

22. Håkanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control – a sedimentological approach. – Water Res., 1980. Vol. 14. P. 975–1001.
23. Mueller G. Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins - Veraenderungen seit 1971 // Umschau 79, 1979, H.24. S. 778–783.
24. Mueller G., Furrer R. Pollution of the River Elbe - Past, Present and Future // Water Quality International, 1998, Vol. 1. P. 15–18.
25. Turekian K.K., Wedepohl K.H. Distribution of the Elements in Some Major Units of the Earth's Crust // Geological Society of America, Bulletin, 1961, Vol. 72. P. 175–192.

УДК 631.674

DOI 10.37738/VNIIGIM.2024.67.76.043

## **СТРУКТУРА ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

**Кониева Г.Н.**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Очилов В.В.**, кандидат химических наук

**Адучиева М.Г.**, аспирант

Калмыцкий филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова»,  
г. Элиста, Российская Федерация

***Аннотация.** Республика Калмыкия является маловодным и засушливым регионом Российской Федерации. У Калмыкии нет собственных источников водоснабжения. Республика обеспечивается водой по каналам оросительно-обводнительных систем из рек, протекающих по территории соседних регионов, – Волги, Кубани, Кумы и Терека. Оросительные системы выполняют функции орошения, обводнения территорий с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур и обеспечения жизнедеятельности населения и прочих нужд. Общий годовой лимит водоподачи в 2022 году из внешних источников определен в объеме 334,53 млн. м<sup>3</sup>, в том числе по каналам оросительных систем – 67,52 млн. м<sup>3</sup>. Изучение структуры водораспределения по обводнительно-оросительным системам Республики Калмыкия за 2013–2022 годы показывает сокращение объемов водоподачи.*

***Ключевые слова:** обводнительно-оросительная система, КПД, канал, водозабор, орошение, обводнение, дефицит воды, потери воды*

## **WATER DISTRIBUTION STRUCTURE ON RECLAMATION SYSTEMS IN CONDITIONS WATER RESOURCES SHORTAGE**

**Konieva G.N.**, Candidate of Agricultural Sciences

**Ochirov V.V.**, Candidate of Chemical Sciences

**Aduchieva M.G.**, postgraduate student

Kalmyk Branch of the All-Russian Research Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Elista, Russia

***Annotation.** The Republic of Kalmykia is a low-water and arid region of the Russian Federation. Kalmykia does not have its own water supply sources. The Republic is supplied with water through canals of irrigation and water supply systems from rivers running through the territory of neighboring regions - the Volga, Kuban, Kuma and Terek. Irrigation systems perform the functions of irrigation, watering territories in order to obtain high and sustainable crop yields and ensure*

*the livelihoods of the population and other needs. The total annual water supply limit in 2022 from external sources is set at 334,53 million m<sup>3</sup>, including 67,52 million m<sup>3</sup> through irrigation system canals. Study of the structure of water distribution across watering and irrigation systems of the Republic of Kalmykia for 2013–2022 shows a reduction in water supply volumes.*

**Keywords:** irrigation and irrigation system, efficiency, channel, water intake, irrigation, watering, water shortage, water loss

Распределение водных ресурсов по территории страны крайне неравномерно и не согласуется с размещением населения, промышленности, сельскохозяйственного производства. В северных и восточных районах, где вода в избытке, водные ресурсы используют меньше и сток рек практически не уменьшается, а в южных районах с малой водностью в результате интенсивной хозяйственной деятельности дефицит водных ресурсов с каждым годом становится более ощутимым. Важнейшими факторами стабильности сельскохозяйственного производства в засушливых районах республики, гарантированного выращивания кормов для животноводства, овощебахчевых культур и риса выступает орошение земель. Орошаемые земли способны обеспечить в полном объеме население страны овощами и рисом, кормами для животноводства, другими видами сельскохозяйственной продукции [1, 7-8].

Повышение эффективности управления водораспределением на оросительных системах является одним из основных вопросов орошаемого земледелия. Низкая эффективность системы управления водным хозяйством способствует образованию проблем водохозяйственного комплекса, к которым можно отнести нерациональное водопользование, неудовлетворительное качество воды в водных объектах, ухудшение технического состояния, что приводит к дефициту водных ресурсов на оросительных системах. Необходимо соблюдать требования к качеству организации управления водопользованием и обеспечению оптимальности решений при распределении водных ресурсов [4-5].

Исследование проводилось по материалам информационного портала ФГБНУ ВНИИ «Радуга», количественный химический анализ воды выполнялся в почвенно-аналитической лаборатории Калмыцкого филиала ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова».

