

РОЛЬ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Научная статья

УДК 626.82

Анализ состояния и перспективы водораспределения на Азовской оросительной системе

Герман Александрович Сенчуков¹, Вячеслав Дмитриевич Гостищев²

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

¹g19752011@mail.ru

²nb@mail.ru

Аннотация. **Цель:** оценка и анализ текущего состояния Азовского магистрального канала в Ростовской области для формирования перспективных направлений в вопросе автоматизации водораспределения. **Материалы и методы.** При проведении работы использовались сведения о характеристиках оросительной системы, размещенные на информационном портале федерального государственного бюджетного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельскохозяйственного водоснабжения «Радуга», справочные материалы литературных источников, данные рекогносцировочного выезда. **Результаты.** Причиной низкой эффективности распределения и использования оросительной воды стали: изменения в сельском хозяйстве с 1990-х гг., рост числа мелких производителей, а также ухудшение технического обслуживания и потеря систем автоматизации. Анализ за девять лет показал увеличение объема водозабора с 53100 до 62982 тыс. куб. м и водоотдачи с 25900 до 46969 тыс. куб. м, при этом зависимость между объемами водоснабжения и водоотведения остается нестабильной. Количество водопользователей выросло с 55 до 84, а поливаемые площади – с 3800 до 4100 га. Коэффициент полезного использования воды также нестабилен, что указывает на неиспользованные возможности оптимизации. **Выводы.** Азовский магистральный канал, ранее оборудованный автоматизированными системами, сейчас управляется вручную. Канал заилен и не соответствует проектным параметрам. Низкая активность аграриев, дефицит финансов и кадров усугубляют ситуацию. Однако есть перспективы для модернизации, включая восстановление гидрометрической инфраструктуры и внедрение современных систем автоматизации.

Ключевые слова: Азовская оросительная система, магистральный канал, водораспределение, водоучет, коэффициент полезного использования воды, гидрометрическая сеть, автоматизация

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Роль мелиорации и водного хозяйства в обеспечении устойчивого развития земледелия» (г. Новочеркасск, 19 февраля 2025 г.).

Для цитирования: Сенчуков Г. А., Гостищев В. Д. Анализ состояния и перспективы водораспределения на Азовской оросительной системе // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2025. Т. 95, № 1. С. 137–155.

THE ROLE OF LAND RECLAMATION AND WATER MANAGEMENT IN ENSURING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE

Original article

Analysis of the state and prospects of water distribution in the Azov irrigation system

German A. Senchukov¹, Vyacheslav D. Gostishchev²

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

¹g19752011@mail.ru

²nb515@mail.ru

Abstract. Purpose: to assess and analyze the current state of the Azov main canal in Rostov region to formulate the promising directions in water distribution automation. **Materials and methods.** The information on the characteristics of the irrigation system posted on the information portal of the Federal State Research Institution All Russia Scientific and Research Institute for Irrigation and Farming Water Supply Systems “Raduga”, reference materials from literary sources, and reconnaissance data were used. **Results.** The reasons for the low efficiency of irrigation water distribution and use were: changes in agriculture since the 1990s, an increase in the number of small producers, as well as deterioration in technical maintenance and loss of automation systems. The analysis over nine years showed an increase in water diversion volume from 53,100 to 62,982 thousand cubic meters and water yield from 25,900 to 46,969 thousand cubic meters, while the relationship between the volumes of water supply and disposal remains unstable. The number of water users increased from 55 to 84, and the irrigated areas – from 3800 to 4100 hectares. The efficiency of water use is also unstable, which indicates loss of opportunities for optimization. **Conclusions.** The Azov main canal, previously equipped with automated systems, is now controlled manually. The canal is silted up and does not meet the design parameters. Low activity of farmers, a shortage of finances and personnel aggravate the situation. However, there are prospects for modernization, including the restoration of the hydrometric infrastructure and the introduction of modern automation systems.

Keywords: the Azov irrigation system, main canal, water distribution, water registration, water use efficiency, hydrometric network, automation

Evaluation of the research results: the main provisions of the article were reported at the All-Russian scientific and practical conference “The role of land reclamation and water management in ensuring the sustainable development of agriculture” (Novocherkassk, February 19, 2025).

For citation: Senchukov G. A., Gostishchev V. D. Analysis of the state and prospects of water distribution in the Azov irrigation system. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2025;95(1):137–155. (In Russ.).

Введение. В последние десятилетия произошли значительные изменения в структуре водопользования, что требует поиска оптимального вложения ресурсов для решения задач орошаемого земледелия с минимальными затратами [1–4]. Эффективность работы оросительной системы напрямую зависит от правильности и эффективности использования ее возможностей. Технология водораспределения на гидромелиоративной системе определяется исходя из ее конфигурации, пространственного положения распределительной сети, типа и количества гидротехнических сооружений (ГТС), включая насосно-силовое оборудование и подпорно-регулирующие сооружения, применяемых технических средств, опыта и

оснащения службы эксплуатации, состава и потребностей водопотребителей и др. [5–8]. Одним из путей повышения эффективности является внедрение современных научно-технических достижений и информационно-технологических средств [9–12].

