

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МЕЛИОРАЦИИ

Научная статья

УДК 626/627

Результаты натурных обследований технического состояния гидротехнических сооружений Черноземельской обводнительно-оросительной системы

Виктория Федоровна Талалаева¹, Олег Андреевич Баев²

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

¹vika-silchenko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2541-204X>

²Oleg-Baev1@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0142-4270>

Аннотация. **Цель:** натурные обследования каналов (водопроводящей сети) и гидротехнических сооружений Черноземельской обводнительно-оросительной системы в пределах Яшкульского района Республики Калмыкия. **Материалы и методы.** Исследования проводились по общепринятым нормативным документам и методикам проведения обследований и оценки технического состояния объектов мелиоративного назначения. **Результаты.** Черноземельская обводнительно-оросительная система имеет большое значение для восточных районов Калмыкии (Ики-Бурульский, Черноземельский, Яшкульский и др.), в пределах которых сосредоточена основная часть земледельческих хозяйств, в т. ч. по воспроизводству кормовой базы для животноводства. Назначением системы является также водоснабжение населенных пунктов. В целях оценки современных условий эксплуатации Черноземельской обводнительно-оросительной системы, определения причин дефицита водных ресурсов и низкого коэффициента полезного действия системы были проведены обследования участков водопроводящей сети в пределах Яшкульского района Республики Калмыкия. **Выводы.** Установлены наиболее проблемные участки оросительной сети, находящиеся на Яшкульском, Гашунском каналах и канале УС-4 Черноземельской обводнительно-оросительной системы. Текущее техническое состояние участков вышеперечисленных объектов не позволяет эксплуатировать их в проектом режиме. Основываясь на фактическом состоянии обследованных каналов Черноземельской обводнительно-оросительной системы, необходимо выполнить расчистку их русел на всем протяжении для снижения гидравлических сопротивлений, а также восстановить проектный профиль Яшкульского канала на головном участке для ликвидации вододефицита, обеспечения проектной пропускной способности, предотвращения перелива воды через бровки дамб и подтопления близлежащих территорий и населенных пунктов.

Ключевые слова: обводнительно-оросительная система, оросительный канал, заиливание, зарастание, коэффициент полезного действия

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Актуальные научные исследования в области мелиорации» (г. Новочеркасск, 31 мая 2024 г.).

Для цитирования: Талалаева В. Ф., Баев О. А. Результаты натурных обследований технического состояния гидротехнических сооружений Черноземельской обводнительно-оросительной системы // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 93, № 2. С. 1–15.

CURRENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF LAND RECLAMATION

Original article

Results of the field surveys of the technical state of hydraulic structures of the Chernozemelskaya watering and irrigation system

Viktoriya F. Talalaeva¹, Oleg A. Baev²

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

¹vika-silchenko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2541-204X>

²Oleg-Baev1@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0142-4270>

Abstract. Purpose: field survey of channels (water supply network) and hydraulic structures of the Chernozemelskaya watering and irrigation system within the Yashkul district Republic of Kalmykia. **Materials and methods.** The studies were carried out according to generally accepted regulatory documents and methods for conducting surveys and assessing the technical condition of reclamation facilities. **Results.** The Chernozemelskaya watering and irrigation system is of great importance for the eastern regions of Kalmykia (Iki-Burulsky, Chernozemelsky, Yashkulsky, etc.), within which the main part of agricultural farms is concentrated, including the ones on reproduction of the fodder supply for livestock farming. The purpose of the system is also to supply water to human settlements. In order to assess the current operating conditions of the Chernozemelskaya watering and irrigation system, to determine the causes of water resource shortages and the low efficiency of the system, the surveys of sections of the water supply network were carried out within the Yashkul district of the Republic of Kalmykia. **Conclusions.** The most problematic areas of the irrigation network located on the Yashkul, Gashun channels and the US-4 channel of the Chernozemelskaya watering and irrigation system have been identified. The current technical condition of the sections of the above-mentioned objects does not allow them to be operated in the design mode. Based on the actual state of the surveyed channels of the Chernozemelskaya watering and irrigation system, it is necessary to clear their channels along their entire length to reduce hydraulic resistance, as well as to restore the design profile of the Yashkul channel at the head section to eliminate water deficiency, ensure design capacity, and prevent water overflow through the dam edges and flooding the nearby territories and human settlements.