На территории Республики Калмыкия функционируют пять крупных обводнительно-оросительных систем (ООС), такие как: Черноземельская, Калмыцко-Астраханская, Право-Егорлыкская, Сарпинская и Каспийская. Подача воды на ООС осуществляется из прилежащих бассейнов рек Волга, Кубань, Терек и Кума [2-3, 6]. Общая площадь мелиорированных земель по состоянию на 1 января 2023 года составляет 80,9 тыс. га (в том числе 46,1 тыс. га - регулярного орошения и 34,8 тыс. га - лиманного орошения). Максимальный годовой объем воды на орошение за последнее десятилетие в республике отмечен в 2014 году и составил 480,26 млн. м<sup>3</sup>, в т.ч. объем водоподачи потребителям по Черноземельской обводнительно-оросительной системе - 322,30 млн. м<sup>3</sup>.

Сарпинская обводнительно-оросительная система (СООС) расположена на Сарпинской низменности на территории Волгоградской, Астраханской областей и Республики Калмыкия. Площадь орошаемых и обводняемых земель Сарпинской ООС на территории Республики Калмыкия на 01.01.2023 составила 31,064 тыс. га, при годовом лимите подачи воды из внешних источников 102,420 млн. м<sup>3</sup>/год. Фактический физический износ мелиоративной системы 98,71% (табл. 1).

Таблица 1 - Показатели наличия орошаемых земель и состояния оросительных систем по Республике Калмыкия на 01.01.2023 г.

МС	Общая площадь, орошаемых земель, тыс. га	Фактически полито из общей площади орошаемых земель, тыс. га	Не поливалось из общей площади орошаемых земель		Техническое состояние МС, %	КПД ГМС, %, оценка технического состояния
			тыс. га	причины		
СООС	31,064	11,814	19,25	отсутствие поливной техники, недостаток финансовых средств сельхозтоваропроизводителей на оплату электроэнергии	98,81	0,64 работоспособное
КАРОС	3,915	-	3,915	неисправность системы	89,54	- ограниченно-работоспособное
ЧООС	40,393	14,457	25,936	отсутствие поливной техники, недостаток воды в источнике	77,30	0,66 работоспособное
КООС	1,119	0,114	1,005	недостаток финансовых средств сельхозтоваропроизводителей на оплату электроэнергии	85,20	0,49 аварийное
ПЕЕОС	4,409	1,557	2,852	неисправность системы, отсутствие поливной техники	91,4	0,38 ограниченно-работоспособное

Калмыцко-Астраханская рисовая оросительная система (КАРОС) расположена в Астраханской области и Республике Калмыкия. Подача воды в Калмыцко-Астраханскую ООС осуществляется из реки Волги. Фактический физический износ мелиоративной системы 89,54%. В настоящее время осуществляется реконструкции и капремонт КАРОС.

Черноземельская обводнительно-оросительная система (ЧООС) расположена в самой засушливой зоне республики, является самой крупной в Калмыкии. Общая площадь орошаемых и обводняемых земель в 2022 году составляет 40,393 тыс. га. Пополняется водохранилище водами рек Кумы и Терека, а также местного стока. Годовой лимит подачи воды в Черноземельскую ООС из внешних источников равен 207,170 млн. м<sup>3</sup>/год. Фактический физический износ мелиоративной системы 77,3%.

Каспийская обводнительно-оросительная система (КООС) расположена на крайнем юго-востоке Республики Калмыкия на побережье Каспийского моря. Река Бахтемир и Каспийское море являются основными источниками водоснабжения Каспийской ООС. Площадь орошаемых и обводняемых земель Каспийской ООС на территории Республики Калмыкия на 01.01.2023 составила 1,119 тыс. га (при годовом лимите подачи воды из внешних источников 5,970 млн. м<sup>3</sup>/год). Фактический физический износ мелиоративной системы - 85,2%.

Обводнительно-оросительные системы в республике не работают в проектом режиме. В последние годы (2020-2022 гг.) остались не политыми соответственно 64...90% земель (от общей фактической площади земель, обслуживаемых системами). Причинами этого являются отсутствие поливной техники, недостаток воды, отсутствие финансовых средств у сельхозтоваропроизводителей на оплату электроэнергии, а также наличие дефектов в состоянии каналов, выраженное в ухудшении их пропускной способности в результате заиления и зарастания русел кустарниками и камышом. Значительные потери воды на фильтрацию также обуславливают низкое значение коэффициента полезного действия (КПД) системы. Потери воды при транспортировке изменяются в пределах 21,62...61,96%. В 2022 г. подача воды была увеличена до 159,870 млн м<sup>3</sup> по Черноземельской ООС, но тем не менее остались без полива 25,936 тыс. га, что составляет 64,2% от всех земель, фактически обслуживаемых системой.