Большинство межхозяйственных водораспределительных сетей в России представляют собой открытые каналы различного исполнения. Управление такими системами осложняется множеством факторов, включая размеры каналов, их наполненность, уклоны и условия сопряжения участков. Решить эту проблему можно путем внедрения современных технологий и средств информационно-технологической поддержки.

Материалы и методы. При проведении работы использовались сведения о характеристиках гидромелиоративных систем, полученные на основании данных ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз», размещенные на информационном портале ФГБНУ ВНИИ «Радуга», информационные и справочные материалы литературных источников, данные рекогносцировочного выезда [10, 11, 13].

В качестве методов научного исследования были применены: анализ, синтез, формализация, аналогия, индукция и обобщение.

Результаты и обсуждение. Азовская оросительная система и ее основная питающая артерия – магистральный канал (МК) протяженностью порядка 95 км были построены в советское время и изначально представляли собой передовые водохозяйственные объекты, оснащенные современными средствами автоматизации и телемеханики [10]. Этот инфраструктурный комплекс играл ключевую роль в обеспечении водоснабжения и орошения значительных территорий Ростовской области. Однако со временем, вследствие износа оборудования и недостаточного финансирования, высокотехнологичные системы управления каналом оказались утраченными и эксплуатация перешла на ручной режим управления процессом водораспределения. Кроме того, сам канал подвергся значительному заилению и зарастанию, что привело к отклонениям от проектных параметров.

Согласно информации ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз» [13], Азовская оросительная система была построена и введена в эксплуатацию 73 года назад в 1952 г. По состоянию на конец 2024 г.: физический износ по балансу – 71 %; фактический физический износ – 50 %; проектная общая площадь, обслуживаемая мелиоративной системой, – 37200 тыс. га орошения; фактическая общая площадь мелиорированных земель – 22651 га; проектная мощность водоподачи – 131419,00 тыс. м³; в неудовлетворительном мелиоративном состоянии находится 2,665 тыс. га. Количество водопотребителей в 2024 г. – 84 хозяйства. Структура посевных площадей на орошаемых землях: зерновые культуры – 12927 га; кормовые культуры – 3423 га; овощные культуры – 614 га; прочие культуры – 5687 га. При этом не поливалось в 2024 г. по причинам: неисправности водохозяйственной сети – 12,8 тыс. га; пары – 0,7 тыс. га; отсутствие дождевальных машин – 2,5 тыс. га; прочие причины – 2,9 тыс. га. Техническое состояние магистрального канала Азовской оросительной системы оценивается специалистами ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз» как работоспособное [13].

Для анализа динамики водопользования на Азовской оросительной системе рассмотрим следующие количественные показатели: количество водопользователей согласно количеству заключенных договоров с водопотребителями, площади полива, годовой объем водозабора, водоподачи и водоотведения (таблица 1, ст. 1–6), взятые из открытого источника – с информационного портала ФГБНУ ВНИИ «Радуга» [13].

Коэффициент полезного использования воды (КПИВ) на госсистеме рассчитан как процентное соотношение годового объема водоподачи и объема водозабора (см. таблицу 1, ст. 7).

Анализ работы системы за последние девять лет показывает рост годового объема водозабора с 53100 до 62982 тыс. м³ и водоотдачи с 25900 до 46969 тыс. м³. При этом объемы водоотведения не демонстрируют стабильной зависимости от этих показателей. Кроме того, количество водо-

пользователей увеличилось с 55 до 84, а орошаемые площади выросли с 3800 до 4100 га. Вследствие этого коэффициент полезного использования воды на государственной мелиоративной системе имеет нестабильные значения, что указывает на недостаточную реализацию возможностей по оптимизации распределения водных ресурсов.

Таблица 1 – Паспортные характеристики Азовской оросительной системы

Table 1 – Passport characteristics of the Azov irrigation system

Год	Количество договоров с водопотребителями, шт.	Фактически полито, га	Годовой объем водозабора, тыс. м ³ (фактическое значение)	Годовой объем водоподачи потребителям, тыс. м ³	Годовой объем водоотведения, тыс. м ³	Коэффициент полезного использования воды на госсистеме (КПИВ)
2015	55	3800	53100	25900	1817	49
2016	50	3500	40000	16100	664,7	40
2017	50	3400	48348	17050	1391	35
2018	27	3800	53400	19500	2033	37
2019	94	2100	53244	22410	1835,8	42
2020	91	4100	57176	22046	9,4	39
2021	91	4100	42700	11880	9,4	28
2022	84	4200	53500	20800	1967,3	39
2023	84	3600	56200	17700	1967,3	31
2024	84	4100	62982	46969	1967,3	75

Водозабор в Азовский МК осуществляется из Веселовского водохранилища на р. Маныч головной насосной станцией (рисунок 1).

