 371 + 18**

Figure 4 – Determination of the flow capacity of the interfarm Kullarsky canal on PC 371 + 18

Наименование ОС	Суммарные показатели				Показатели	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь		
	Физическая площадь	га-полив	Водопотребление	Водоподача		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
						га	м³	м³																		
Итого по филиалу	2882,0	5810,0	3411,3	4873,3	га	52,2	23,0	294,0	234,0	166,5	234,0	665,0	106,5	31,0	357,0	60,5	54,0	208,0			183,0	145,0	68,0			
					га-полив	52,2	23,0	294,0	234,0	166,5	234,0	665,0	106,5	31,0	357,0	60,5	54,0	208,0			183,0	145,0	68,0			
					водопотр.	62,6	34,5	307,6	271,4	175,4	266,8	839,3	133,8	27,1	412,6	69,4	61,6	246,4			219,6	174,0	108,8			
					водоподача	89,5	49,3	439,4	387,7	250,6	381,1	1199,0	191,1	38,7	589,4	99,1	88,0	352,0			313,7	248,6	155,4			
					водозабор	111,9	61,6	549,3	484,6	313,2	476,4	1498,7	238,9	48,4	736,8	123,9	110,0	440,0			392,1	310,7	194,3			
ВЗУ ПК 306+60	2882,0	5810,0	3411,3	4873,3	га	52,2	23,0	294,0	234,0	166,5	234,0	665,0	106,5	31,0	357,0	60,5	54,0	208,0			183,0	145,0	68,0			
					га-полив	52,2	23,0	294,0	234,0	166,5	234,0	665,0	106,5	31,0	357,0	60,5	54,0	208,0			183,0	145,0	68,0			
					водопотр.	62,6	34,5	307,6	271,4	175,4	266,8	839,3	133,8	27,1	412,6	69,4	61,6	246,4			219,6	174,0	108,8			
					водоподача	89,5	49,3	439,4	387,7	250,6	381,1	1199,0	191,1	38,7	589,4	99,1	88,0	352,0			313,7	248,6	155,4			
					водозабор	111,9	61,6	549,3	484,6	313,2	476,4	1498,7	238,9	48,4	736,8	123,9	110,0	440,0			392,1	310,7	194,3			

Рисунок 5 – План полива по филиалу за оросительный период
Figure 5 – Irrigation plan for the branch for the irrigation period

Вывод. Проведенный анализ проблем повышения эффективности эксплуатации мелиоративных систем показал, что в их основе во многом лежат проблемы, связанные с управлением водопользованием. Именно водопользование определяет практически все задачи, которые должны решаться при применении орошаемого земледелия. Кроме этого, решение задач водопользования определяет режимы и графики проведения многих других эксплуатационных мероприятий на системе. План водопользования является основой для других видов работ, связанных с ее эксплуатацией. Сведения о планах водопользования мелиоративных систем входят в состав данных, используемых водохозяйственными и другими органами управления и статистики. План водопользования является ключевым документом, который определяет процедуру забора воды из источника орошения и ее перераспределение между потребителями. Более того, этот план охватывает все аспекты функционирования мелиоративной системы, а также других связанных с этим служб и ведомств. Применение программного комплекса обеспечило повышение оперативности и качества нормирования орошения и планирования водопользования, рациональное использование водных и энергетических ресурсов.

Список источников

1. Ялалова Г. Х., Юрченко И. Ф. Ключевые направления трансформации планирования системного водораспределения // Научные подходы к современному развитию мелиорации земель: сб. науч. тр. / Всерос. науч.-исслед. ин-т гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова. М., 2023. С. 152–159. DOI: 10.37738/VNIIGIM.2023.95.43.015. EDN: VUPUAO.
2. Юрченко И. Ф. Приоритетные направления и мероприятия современной цифровизации в мелиорации // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. 2022. Т. 12, № 2. С. 84–100. URL: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1280> (дата обращения: 08.05.2024). DOI: 10.31774/2712-9357-2022-12-2-84-100. EDN: KYWLYQ.
3. 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. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. 171 с. EDN: YSGJXJ.
4. The effects of land consolidation projects on pressurized irrigation system design and the cost: A case study from Türkiye / F. Arslan, A. Sawassii, B. Derardja, H. Degirmenci, N. Lamaddalena // Ecohydrology & Hydrobiology. 2023. Vol. 82. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2023.08.009>. EDN: MHWGZF.