Keywords: watering and irrigation system, irrigation channel, siltation, overgrowth, efficiency coefficient

Evaluation of the research results: the fundamental principles of the article were reported at the All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists “Current Scientific Research in the Field of Land Reclamation” (Novocherkassk, May 31, 2024).

For citation: Talalaeva V. F., Baev O. A. Results of the field surveys of the technical state of hydraulic structures of the Chernozemelskaya watering and irrigation system. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2024;93(2):1–15. (In Russ.).

Введение. По данным исследований Г. Э. Настиновой, М. М. Сангаджиева, Ю. М. Косиченко, А. В. Колганова и др. [1–5], Калмыкия ограничена в водных ресурсах, реки региона в большинстве своем являются малыми, пересыхающими, а их вода сильно минерализована, ввиду этого они непригодны для водообеспечения. Основные потребности в пресной воде покрываются за счет работы пяти обводнительно-оросительных сис-

тем (ООС): Сарпинской, Калмыцко-Астраханской, Черноземельской, Право-Егорлыкской и Каспийской [6]. Некоторые из них эксплуатируются уже более 50 лет, и с наступлением поливного сезона возникает дефицит воды. Он отрицательно сказывается на сельскохозяйственном производстве Калмыкии, базовой отраслью которого является животноводство, а также производство кормовой базы [7–10]. Кроме того, к ключевым проблемам водохозяйственного комплекса региона относятся: загрязнение имеющихся водных объектов, изношенность действующей оросительной сети (построенной в 60–80-е гг. прошлого века, без дренажа, с каналами в земляном русле), подтопление приканальных территорий и населенных пунктов и пр.

По данным службы эксплуатации Черноземельской ООС, коэффициент полезного действия (КПД) ее каналов и системы в целом не превышает 0,6–0,66. Вышеуказанное предопределяет актуальность проведения натурных обследований на Черноземельской ООС для оценки современных условий эксплуатации данного объекта.

Целью исследований являлось проведение визуальных обследований каналов (водопроводящей сети) и ГТС Черноземельской ООС в пределах Яшкульского района Республики Калмыкия и оценка технического состояния объектов обследований.

Материалы и методы. Методы обследований, выполнение работ, категории технического состояния, термины и определения, используемые при проведении обследований и подготовке статьи, соответствуют следующим нормативным документам: ГОСТ Р 70566-2022¹, ГОСТ Р 58376-2019², ГОСТ Р 70214-2022³, СП 100.13330.2016⁴.

¹ГОСТ Р 70566-2022. Системы и сооружения мелиоративные. Правила обследования и мониторинга технического состояния. Введ. 2022-12-16. М.: Ин-т стандартизации, 2022. 20 с.

²ГОСТ Р 58376-2019. Мелиоративные системы и гидротехнические сооружения. Эксплуатация. Общие требования. Введ. 2019-07-01. М.: Стандартинформ, 2019. 42 с.

³ГОСТ Р 70214-2022. Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения. Введ. 2022-08-01. М.: Рос. ин-т стандартизации, 2022. 36 с.

⁴Мелиоративные системы и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.03-85: СП 100.13330.2016 (с изм. № 1): утв. М-вом стр-ва и жилищ.-коммун. хоз-ва Рос. Федерации 16.12.16; введ. в действие с 17.06.17. М.: Стандартинформ, 2017. 231 с.

Натурным обследованиям водопроводящей сети и ГТС Черноземельской ООС в Яшкульском районе Республики Калмыкия предшествовали подготовительные работы, в ходе которых была проанализирована исходная документация по эксплуатации, обследованиям, ремонтам и реконструкции Черноземельской ООС.