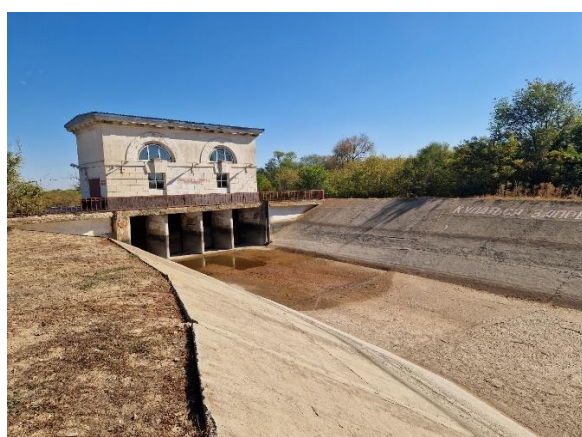


Рисунок 1 – Головная насосная станция Азовского магистрального канала (автор фото Г. А. Сенчуков)

Figure 1 – The main pumping station of the Azov main canal (photo by G. A. Senchukov)

В ходе рекогносцировочного обследования Азовского МК в октябре 2024 г. совместно с представителями филиалов ФГБУ была получена следующая информация. Проектная мощность насосной станции составляет $22 \text{ м}^3/\text{с}$, однако фактически вода подается в канал расходом не более $10 \text{ м}^3/\text{с}$. Подача в голове канала осуществляется в ночной период, чтобы избежать пиковых нагрузок в сети в дневное время.

Основная часть Азовского канала проходит по территории трех районов Ростовской области: Веселовского – более 20 км, Багаевского – около 40 км, Аксайского – около 30 км (рисунок 2).

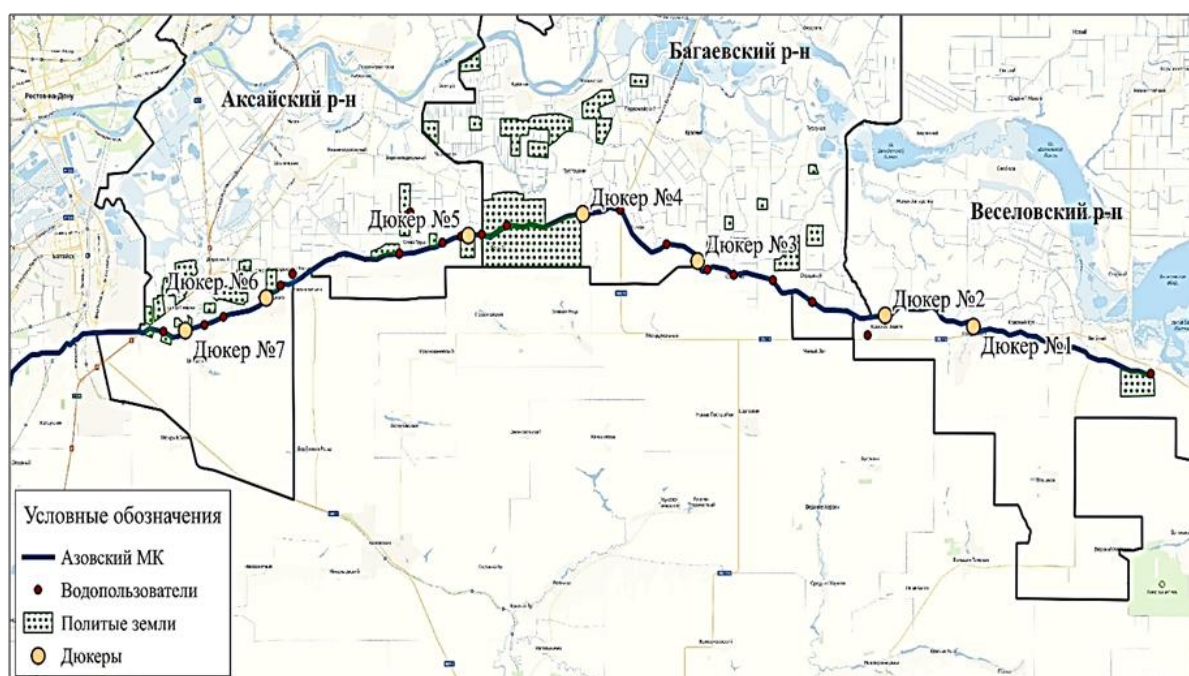


Рисунок 2 – План-схема Азовской оросительной системы

Figure 2 – Layout of the Azov irrigation system

Управление каналом осуществляется тремя филиалами Ростовмелиоводхоза в соответствии с административными границам районов.

На плане-схеме (см. рисунок 2) показана общая линейная схема Азовского МК с указанием размещения перегораживающих сооружений (дюкеров), а также указанием местоположения точек водовыделов в хозяйства. Как видно на схеме, по трассе канала размещены семь перегораживающих сооружений, на которых ранее был организован техноло-

гический водоучет и размещены средства телемеханизации управления водораспределением.

Если проанализировать участки канала по наличию водопользователей, то можно сделать очевидный вывод, что участок, проходящий по территории Веселовского района, является по сути транзитным. Непосредственная отдача сельхозтоваропроизводителям на нем почти не осуществляется, а практически весь объем передается в ведение Багаевского и Аксайского филиалов.

Согласно отчетности ФГБУ за 2023 г., на участке в границах Веселовского района наблюдается наилучшая ситуация по потерям. Заявленный коэффициент полезного действия (КПД) составляет здесь 0,9, КПИВ – 0,03, коэффициент перераспределения воды (КПВ) – 0,82, что объясняется его транзитной ролью в части распределения оросительной воды. КПВ рассчитывается как процентное соотношение транзитного объема воды и объема воды, забранного в голове государственной мелиоративной системы. Годовой водозабор в Азовский МК составил 30,9 млн м³.