5. Assessment of energy audit and environmental impacts throughout the life cycle of barley production under different irrigation systems / A. Kaab, M. Khanali, S. Shadamanfar, M. Jalalvand // *Environmental and Sustainability Indicators*. 2024. Vol. 22. 100357. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100357>. EDN: DMASTZ.

6. Defining the optimization strategy for solar energy use in large water distribution networks: A case study from the Valle Inferior irrigation system, Spain / M. Loo, E. C. Poyato, G. Halsema, J. A. Roudriguez Diaz // *Renewable Energy*. 2024. Vol. 228. 120610. DOI: 10.1016/j.renene.2024.120610.

7. Юрченко И. Ф. Планирование системного водораспределения: современное состояние и приоритетные направления совершенствования // *Мелиорация и гидротехника* [Электронный ресурс]. 2023. Т. 13, № 1. С. 184–199. URL: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1348> (дата обращения: 08.05.2024). DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-1-184-199. EDN: CUPZJN.

8. Использование мобильных IT-приложений для решения задач водопользования на внутрихозяйственной оросительной сети / Е. А. Волкова, Д. А. Кудравец, В. И. Коржов, И. В. Коржов // *Мелиорация и гидротехника* [Электронный ресурс]. 2023. Т. 13, № 3. С. 30–47. URL: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1376> (дата обращения: 08.05.2024). DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-3-30-47. EDN: WCHPQE.

9. Юрченко И. Ф., Трунин В. В. Совершенствование оперативного управления водораспределением на межхозяйственных оросительных системах // *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ»*. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. Вып. 53. С. 166–170. EDN: SYPFBV.

10. Информационно-вычислительный комплекс планирования водопользования при эксплуатации мелиоративно-водохозяйственных систем: свидетельство о гос. регистрации прогр. для ЭВМ № 2023610178 / Турапин С. С., Коржов И. В., Ольгаренко И. В., Капустина Т. А., Ольгаренко В. И.; заявитель Всерос. науч.-исслед. ин-т систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга». Заявка № 2022685654; заявл. 20.12.22; опубли. 10.01.23. EDN: KQUTWT.

References

1. Yalalova G.Kh., Yurchenko I.F., 2023. *Klyuchevye napravleniya transformatsii planirovaniya sistemnogo vodoraspedeleniya* [Key directions of transformation of system water distribution planning]. *Nauchnye podkhody k sovremennomu razvitiyu melioratsii zemel': sb. nauchnykh tr.* [Scientific Approaches to the Modern Development of Land Reclamation: Proc.]. All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Moscow, pp. 152-159, DOI: 10.37738/VNIIGIM.2023.95.43.015, EDN: VUPUAO. (In Russian).

2. Yurchenko I.F., 2022. [Priority areas and activities of modern digitalization in land reclamation]. *Melioratsiya i gidrotekhnika*, vol. 12, no. 2, pp. 84-100, available: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1280> [accessed 08.05.2024], DOI: 10.31774/2712-9357-2022-12-2-84-100, EDN: KYWLYQ. (In Russian).

3. Shchedrin V.N., Vasiliev 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 raspolzhenykh gidrotekhnicheskikh sooruzheniy* [Rules for the Operation of Land Reclamation Systems and Separately Located Hydraulic Structures]. Novocherkassk, RosNIIPM, 171 p., EDN: YSGJXJ. (In Russian).

4. Arslan F., Sawassii A., Derardja B., Degirmenci H., Lamaddalena N., 2023. The effects of land consolidation projects on pressurized irrigation system design and the cost: A case study from Türkiye. *Ecohydrology & Hydrobiology*, vol. 82, <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2023.08.009>, EDN: MHWGZF.

5. Kaab A., Khanali M., Shadamanfar S., Jalalvand M., 2024. Assessment of energy audit and environmental impacts throughout the life cycle of barley production under different irrigation systems. *Environmental and Sustainability Indicators*, vol. 22, 100357, <https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100357>, EDN: DMASTZ.