Анализ современного состояния водопотребления показывает, что основные объемы воды на территории республики потребляются на нужды орошаемого земледелия и обводнения естественных кормовых угодий (пастбищ). Общий годовой лимит водоподачи в 2022 году из внешних источников определен в объеме 334,53 млн. м<sup>3</sup>, в том числе по каналам оросительных систем – 67,52 млн. м<sup>3</sup>. Изучение структуры водораспределения по обводнительно-оросительным системам Республики Калмыкия за 2013–2022 гг. указывает на сокращение объемов водоподачи по всем оросительным системам. Структура водораспределения по ЧООС представлена обводнением, орошением, в т.ч. лиманным (рис. 1), прочими нуждами и рыборазведением.

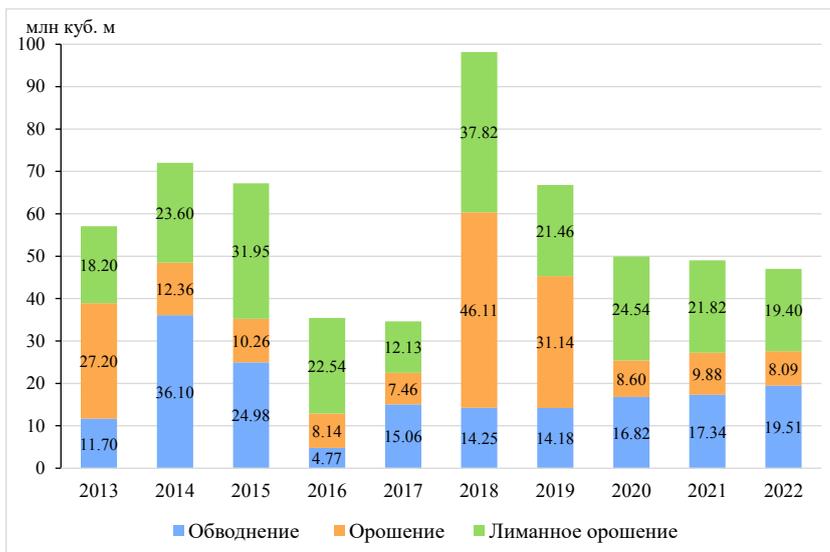


Рисунок 1 - Структура водораспределения на Черноземельской оросительно-обводнительной системе Республики Калмыкия, млн. м<sup>3</sup>

Воды крупных мелиоративных систем имеют различные характеристики. Лабораторные исследования в последние годы показали, что оросительные воды Сарпинской ООС, при общем низком уровне минерализации до 0,4 г/л, могут иметь различный химический состав: от гидрокарбонатно-кальциевого до сульфатно-кальциево-натриевого (рН=8,0-8,3). Оросительные воды Черноземельской ООС имеют повышенную минерализацию и избыточное содержание ионов  $Cl^-$ ,  $Mg^{2+}$  и  $Na^+$ , колеблющуюся от 0,9 до 1,2 г/л (сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный, натриевый химизм), и слабощелочную реакцию активности (рН=7,8-8,2). На Право-Егорлыкской ООС, вода имеет минерализацию до 0,3 г/л при различном химическом составе (от гидрокарбонатно-кальциевого до сульфатно-кальциево-магниевого) и рН=7,5. Морские воды северо-западной части Каспия, опресненные стоком р. Волга, содержат не более 0,4 г/л солей (гидрокарбонатно-кальциевый состав, нейтральная реакция) (табл. 2).

На территории республики имеется целый ряд крупных и мелких водоемов, аккумулирующих смешанные воды – сбросы с оросительных систем, местный поверхностный сток и морские воды. Озеро Сарпа, являющееся водоприемником дренажно-сбросных вод с рисовых оросительных систем Сарпинской низменности, имеет повышенную степень минерализации воды (8,1...21,5 г/л).

Таблица 2 - Характеристика водных ресурсов на территории Республики Калмыкия (2022...2023 г.)

Основные водные объекты	Водоисточник	Минерализация воды, г/л
СООС	р. Волга	0,25-0,40
ПЕОС	р. Кубань	0,20-0,30
ЧООС	рр. Терек и Кума	0,90-1,20
КООС	р. Волга	0,40-0,50
Водохранилища	каналы ООС	0,45-0,90
	местный паводковый поверхностный сток с Ергенинской возвышенности	0,80-12,80
Каспийское море	северо-западная часть моря	0,40-3,80

В Республике Калмыкия, в условиях недостаточного увлажнения, часто повторяющихся засух и усиливающейся засушливости климата без применения орошения невозможно говорить о стабильности производства сельскохозяйственной продукции и тем более о повышении эффективности орошаемого земледелия. Для обеспечения рациональности и повышения эффективности распределения воды в пределах всех оросительных систем требуется реализация целого комплекса мер: ресурсосбережение, эффективная система учета наличия и использования водных и земельных ресурсов в зоне орошаемого земледелия, финансирование мелиоративных мероприятий, организация структуры управления водопользованием на орошаемых землях, оснащение современными приборами водоучета.