Показатели водопользования значительно изменяются при прохождении оросительной воды по территории Багаевского района: КПД составляет здесь 0,63, КИВ – 0,32, КПВ – 0,28. Годовое использование воды равно 15,7 млн м³.

В зоне ответственности Аксайского филиала показатели водопользования составили: КПД – 0,56, КИВ – 0,45, КПВ – 0,00. Годовое использование воды равно 9,8 млн м³.

Необходимо отметить, что Азовский канал и его системы проектировались с учетом безусловного полива всех проектных площадей. При этом достигалась максимальная эффективность использования воды за счет оперативного разбора ее для орошения. В настоящее время фактически поливаемая площадь по данным 2023 г. составила около 2,9 тыс. га, это примерно

8 % от проектной площади орошения. Одновременно с этим технические особенности управления водораспределением воды в канале диктуют необходимость поддержания рабочих уровней на всей протяженности канала при любом количестве водопотребителей, что, безусловно, приводит к необходимости поддержания бьефов и большим потерям на испарение и фильтрацию при низкой полезной отдаче воды потребителям.

В настоящее время в канале наблюдается интенсивное зарастание водолюбивой растительностью (рисунок 3).



Рисунок 3 – Заиление и зарастание Азовского магистрального канала (автор фото В. Д. Гостищев)

Figure 3 – Silting and overgrowth of the Azov main canal (photo by V. D. Gostishchev)

Канал в определенной части утратил трапецеидальную геометрию в поперечном сечении. Не очевидна направленность продольных уклонов. Имеется вероятность наличия размывов и накопления остатков сорной растительности, что может создавать локальные подпоры и обратные уклоны, это в свою очередь значительно усложнит обеспечение требуемых горизонтов воды на водовыделах.

Регулирование уровней воды в Азовском канале осуществляется регулирующими водопропускными сооружениями – дюкерами, представляющими собой перегораживающие водоподпорные гидросооружения в русле канала, выполненные из монолитного бетона (рисунок 4).



Рисунок 4 – Регулирующие сооружения Азовского магистрального канала (автор фото Г. А. Сенчуков)
Figure 4 – Regulation structures of the Azov main canal (photo by G. A. Senchukov)

Данные сооружения оснащены гидромеханическим оборудованием в виде плоских и сегментных затворов. Путем изменения положения щитов осуществляется наполнение верхнего бьефа и передача расчетных объемов в нижний бьеф. Регулирование с помощью гидромеханического оборудования в настоящее время производится вручную.

Забор воды во внутрихозяйственную оросительную сеть осуществляется через водовыпуски из канала, представляющие собой сооружения из монолитного бетона, отбор воды ведется непосредственно из канала, расход регулируют при помощи плоских щитов и винтовых устройств вручную. Вода подается в открытые внутрихозяйственные каналы в земляном русле.

Водовыпуски сильно изношены. Особенно это касается состояния щитов затворов, которые поражены коррозией. Уходные работы силами

хозяйств-водопользователей проводятся на низком уровне. Аванкамеры водозаборов засорены мусором и растительными остатками. При этом бетонные поверхности находятся в относительно удовлетворительном состоянии (рисунок 5).



Водовыпуск в межхозяйственный канал на ПК 255

Water outlet to the on-farm canal at PK 255



Межхозяйственный водораспределительный узел

On-farm water distribution point

Рисунок 5 – Водовыпуск из Азовского магистрального канала в межхозяйственный водораспределительный узел (автор фото В. Д. Гостищев)

Figure 5 – Water outlet from the Azov main canal to the on-farm water distribution point (photo by V. D. Gostishchev)

В ряде случаев забор воды ведется непосредственно из канала с применением насосно-силового оборудования и подачей воды в закрытую напорную сеть, питающую дождевальные машины кругового и фронтального действия. Необходимо отметить, что забор воды в открытую сеть производится для подачи ее во временные оросители, формируемые в полях. Полив при этом осуществляется устаревшими дождевальными машинами ДДА-100. Такая технология сопряжена со значительными потерями воды на фильтрацию как по трассе внутрихозяйственных каналов, так и во временных оросителях. Опыт показывает, что востребованность подачи воды через водозаборные сооружения с подачей ее на поля по открытым каналам будет постепенно уменьшаться по мере выхода из строя устаревшей дождевальной техники, берущей поливную воду из временных оросителей.

Современные проекты технического перевооружения внутрихозяйственных оросительных систем, как правило, предусматривают забор воды непосредственно из крупных магистральных или межхозяйственных каналов с подачей ее насосными станциями в закрытую трубопроводную сеть, что значительно упрощает учет забранной воды, а также практически сводит к нулю потери на испарение и фильтрацию во внутрихозяйственном звене.