Результаты и обсуждение. Черноземельская ООС является самой крупной ООС Республики Калмыкия, введена в эксплуатацию в 1970 г. для обводнения и орошения засушливых районов региона [6, 11], назначением данной системы является также водоснабжение населенных пунктов. Черноземельская ООС имеет большое значение для восточных районов Калмыкии (Ики-Бурульский, Черноземельский, Яшкульский и др.), в пределах которых сосредоточена основная часть земледельческих хозяйств, в т. ч. по воспроизводству кормовой базы для животноводства. Водоисточником Черноземельской ООС является наливное Чограйское водохранилище [2], расположенное в бассейне р. Восточный Маныч и пополняемое стоком р. Кума и Терек, а также местным стоком.

Черноземельский магистральный канал (ЧМК) – самотечный магистральный канал, является объектом капитального строительства в составе Черноземельской ООС (протяженность – 140 км, пропускная способность по проекту до $39 \text{ м}^3/\text{с}$). ЧМК проходит с юга на север по восточному склону Ергенинской возвышенности, канал выполнен в земляном русле трапецеидального сечения и проложен по территории Ики-Бурульского, Черноземельского и Яшкульского районов Калмыкии. От ЧМК ответвляются распределительные каналы (РК): Яшкульский (на восток), Гашунский (на север) и Приозерный.

Яшкульский РК является объектом капитального строительства в составе Черноземельской ООС, протяженность канала – 56,5 км, пропускная способность по проекту до $3 \text{ м}^3/\text{с}$. Канал выполнен в земляном русле без проведения противофильтрационных защитных мероприятий. Его назначением является орошение, обводнение земель, а также водоснабжение населенных пунктов. Водоприемники – оз. Бузга и ЧСК.

Гашунский РК имеет протяженность 46,4 км, пропускную способность по проекту до 15 м³/с. Канал выполнен в земляном русле без проведения противофильтрационных защитных мероприятий. Его назначением является орошение, обводнение земель, и в частности заполнение лимана Сал-Бура в Целинном районе республики. Около п. Ялмта Гашунский распределитель заканчивается и начинается Приозерный РК.

Приозерный РК протяженностью 54,8 км, пропускной способностью по проекту до 6 м³/с берет начало от Гашунского РК и проходит в земляном русле по территории Целинного и Кетченеровского районов, заполняя лиманы сельскохозяйственных территорий.

Протяженность каналов межхозяйственной сети Черноземельской ООС – 201,7 км. К сбросным каналам системы относятся: ЧСК, ГСК, каналы участковые сбросные УС-1, УС-2, УС-3, УС-4, УС-5, Чограйский сбросной канал, сбросной канал, сбросной канал для отвода дренажных вод. Назначением данных каналов является сброс оросительной воды с орошаемых участков и лиманов. Протяженность каналов сбросной сети Черноземельской ООС составляет 256,21 км. По данным автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов [12, 13], все магистральные, распределительные, межхозяйственные и сбросные каналы Черноземельской ООС требуют проведения текущего ремонта, а некоторые нуждаются в реконструкции.

Водопользование осуществляется согласно системному плану, который составляется на основании внутриводопользовательных планов хозяйств-водопользователей четырех районов республики и планов крестьянско-фермерских и подсобных хозяйств.

По данным государственного водного реестра по состоянию на 25.05.2023, Черноземельская ООС обеспечивает водой 32 хозяйства Калмыкии. Общая площадь орошаемых земель в 2022 г. составила 23481 га.

Учет забранной воды из Чограйского водохранилища осуществляется на передаточном посту ЧМК. Наполнение ЧМК начинается в конце января. С конца февраля по май производится затопление лиманов общей площадью 8060 га, фактически в 2022 г. было заполнено 5574 га. Вегетационный полив начинается со второй декады мая.