#### Список использованных источников

1. Глазунова, И.В. Рациональное водопользование: учебное пособие / И.В. Глазунова, В.Н. Маркин, С.А. Соколова, Л.Д. Раткович // ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2022. – 136 с.
2. Кониева, Г.Н. Водохозяйственные аспекты землепользования в Республике Калмыкия. Актуальные вопросы научно-технологического развития агропромышленного комплекса / Г.Н. Кониева, В.И. Иванова, М.Г. Адучиева // Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) – Махачкала: ФГБНУ «ФАНЦ РД» – С. 174-178.
3. Кониева, Г.Н. Проблемы водообеспечения при развитии кормопроизводства в Республике Калмыкия / Г.Н. Кониева, Э.Б. Дедова // Орошаемое земледелие. -2022. - №3. - С. 17-20. DOI: 10.35809/2618-8279-2022-3-2.
4. Косиченко, Ю.М. Оценка эффективности использования водных ресурсов обводнительно-оросительными системами Калмыкии / Ю.М. Косиченко, Д.В. Бакланова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. - 2023. - № 2(90). - С. 14–25.
5. Ляшков, М. Оптимизация экологически безопасного водопользования на мелиоративных системах в условиях дефицита водных ресурсов / М. Ляшков, Ю. Домашенко // Экология и промышленность России. - 2021. - № 25(11). - С. 42-47.

6. Сухов, А.А. Сарпинская оросительно-обводнительная система на территориях Волгоградской, Астраханской областей и Республики Калмыкия, ее геоэкологические и гидротехнические проблемы и пути их решения / А.А. Сухов, Д.П. Арьков, Д.Н. Никифорова, К.А. Ляшенко // Вестник мелиоративной науки. - 2021. - № 2. - С. 28–32.
7. Турсунова, Э.А. Мировой опыт водосбережения в условиях дефицита водных ресурсов / Э.А. Турсунова // Инновационные технологии в водном, коммунальном хозяйстве и водном транспорте [Электронный ресурс]: Материалы II республиканской научно-технической конференции. Минск: БНТУ, 2022. – С. 361-368.
8. Isaeva S., Dedova E., Buber A. Use of water resources for irrigation in the south-ern regions of Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 666(4). International Science and Technology Conference on Earth Science, 6–9 Oct. 2020, Vladivostok, Russian Federation. 2020. 042020. DOI: 10.1088/1755-1315/666/4/ 042020.

## References

1. Glazunova, I.V. Rational water use: a textbook / I.V. Glazunova, V.N. Markin, S.A. Sokolova, L.D. Ratkovich // FSUE VO RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev. – Kursk: Publishing house of CJSC "University Book", 2022. – 136 p.
2. Konieva, G.N. Water management aspects of land use in the Republic of Kalmykia. Actual issues of scientific and technological development of the agro-industrial complex / G.N. Konieva, V.I. Ivanova, M.G. Aduchieva // Materials of the All-Russian scientific and practical conference (with international participation) – Makhachkala: FGBNU "FANTS RD" – pp. 174-178.
3. Konieva, G.N. Problems of water supply in the development of feed production in the Republic of Kalmykia / G.N. Konieva, E.B. Dedova // Irrigated agriculture. -2022. - No.3. - pp. 17-20. DOI: 10.35809/2618-8279-2022-3-2.
4. Kosichenko, Yu.M. Assessment of the efficiency of water resources use by irrigation systems of Kalmykia / Yu.M. Kosichenko, D.V. Baklanova // Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. - 2023. - № 2(90). - Pp. 14-25.
5. Lyashkov, M. Optimization of environmentally safe water use in reclamation systems in conditions of water scarcity / M. Lyashkov, Yu. Domashenko // Ecology and industry of Russia. - 2021. - № 25(11). - Pp. 42-47.
6. Sukhov, A.A. Sarpinskaya irrigation and irrigation system in the territories of the Volgograd, Astrakhan regions and the Republic of Kalmykia, its geoecological and hydrotechnical problems and ways to solve them / A.A. Sukhov, D.P. Arkov, D.N. Nikiforova, K.A. Lyashenko // Bulletin of Meliorative Science. - 2021. - No. 2. - pp. 28-32.
7. Tursunova, E.A. The world experience of water conservation in conditions of water scarcity / E.A. Tursunova // Innovative technologies in water, utilities and water transport [Electronic resource]: Materials of the second republican scientific and technical conference. Minsk: BNTU, 2022. – pp. 361-368.
8. Isaeva S., Dedova E., Buber A. Use of water resources for irrigation in the south-ern regions of Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 666(4). International Science and Technology Conference on Earth Science, 6–9 Oct. 2020, Vladivostok, Russian Federation. 2020. 042020. DOI: 10.1088/1755-1315/666/4/ 042020.