Ранее гидрометрический контроль и управление водораспределением на канале осуществлялись с использованием систем автоматического контроля за уровнями и расходами. Гидрометрические данные в автоматическом режиме поступали на пункт диспетчерского управления, на основании полученных сведений осуществлялось маневрирование затворами на перегораживающих сооружениях с применением средств удаленного управления и автоматизации. Такой подход обеспечивал высокую эффективность управления водными ресурсами. Все элементы контроля за гидрометрическими характеристиками и элементы автоматизированного управления водораспределением на канале располагались на перегораживающих сооружениях. Подъем и опускание щитов затворов производились электромоторами по команде из диспетчерской. Уровни и расходы контролировались посредством использования успокоительных колодцев, расположенных по два на каждом дюкере, в верхнем и нижнем бьефах. Вода в колодцы поступала из канала, и ее уровень в колодце соответствовал уровню воды в канале. Уровни определялись автоматическими датчиками одновременно в верхнем и нижнем бьефах канала. Использовались специальные тарировочные таблицы, разница уровней пересчитывалась в расходы в контролируемом створе канала. Принципы такой автоматизированной системы управления (АСУ) могут быть восстановлены на основе применения современных технических устройств и средств передачи информации (рисунок 6).

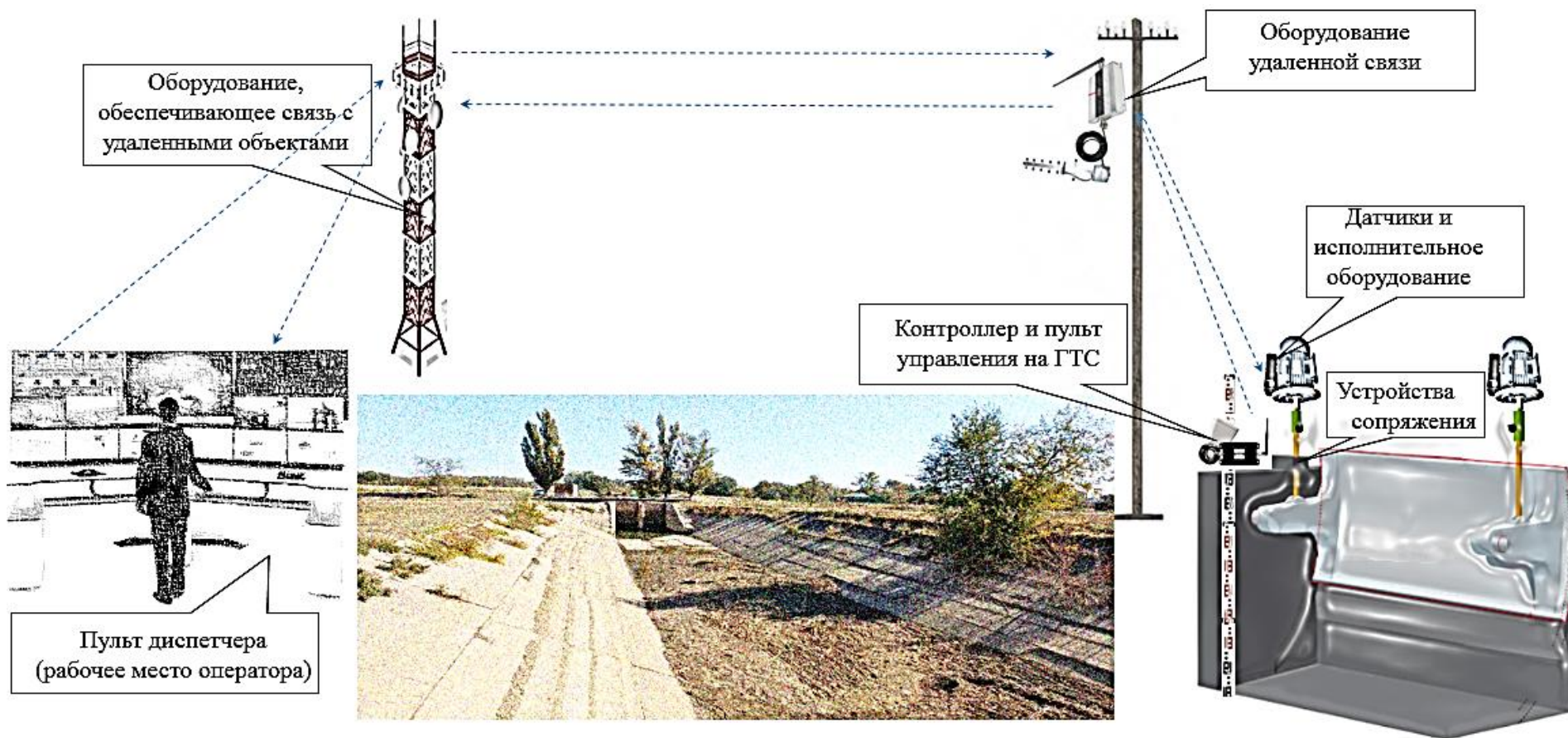


Рисунок 6 – Аппаратно-техническая часть автоматизированной системы управления регулирующими сооружениями магистрального канала (рисунок и фото В. Д. Гостищева)

Figure 6 – Hardware and engineering part of the automated control system by the main channel regulation structures (drawing and photo by V. D. Gostishchev)

Для эксплуатационного контроля за уровнями воды в настоящее время в наличии у службы эксплуатации имеются рейки, установленные на сооружениях и в русле канала. На ГТС имеются закладные геодезические марки (рисунок 7).