В целом по системе на водовыделах в хозяйства отсутствуют какие-либо водомерные устройства, позволяющие фиксировать фактические расходы (объемы) передаваемой потребителям воды.

В целях оценки современных условий эксплуатации Черноземельской ООС, определения причин дефицита водных ресурсов и низкого КПД системы были проведены обследования наиболее проблемных участков водопроводящей сети в пределах Яшкульского района Республики Калмыкия.

Текущее техническое состояние четырехочкового водовыдела с переездом ЧМК в Гашунский РК проиллюстрировано на рисунке 1.



a – засорение и заиливание приемной камеры в верхнем бьефе водовыдела на Черноземельском магистральном канале; *b* – нижний бьеф сооружения (Гашунский распределительный канал)

a – clogging and siltation of the receiving chamber in the upperstream of the water outlet on the Chernozemelsky main channel; *b* – downstream of the structure (Gashunsky distribution channel)

Рисунок 1 – Водовыдел четырехочковый в Гашунский распределительный канал с переездом Черноземельского магистрального канала (автор фото В. Ф. Талалаева)

Figure 1 – Four-point water outlet into the Gashunsky distribution channel with the crossing of the Chernozemelsky main canal (photo by V. F. Talalaeva)

Перед сооружением зафиксировано засорение и заиливание приемной камеры значительным количеством плавающего мусора и ила (см. рисунок 1*a*), что ухудшает пропускную способность сооружения. Металлические затворные элементы отсутствуют (сняты службой эксплуатации в целях облегчения очистки верхнего бьефа от периодически скапливающегося мусора). Из четырех ниток трубопроводов водовыдела на момент обследования функционировали три, т. е. сооружение не работает в проектом режиме.

В нижнем бьефе сооружения (см. рисунок 1*b*) бетонная облицовка, служащая для закрепления откосов, деформирована, на ее поверхности имеются крупные сколы, выбоины и повреждения. Русло Гашунского РК на головном участке подвержено интенсивному зарастанию, что негативно влияет на пропускную способность распределителя.

Текущее состояние Яшкульского РК и приканальной территории проиллюстрировано на рисунке 2. На обследованном участке наблюдаются характерные нарушения профиля сечения канала с оплывами и обрушениями откосов на всем протяжении (см. рисунок 2*a*). Русло канала подвержено заилению и зарастанию влаголюбивой и древесно-кустарниковой растительностью вплоть до переезда-перепеда.



a – нарушения профиля сечения; *b* – заиливание и зарастание русла

a – violation of the section profile; *b* – siltation and overgrowth of the canal bed

Рисунок 2 – Состояние русла Яшкульского распределительного канала на головном участке (автор фото В. Ф. Талалаева)

Figure 2 – State of the canal bed of the Yashkul distribution channel at the head section (photo by V. F. Talalaeva)

На одном из рассматриваемых участков (см. рисунок 2*b*) отмечено интенсивное зарастание и заиление русла, ввиду чего на протяжении 4–6 км трассы объекта наблюдается высокий уровень воды в канале. По данным службы эксплуатации, на этом участке неоднократно происходили переливы воды через бровки дамб распределителя при подаче расходов более $1 \text{ м}^3/\text{с}$. Ввиду этого отсутствует возможность пропуска по каналу проектного расхода. В настоящее время водоподача остается на уровне $0,8\text{--}0,9 \text{ м}^3/\text{с}$. Кроме того, было зафиксировано подтопление лево- и правобережной приканальной территории фильтрационными водами из распределителя. Канал на обследуемом участке проходит в насыпи, что обусловлено понижением рельефа территории района. Таким образом, данный участок является потенциально опасным и наиболее сложным с точки зрения эксплуатации. Для предотвращения подтопления необходима проработка мероприятий по снижению фильтрационных потерь, устройству дренажа (водопонижению) и предотвращению подтопления п. Яшкуль.