6. Loo M., Poyato E.C., Halsema G., Roudriguez Diaz J.A., 2024. Defining the optimization strategy for solar energy use in large water distribution networks: A case study from the Valle Inferior irrigation system, Spain. *Renewable Energy*, vol. 228, 120610, DOI: 10.1016/j.renene.2024.120610.

7. Yurchenko I.F., 2023. [Planning of system water allocation: current state and priority directions of improvement]. *Melioratsiya i gidrotekhnika*, vol. 13, no. 1, pp. 184-199, available: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1348> [accessed 08.05.2024], DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-1-184-199, EDN: CUPZJN. (In Russian).

8. Volkova E.A., Kudravets D.A., Korzhov V.I., Korzhov I.V., 2023. [Using mobile IT applications for solving water use problems in the on-farm irrigation network]. *Melioratsiya i gidrotekhnika*, vol. 13, no. 3, pp. 30-47, available: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1376> [accessed 08.05.2024], DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-3-30-47, EDN: WCHPQE. (In Russian).

9. Yurchenko I.F., Trunin V.V., 2014. *Sovershenstvovanie operativnogo upravleniya vodoraspredeleniem na mezhkhozaystvennykh orositel'nykh sistemakh* [Automated management of water allocation on interfarm irrigation systems]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya: sb. nauchnykh trudov* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture: Collection of Scientific Works]. Novocherkassk, RosNIIPM, vol. 53, pp. 166-170, EDN: SYPFBV. (In Russian).

10. Turapin S.S., Korzhov I.V., Olgarenko I.V., Kapustina T.A., Olgarenko V.I., 2022. *Informatsionno-vychislitel'nyy kompleks planirovaniya vodopol'zovaniya pri ekspluatatsii meliorativno-vodokhozaystvennykh sistem* [Information and Computing Complex for Water Use Planning during the Operation of Reclamation and Water Management Systems]. Certificate for the State Program Registration of Computer Programs, no. 2023610178, EDN: KQUTWT. (In Russian).

Информация об авторах

В. Ив. Ольгаренко – профессор кафедры, доктор технических наук, Заслуженный деятель науки РФ, профессор, член-корреспондент РАН, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск, Российская Федерация, nimi-info@yandex.ru, AuthorID: 580234, ORCID: 0000-0003-4399-997X;

И. В. Ольгаренко – заместитель директора по науке и инновациям, доктор технических наук, доцент, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск, Российская Федерация, nimi-info@yandex.ru, AuthorID: 400173, ORCID: 0000-0002-4865-5642;

И. В. Коржов – заведующий отделом информационно-аналитического обеспечения комплексного использования и охраны водных объектов, Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов, Ростов-на-Дону, Российская Федерация, ivkorzhov@yandex.by, ORCID: 0009-0004-7450-7768;

В. Иг. Ольгаренко – старший научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, olgarenko_vi@mail.ru, AuthorID: 653085, ORCID: 0000-0002-9609-5571.

Information about the authors

V. Iv. Olgarenko – Professor of the Department, Doctor of Technical Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – branch of the Don

State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation, nimi-info@yandex.ru, AuthorID: 580234, ORCID: 0000-0003-4399-997X;

I. V. Olgarenko – Deputy Director for Science and Innovation, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – branch of the Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation, nimi-info@yandex.ru, AuthorID: 400173, ORCID: 0000-0002-4865-5642;

I. V. Korzhov – Head of Department of Information and Analytical Support for the Integrated Use and Protection of Water Bodies, Russian Research Institute for Integrated Use and Protection of Water Resources, Rostov-on-Don, Russian Federation, ivkorzhov@yandex.by, ORCID: 0009-0004-7450-7768;

V. Ig. Olgarenko – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, olgarenko_vi@mail.ru, AuthorID: 653085, ORCID: 0000-0002-9609-5571.

*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 03.04.2024; одобрена после рецензирования 11.06.2024; принята к публикации 17.06.2024.

The article was submitted 03.04.2024; approved after reviewing 11.06.2024; accepted for publication 17.06.2024.