Рейка на входном оголовке дюкера
Rack on the inlet head of the siphon



Тарированный столб
на промежуточном пикете
Calibrated post
on the intermediate station



Высотная закладная
марка на бетонном
парапете дюкера
Elevation embedded
mark on the concrete
apron of the siphon

Рисунок 7 – Элементы гидрометрической сети Азовского магистрального канала (автор фото Г. А. Сенчуков)
Figure 7 – Elements of the hydrometric network of the Azov main canal (photo by G. A. Senchukov)

В настоящее время автоматизированные средства контроля и управления водораспределением на Азовском МК отсутствуют. Системный инструментальный контроль за расходами и объемами воды крайне проблематичен, за исключением тех случаев, когда отбор воды осуществляется насосным оборудованием. Это относится к головной насосной станции канала и насосным станциям, осуществляющим забор из канала и принадлежащим сельхозтоваропроизводителям.

Бетонные элементы успокоительных колодцев, в которых было установлено гидрометрическое оборудование, сохранились практически полностью. Однако, как правило, утрачена гидравлическая связь с каналом (рисунок 8).



Рисунок 8 – Успокоительные колодцы по трассе Азовского магистрального канала (автор фото В. Д. Гостищев)

**Figure 8 – Still wells along the Azov main canal
(photo by V. D. Gostishchev)**

Успокоительные колодцы заилены, электрические и электронные элементы утрачены. Тем не менее, на наш взгляд, на данных объектах возможно провести восстановительные мероприятия и оснастить их необходимым водоучитывающим оборудованием, провести тарифовку перегораживающих сооружений и в полном объеме восстановить систему эксплуатационной гидрометрии на канале.

Выводы. Азовский магистральный канал на момент своего ввода в эксплуатацию являлся высокотехнологичным водохозяйственным комплексом, оснащенный современными средствами автоматизации и телемеханики.

В настоящее время высокотехнологичная составляющая полностью утрачена, управление уровнями и расходами в канале осуществляется вручную. Русло канала утратило проектные геометрические характеристики, в значительной степени заросло и заилилось. Состояние перегораживающих ГТС и водовыпусков, вероятно, не соответствует проектным показателям.

Управление каналом представляет собой достаточно сложную и громоздкую структуру, расчлененную на три части в административных границах Ростовской области. Службы эксплуатации сталкиваются с характерными для мелиоративной отрасли проблемами. В числе их низкая востребованность орошения в сельскохозяйственном секторе и при этом необходимость поддержания уровней воды в канале на проектных отметках, хроническое недофинансирование эксплуатационных и капитальных мероприятий, низкий уровень оплаты труда и дефицит высококвалифицированных молодых кадров.

Низкая активность сельскохозяйственных производителей при организации орошаемого земледелия в зоне обслуживания Азовского МК обусловлена:

- выходом из строя и демонтажем внутрихозяйственных оросительных систем;
- отсутствием специалистов-гидротехников и агрономов мелиоративного профиля;
- недостаточным уровнем государственной поддержки;
- отсутствием государственных нормативно-правовых документов, побуждающих и обязывающих использовать мелиоративные технологии в зоне обслуживания Азовского МК;
- нежеланием сельскохозяйственных производителей применять сложные и затратные агротехнологии.

При всех проблемных моментах Азовский МК имеет значительный потенциал для создания пилотного проекта по возрождению эксплуатационной гидрометрии и телемеханизации на современном уровне. Для этого, по нашему мнению, необходимо:

- выполнить геодезические работы в русле канала и на сооружениях для формирования представления об их реальных геометрических харак-

теристиках, оценить деформации, произошедшие за весь период эксплуатации, и их техническое состояние;

- осуществить градуировку водопропускных сооружений с применением современных высокотехнологичных средств гидрометрического контроля – профилографов, спутниковых средств позиционирования на местности;

- наладить на постоянной основе регулярное наблюдение за гидрологическими режимами воды в канале и обеспечить научное сопровождение с применением современных средств полевых и лабораторных исследований в части уточнения характеристик потока и установления зависимостей при различных режимах работы канала;

- восстановить гидрометрические сооружения на перегораживающих сооружениях и оснастить их современными средствами контроля и учета уровней воды в канале, создать единую систему технологического водочета на принципах контроля в режиме реального времени и удаленной передачи данных в единый центр управления государственной мелиоративной системой.

Список источников

1. Айдаров И. П. Проблемы мелиорации земель и водопользования // Природообустройство. 2008. № 2. С. 5–19. EDN: KBENLV.
2. Щедрин В. Н., Селюков В. И. Управление водопользованием на оросительных системах, современное состояние и пути совершенствования // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ЮжНИИГиМ. Новочеркасск, 2001. Вып. 32–33. С. 34–36. EDN: YSJXVT.
3. Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в России: монография / А. В. Колганов, Н. В. Сухой, В. Н. Шкура, В. Н. Щедрин; под ред. В. Н. Щедрина. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. 222 с. EDN: WARGMR.
4. Научные основы создания и управления мелиоративными системами в России / Л. В. Кирейчева, И. Ф. Юрченко, В. М. Яшин, Е. А. Лентяева, Н. П. Карпенко, Г. Х. Ялалова, И. В. Глазунова; под ред. Л. В. Кирейчевой. М.: ВНИИ агрохимии, 2017. 296 с. EDN: ZDXXYB.
5. Ткачев А. А., Ольгаренко И. В. Современные проблемы в управлении водораспределением в магистральных каналах оросительных систем // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. 2021. Т. 11, № 2. С. 1–23. URL: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1192> (дата обращения: 23.01.2025). DOI: 10.31774/2222-1816-2021-11-2-1-23. EDN: NTRFMJ.