Переезд-перепад двухочковый Яшкульского РК, представленный на рисунке 3, находится в нормативном техническом состоянии.



a – нижний бьеф; *b* – заиление и зарастание русла
a – downstream; *b* – siltation and overgrowth of the canal bed

Рисунок 3 – Переезд-перепад двухочковый Яшкульского распределительного канала (автор фото В. Ф. Талалаева)

Figure 3 – Two-point drop-cum-bridge of the Yashkul distribution channel (photo by V. F. Talalaeva)

В рамках выполнения противопаводковых мероприятий в 2022 г. сооружение было отремонтировано, его состояние на момент обследования представлено на рисунке 3*a*. На подходном участке к сооружению зафиксировано наличие носов и зарастания русла, которые влияют на работу сооружения (см. рисунок 3*b*).

Водовыдел с переездом одноочковый канала УС-4 (рисунок 4), осуществляющий сброс в оз. Бужга, находится в нормативном состоянии. В рамках выполнения противопаводковых мероприятий эксплуатирующей организацией в 2022 г. сооружение было отремонтировано (см. рисунок 4*a*). На подходном к сооружению участке и отводном участке зафиксированы зарастание русла, деформации откосов земляного русла сбросного канала (см. рисунок 4*b*).



a – нижний бьеф; *b* – русло канала УС-4 в верхнем бьефе водовыдела
a – downstream; *b* – canal bed of the US-4 channel in the upperstream of the water outlet

**Рисунок 4 – Текущее состояние одноочкового водовыдела
канала УС-4 (автор фото В. Ф. Талалаева)**

**Figure 4 – Current state of the single-point water outlet
of the US-4 channel (photo by V. F. Talalaeva)**

Состояние подпорного двухочкового сооружения канала УС-4 (рисунок 5) характеризуется как нормативное. В рамках выполнения противопаводковых мероприятий в 2022 г. данные сооружения были отремонтированы (см. рисунок 5*a*), их техническое состояние характеризуется как норма-

тивное. Тем не менее русло сбросного канала на подходах к сооружениям подвержено заилению и интенсивному зарастанию (полным сечением) влаголюбивой растительностью (см. рисунок 5*b*), входные оголовки труб сооружения ниже на 1,0–1,5 м дна основного русла канала УС-4.



a – нижний бьеф; *b* – русло канала в верхнем бьефе
a – downstream; *b* – canal bed in the upstream

Рисунок 5 – Текущее состояние двухочкового подпорного сооружения канала УС-4 (автор фото В. Ф. Талалаева)

Figure 5 – Current state of the two-point retaining structure of the US-4 channel (photo by V. F. Talalaeva)

Черноземельский сбросной канал (главный сбросной коллектор Черноземельской ООС) в настоящее время заилен и зарос, в результате водный поток в отдельные периоды поливного сезона заходит в канал УС-4 обратным током.

Основываясь на фактическом состоянии русел обследованных каналов, к которым относятся Гашунский РК, Яшкульский РК и канал УС-4, необходимо выполнить расчистку их русел на всем протяжении для снижения гидравлических сопротивлений (повышенной шероховатости русел), а также восстановить проектный профиль Яшкульского канала на головном участке для ликвидации вододефицита, обеспечения проектной пропускной способности, предотвращения перелива воды через бровки дамб и подтопления близлежащих территорий и населенных пунктов.

Выполненные в 2019 г. в рамках ведомственной программы «Развитие мелиоративного комплекса России» Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия противопаводковые мероприятия на участках Яшкульского РК не полностью обеспечили восстановление пропускной способности данного канала, так как основные дефекты и повреждения русла этого канала сосредоточены на головном участке (14,2 км) и на других участках. По состоянию на начало июня 2023 г. русло распределителя снова заросло камышовой растительностью.

После выполнения очистки русел необходимо продолжить восстановление ГТС на сети (быстротоков, водовыделов, перепадов, перегораживающих сооружений, переездов) в рамках ежегодных противопаводковых мероприятий или ремонтов.