6. Сорокина О. В. Анализ проблем управления водораспределением и варианты их решения // Проблемы мелиорации и водного хозяйства: сб. науч. ст. студентов и молодых ученых. Новочеркасск: Донской ГАУ, 2017. С. 61–66. EDN: YNTGXR.

7. 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.

8. Оптимизация ресурсов при организации и проведении заборов и распределения воды на оросительных системах / В. И. Коржов, А. А. Белоусов, О. В. Сорокина, В. Б. Черемисова // Мелиорация и водное хозяйство: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Шумаковские чтения) с междунар. участием, посвящ. 130-летию со дня рождения акад. Б. А. Шумакова, 24 окт. 2019 г. Вып. 17. Инновационные технологии мелиорации, водного и лесного хозяйства Юга России. В 2 ч. Ч. 1. / Новочеркас. инж.-мелиоратив. ин-т Донского ГАУ. Новочеркасск: Лик, 2019. С. 43–48. EDN: CINHBTJ.

9. Гидромелиоративные системы нового поколения / Б. Б. Шумаков, С. Я. Безднина, Л. В. Кирейчева, Г. Н. Асосков, К. В. Губер, В. И. Канардов, И. И. Конторович, Г. П. Лямперт, В. Г. Федоров, М. Ю. Храбров, Д. С. Чернов, В. В. Бородычев, В. К. Губин, А. В. Колганов, Ю. П. Добрачев, В. Н. Буравцев, А. И. Буздин, В. В. Горшков, С. Н. Сабуренков, В. П. Степанов. М.: ВНИИГиМ, 1997. 109 с. EDN: YIDOEL.

10. Оросительные системы России: от поколения к поколению: монография / В. Н. Щедрин, А. В. Колганов, С. М. Васильев, А. А. Чураев. Новочеркасск: Геликон, 2013. В 2 ч. Ч. 1. 283 с. EDN: TRANID. Ч. 2. 307 с. EDN: TVBDXH.

11. Коржов В. И. Научная и информационно-технологическая поддержка задач водораспределения на оросительных системах / Новочеркас. инж.-мелиоратив. ин-т Донского ГАУ. Новочеркасск: Лик, 2023. 168 с. EDN: QXBZGB.

12. Ольгаренко В. И., Ольгаренко Г. В., Ольгаренко И. В. Оптимизация процессов водопользования на основе методологии ландшафтно-экологического подхода: монография / под общ. ред. чл.-кор. РАН В. И. Ольгаренко. Новочеркасск: Лик, 2019. 623 с. EDN: UZWMWT.

13. Азовская ОС. Паспорт мелиоративной системы // Информационный портал ФГБНУ ВНИИ «Радуга» [Электронный ресурс]. URL: <https://inform-raduga.ru/gts/599> (дата обращения: 23.01.2025).

References

1. Aidarov I.P., 2008. *Problemy melioratsii zemel' i vodopol'zovaniya* [Problems of land reclamation and water usage]. *Prirodooobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 2, pp. 5-19, EDN: KBEHLV. (In Russian).

2. Shchedrin V.N., Selyukov V.I., 2001. *Upravlenie vodopol'zovaniem na orositel'nykh sistemakh, sovremennoe sostoyanie i puti sovershenstvovaniya* [Water use management in irrigation systems, current state and ways of improvement]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshayemogo zemledeliya: sb. nauch. tr.* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture: collect. of scient. papers]. Novocherkassk, iss. 32-33, pp. 34-36, EDN: YSJXVT. (In Russian).

3. Kolganov A.V., Sukhoi N.V., Shkura V.N., Shchedrin V.N., 2016. *Razvitie melioratsii zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya v Rossii: monografiya* [Development of Agricultural Land Reclamation in Russia: monograph]. Novocherkassk, RosNIIPM, 222 p., EDN: WARGMR. (In Russian).

4. Kireycheva L.V., Yurchenko I.F., Yashin V.M., Lentiaeva E.A., Karpenko N.P., Yalalova G.Kh., Glazunova I.V., 2017. *Nauchnye osnovy sozdaniya i upravleniya meliorativnymi sistemami v Rossii* [Scientific Foundations of the Creation and Management of Reclamation

Systems in Russia]. Moscow, All-Russian Research Institute of Agrochemistry, 296 p., EDN: ZDXXYB. (In Russian).