Выводы

1 Результаты проведенных натурных обследований технического состояния ГТС и линейных объектов (каналов) Черноземельской ООС в Яшкульском районе Калмыкии показали необходимость повышения их технического уровня посредством проведения противопаводковых мероприятий, ремонтов и реконструкции действующей сети.

2 В соответствии с программой проведения натурных обследований, установлены наиболее проблемные участки оросительной сети, которые находятся на Яшкульском, Гашунском каналах и канале УС-4 Черноземельской ООС. Текущее техническое состояние участков вышеперечисленных объектов не позволяет эксплуатировать их в проектом режиме.

3 Основываясь на фактическом состоянии обследованных каналов Черноземельской ООС, необходимо выполнить расчистку их русел на всем протяжении для снижения гидравлических сопротивлений, а также восстановить проектный профиль Яшкульского канала на головном участке для ликвидации вододефицита, обеспечения проектной пропускной способно-

сти, предотвращения перелива воды через бровки дамб и подтопления близлежащих территорий и населенных пунктов.

Список источников

1. Настинова Г. Э., Сангаджиев М. М. Состояние водных ресурсов Республики Калмыкия как важнейший фактор здоровья населения // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. 2014. № 4(10). С. 33–39. EDN: TGZOPF.

2. Косиченко Ю. М., Колганов А. В. Геоэкологическое состояние водных объектов в Республике Калмыкия // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. 2022. Т. 12, № 3. С. 291–304. URL: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1307> (дата обращения: 15.04.2024). DOI: 10.31774/2712-9357-2022-12-3-291-304. EDN: CTRVGB.

3. Талалаева В. Ф. Результаты натурных обследований сооружений Черноземельского магистрального канала // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2022. № 3(87). С. 61–68. EDN: EHSFIK.

4. Колганов А. В., Баев О. А., Бакланова Д. В. Результаты натурных исследований магистрального канала в Республике Калмыкия // Природообустройство. 2022. № 3. С. 108–114. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-3-108-114. EDN: FWYGJS.

5. Бакланова Д. В. Анализ проблем функционирования Сарпинской обводнительно-оросительной системы в Республике Калмыкия // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. 2022. Т. 12, № 2. С. 209–222. URL: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1287> (дата обращения: 15.04.2024). DOI: 10.31774/2712-9357-2022-12-2-209-222. EDN: EПАНCL.

6. Кадаева А. Г. К вопросу о качестве оросительных вод в Калмыкии // Вестник Калмыцкого института гуманитарных исследований РАН. 2013. № 6(1). С. 158–160. EDN: RAFTFD.

7. Петрулевич И. А. Управление межэтническими взаимодействиями в современной Калмыкии: социально-экономический и политический контекст // Теория и практика общественного развития. 2014. № 21. С. 34–40. EDN: TKKGIL.

8. Намруева Л. В. Экологическая ситуация в современной Калмыкии: междисциплинарный анализ // Новые исследования Тувы. 2022. № 2. С. 102–114. DOI: 10.25178/nit.2022.2.7. EDN: UCOQDB.

9. Оконов М. М., Смыков А. В. Потенциал орошаемого земледелия Калмыкии и приемы оптимизации режимов орошения, применения удобрений в посевах кормовых культур // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 3(39). С. 74–79. EDN: UМЕНXX.

10. Адьяев С. Б., Гольдварг Б. А. Основные направления создания кормовой базы в засушливых условиях Калмыкии // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1(61). С. 123–135. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-12. EDN: LPVJSQ.

11. Чижевская Н. А. Черноземельская обводнительно-оросительная система для Калмыкии // Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки [Электронный ресурс]: сб. ст. по материалам LXXVIII Междунар. студенч. науч.-практ. конф. Новосибирск, 2019. № 7(77). С. 31–33. URL: [https://sibac.info/archive/nature/7\(77\).pdf](https://sibac.info/archive/nature/7(77).pdf) (дата обращения: 09.03.2024). EDN: XBZZCL.

12. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов [Электронный ресурс]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/> (дата обращения: 20.04.2023).

13. Воеводина Л. А. Черноземельская обводнительно-оросительная система: обоснование необходимости замены открытой сети оросительных каналов трубопроводом // Актуальные направления развития мелиоративного комплекса: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию создания ФГБНУ «РосНИИПМ», г. Новочеркасск, 10 сент. 2021 г. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2021. С. 100–109. EDN: PBGFFR.

References

1. Nastinova G.E., Sangadzhiev M.M., 2014. *Sostoyanie vodnykh resursov Respubliki Kalmykiya kak vazhneyshiy faktor zdorov'ya naseleniya* [The condition of water resources of the Republic of Kalmykia as the most important factor in the population health]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11: Yestestvennye nauki* [Bulletin of Volgograd State University. Series 11: Natural Sciences], no. 4(10), pp. 33-39, EDN: TGZOPF. (In Russian).

2. Kosichenko Yu.M., Kolganov A.V., 2022. [Geoecological state of water bodies in the Republic of Kalmykia]. *Melioratsiya i gidrotekhnika*, vol. 12, no. 3, pp. 291-304, available: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1307> [accessed 15.04.2024], DOI: 10.31774/2712-9357-2022-12-3-291-304, EDN: CTRVGB. (In Russian).

3. Talalaeva V.F., 2022. *Rezultaty naturnykh obsledovaniy sooruzheniy Chernozemel'skogo magistral'nogo kanala* [The results of field surveys of the Chernozemelsky main canal structures]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 3(87), pp. 61-68, EDN: EHSFIK. (In Russian).

4. Kolganov A.V., Baev O.A., Baklanova D.V., 2022. *Rezultaty naturnykh issledovaniy magistral'nogo kanala v Respublike Kalmykiya* [The results of field studies of the main canal in the Republic of Kalmykia]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 3, pp. 108-114, DOI: 10.26897/1997-6011-2022-3-108-114, EDN: FWYGJS. (In Russian).

5. Baklanova D.V., 2022. [Analysis of the problems of functioning of the Sarpinskaya watering and irrigation system in the Republic of Kalmykia]. *Melioratsiya i gidrotekhnika*, vol. 12, no. 2, pp. 209-222, available: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1287> [accessed 15.04.2024], DOI: 10.31774/2712-9357-2022-12-2-209-222, EDN: EPAHCL. (In Russian).

6. Kadaeva A.G., 2013. *K voprosu o kachestve orositel'nykh vod v Kalmykii* [On the issue of the irrigation water quality in Kalmykia]. *Vestnik Kalmytskogo instituta gumanitarnykh issledovaniy RAN* [Bulletin of Kalmyk Institute for Humanitarian Research of the Russian Academy of Sciences], no. 6(1), pp. 158-160, EDN: RAFTFD. (In Russian).

7. Petrulevich I.A., 2014. *Upravlenie mezhetnicheskimi vzaimodeystviyami v sovremennoy Kalmykii: sotsial'no-ekonomicheskiy i politicheskiy kontekst* [Management of interethnic interactions in modern Kalmykia: socio-economic and political context]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* [Theory and Practice of Social Development], no. 21, pp. 34-40, EDN: TKKGIL. (In Russian).

8. Namrueva L.V., 2022. *Ekologicheskaya situatsiya v sovremennoy Kalmykii: mezhdistsiplinarnyy analiz* [Environmental situation in contemporary Kalmykia: interdisciplinary analysis]. *Novye issledovaniya Tuvy* [The New Research of Tuva], no. 2, pp. 102-114, DOI: 10.25178/nit.2022.2.7, EDN: UCOQDB. (In Russian).

9. Okonov M.M., Smykov A.V., 2015. *Potentsial oroshaemogo zemledeliya Kalmykii i priemy optimizatsii rezhimov orosheniya, primeneniya udobreniy v posevakh kormovykh kul'tur* [Potential of irrigated agriculture of Kalmykia and the methods of optimization of irrigation, application of fertilizers in fodder crops]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 3(39), pp. 74-79, EDN: UMEHXX. (In Russian).