5. Tkachev A.A., Olgarenko I.V., 2021. *Sovremennye problemy v upravlenii vodoraspredeleniem v magistral'nykh kanalakh orositel'nykh sistem* [Urgent problems of water distribution management in main canals of irrigation systems]. *Melioratsiya i gidrotekhnika* [Land Reclamation and Hydraulic Engineering], vol. 11, no. 2, pp. 1-23, available: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1192> [accessed 23.01.2025], DOI: 10.31774/2222-1816-2021-11-2-1-23, EDN: NTRFMJ. (In Russian).

6. Sorokina O.V., 2017. *Analiz problem upravleniya vodoraspredeleniem i varianty ikh resheniya* [Analysis of water distribution management issues and options for their solution]. *Problemy melioratsii i vodnogo khozyaystva: sb. nauch. st. studentov i molodykh uchenykh* [Issues of Land Reclamation and Water Management: Collection of Scientific Articles of Students and Young Scientists]. Novocherkassk, Donskoy SAU, pp. 61-66, EDN: YNTGXR. (In Russian).

7. Yurchenko I.F., Trunin V.V., 2014. *Sovershenstvovanie operativnogo upravleniya vodoraspredeleniem na mezhkhozaystvennykh orositel'nykh sistemakh* [Improvement of operational management of water distribution in inter-farm irrigation systems]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya: sb. nauch. tr.* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture: collect. of scient. articl.]. Novocherkassk, RosNIIPM, iss. 53, pp. 166-170, EDN: SYPFBV. (In Russian).

8. Korzhov V.I., Belousov A.A., Sorokina O.V., Cheremisova V.B., 2019. *Optimizatsiya resursov pri organizatsii i provedenii zaborov i raspredeleniya vody na orositel'nykh sistemakh* [Optimization of resources in the organization and implementation of water intake and distribution in irrigation systems]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo: materialy Vseros. nauchno-prakt. konferentsii (Shumakovskie chteniya) s mezhdunar. uchastiem, posvyashch. 130-letiyu so dnya rozhdeniya akad. B. A. Shumakova. Iss. 17. Innovatsionnye tekhnologii melioratsii, vodnogo i lesnogo khozyaystva Yuga Rossii* [Land Reclamation and Water Management: Proceed. of the All-Russian Scientific and Practical Conference (Shumakov Readings) with International Participation, Dedicated to the 130th Anniversary of the Birth of Academician B. A. Shumakov. Iss. 17. Innovative Technologies of Land Reclamation, Water and Forestry in the South of Russia]. In 2 parts, part 1, Novocherkassk, Lik Publ., pp. 43-48, EDN: CIHBTJ. (In Russian).

9. Shumakov B.B., Bezdina S.Ya., Kireycheva L.V., Asoskov G.N., Guber K.V., Kanardov V.I., Kontorovich I.I., Lyampert G.P., Fedorov V.G., Khrabrov M.Yu., Chernov D.S., Borodychev V.V., Gubin V.K., Kolganov A.V., Dobrachev Yu.P., Buravtsev V.N., Buzdin A.I., Gorshkov V.V., Saburenkov S.N., Stepanov V.P., 1997. *Gidromeliorativnye sistemy novogo pokoleniya* [New Generation Drainage Systems]. Moscow, VNIIGiM, 109 p., EDN: YIDOEL. (In Russian).

10. Shchedrin V.N., Kolganov A.V., Vasiliev S.M., Churaev A.A., 2013. *Orositel'nye sistemy Rossii: ot pokoleniya k pokoleniyu: monografiya* [Irrigation Systems of Russia: from Generation to Generation: monograph]. In 2 parts, part 1, Novocherkassk, Helikon Publ., 283 p., EDN: TRAHID, Part 2. 307 p., EDN: TVBDXH. (In Russian).

11. Korzhov V.I., 2023. *Nauchnoe i informatsionno-tekhnologicheskoe obespechenie vodoraspredeleniya na orositel'nykh sistemakh* [Scientific and Information Technological Support of Water Distribution in Irrigation Systems]. Novocherkassk, Lik Publ., 168 p., EDN: QXBZGB. (In Russian).

12. Olgarenko V.I., Olgarenko G.V., Olgarenko I.V., 2019. *Optimizatsiya protsessov vodopol'zovaniya na osnove metodologii landshaftno-ekologicheskogo podkhoda* [Optimization of Water Use Process Based on the Landscape-Ecological Approach Methodology: monograph]. Novocherkassk, Lik Publ., 623 p., EDN: UZWMWT. (In Russian).

13. Azovskaya OS. *Passport meliorativnoy sistemy* [Azovskaya Irrigation System. Passport of the Reclamation System]. *Informatsionnyy portal FGBNU VNII «Raduga»* [Information

Portal of the Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Irrigation Systems and Agricultural Water Supply “Raduga”, available: <https://inform-raduga.ru/gts/599> [accessed 23.01.2025]. (In Russian).

Информация об авторах

Г. А. Сенчуков – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, g19752011@mail.ru;

В. Д. Гостищев – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, nb515@mail.ru.

Information about the authors

G. A. Senchukov – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, g19752011@mail.ru;

V. D. Gostishchev – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, nb515@mail.ru.

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 10.02.2025; одобрена после рецензирования 25.02.2025; принята к публикации 21.03.2025.

The article was submitted 10.02.2025; approved after reviewing 25.02.2025; accepted for publication 21.03.2025.