10. Adyaev S.B., Goldvarg B.A., 2021. *Osnovnye napravleniya sozdaniya kormovoy bazy v zasushlivykh usloviyakh Kalmykii* [The main directions of creating a forage base in arid conditions of Kalmykia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 1(61), pp. 123-135, DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-12, EDN: LPVJSQ. (In Russian).

11. Chizhevskaya N.A., 2019. *Chernozemel'skaya obvodnitel'no-orositel'naya sistema dlya Kalmykii* [Chernozemelskaya watering and irrigation system for Kalmykia]. *Nauchnoe soobshchestvo studentov XXI stoletiya. Yestestvennye nauki: sb. st. po materialam LXXVIII Mezhdunar. studench. nauch.-prakt. konf.* [Scientific Community of Students of the XXI Century. Natural Sciences: Collection of Articles on Proc. of the LXXVIII International Student Scientific-Practical Conference]. Novosibirsk, no. 7(77), pp. 31-33, available: [https://sibac.info/archive/nature/7\(77\).pdf](https://sibac.info/archive/nature/7(77).pdf) [accessed 09.03.2024], EDN: XBZZCL. (In Russian).

12. *Avtomatizirovannaya informatsionnaya sistema gosudarstvennogo monitoringa vodnykh ob"ektov* [Automated Information System for State Monitoring of Water Bodies], available: <https://gmvo.skniivh.ru/> [accessed 20.04.2023]. (In Russian).

13. Voevodina L.A., 2021. *Chernozemel'skaya obvodnitel'no-orositel'naya sistema: obosnovanie neobkhodimosti zameny otkrytoy seti orositel'nykh kanalov truboprovodom* [Chernozemelskaya watering and irrigation system: substantiation the necessity to replace the open irrigation canal network with a pipeline]. *Aktual'nye napravleniya razvitiya meliorativnogo kompleksa: sb. nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakt. konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu sozdaniya FGBNU "RosNIIPM"* [Current Trends in Reclamation Complex Development: Collection of Scientific Works Based on Proc. of the International Scientific-Practical Conf., Dedicated to the 90th Anniversary of the Creation of the Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems]. Novocherkassk, RosNIIPM, pp. 100-109, EDN: PBGFFR. (In Russian).

Информация об авторах

В. Ф. Талалаева – младший научный сотрудник, аспирант, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, vika-silchenko@mail.ru, AuthorID: 988798, ORCID ID: 0000-0002-2541-204X;

О. А. Баев – ведущий научный сотрудник, доктор технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, Oleg-Baev1@ya.ru, AuthorID: 699695, ORCID ID: 0000-0003-0142-4270.

Information about the authors

V. F. Talalaeva – Junior Researcher, Postgraduate Student, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, vika-silchenko@mail.ru, AuthorID: 988798, ORCID ID: 0000-0002-2541-204X;

O. A. Baev – Leading Researcher, Doctor of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, Oleg-Baev1@ya.ru, AuthorID: 699695, ORCID ID: 0000-0003-0142-4270.

Вклад авторов: В. Ф. Талалаева – сбор и анализ данных, подготовка иллюстративного материала, камеральная обработка результатов, подготовка выводов; О. А. Баев – формирование цели и задач исследования, участие в написании статьи.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: V. F. Talalaeva – collected and analyzed data, prepared the illustrative material, cameral treated results, prepared the conclusions; O. A. Baev – formed the goals and objectives of the study, participated in writing the article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 93, № 2. С. 1–15.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2024. Vol. 93, no. 2. P. 1–15.

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

*Статья поступила в редакцию 25.04.2024; одобрена после рецензирования 03.05.2024;
принята к публикации 11.06.2024.
The article was submitted 25.04.2024; approved after reviewing 03.05.2024; accepted for
publication 11.06.2024.*