МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Обзорная статья

УДК 631.6:626.82

doi: 10.31774/2712-9357-2021-11-4-122-140

Анализ рациональности использования водных ресурсов Чограйского водохранилища Черноземельской обводнительно-оросительной системой

Лидия Анатольевна Воеводина

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация, rosniipm-lian@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5681-3807>

Аннотация. Цель: провести анализ использования водных ресурсов (ВР) Чограйского водохранилища (ЧВ) Черноземельской обводнительно-оросительной системы (ЧООС). **Обсуждение.** ЧООС в настоящее время не работает на полную мощность: в 2020 г. фактически поливалось 25 % от площади орошения. Основные причины – отсутствие поливной техники, которой в 2019 г. в Республике Калмыкия числилось 54 ед., а также недостаток воды в источнике. Подробное рассмотрение последней причины показало, что из 291,25 млн м³, поступивших из ЧВ в ЧООС, лишь 17 % были использованы рационально (орошение, обводнение, рыбохозяйственные нужды). Нерациональность использования выражается в низком КПД системы (в т. ч. вследствие фактического физического износа, составляющего 87,49 %), обуславливающим потери 34 % воды, а также расходов ВР на прочие нужды, составляющие 49 %, в основном для подпитки водоемов, которые являются концевыми сбросами ЧООС. Также для водопользователей в зоне ЧООС существуют затруднения при оформлении документов, нацеленных на повышение рациональности использования ВР. В системе разрешительной документации обнаруживаются пробелы, когда учреждение, ответственное за подачу воды, не является водопользователем. **Выводы:** для улучшения рациональности использования ВР необходимо рассмотреть несколько вариантов, нацеленных на повышение КПД системы, в т. ч. вариант, предусматривающий строительство трубопровода вместо Черноземельского магистрального канала (ЧМК). Также следует сократить статью расходов ВР на прочие нужды либо более четко определять цели, на которые вода поступает в водоемы ЧМК.

Ключевые слова: Республика Калмыкия, водные ресурсы, Чограйское водохранилище, Черноземельская обводнительно-оросительная система, рациональность, КПД

LAND RECLAMATION, RECULTIVATION AND LAND PROTECTION

Review article

The analysis of the rational use of water resources of the Chograi reservoir in Chernozemelsky irrigation and feeding system

Lidiya A. Voyevodina

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation, rosniipm-lian@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5681-3807>

Abstract. Purpose: to analyze the use of water resources (WR) of the Chograi reservoir (CR) of the Chernozemelsky watering and irrigation system (CWIS). **Discussion.** The CWIS is currently not working at full capacity: only 25 % of the irrigated area was actu-

ally watered in 2020. The main reasons are the lack of irrigation technique, there were 54 units in the Republic of Kalmykia in 2019, as well as the lack of water in the source. A detailed consideration of the latter reason showed that only 17 % of the 291.25 million m³ got from the CR to the CWIS were used rationally (irrigation, watering, fishery needs). The inefficiency of use is expressed by low efficiency of the system (among other things the actual physical deterioration which is 87.49 %), causing the loss of 34 % of water, as well as the consumption of WR for other needs, amounting to 49 %, mainly for feeding the reservoirs, which are the tail escapes of the CWIS. Also, for water users in the CWIS zone, there are difficulties in documents execution aimed at increasing the rationality of the WR use. Gaps are found in the permission documentation when the agency responsible for the water supply is not the water user. **Conclusions:** to improve the rationality of using WR, it is necessary to consider several options aimed at increasing the system efficiency, including the option providing for the construction of a pipeline instead of the Chernozemelsky main canal (ChMK). It is also necessary to reduce the item of expenditures of WR for other needs or more clearly define the purposes for which water is supplied to the ChMK water bodies.

Keywords: Republic of Kalmykia, water resources, Chogray water reservoir, Chernozemelsky irrigation and feeding system, rationality, efficiency

Введение. Республика Калмыкия (РК) является одним из регионов РФ, достаточно хорошо обеспеченных теплом, здесь зафиксирован абсолютный максимум температур РФ, составивший 45,4 °С. Большая часть территории РК представлена полупустынными и пустынными ландшафтами. РК является самым засушливым регионом РФ [1].

Влага – основной лимитирующий фактор для возделывания сельскохозяйственных культур: в южных и восточных районах за вегетационный период выпадает 120–160 мм осадков [2]. Годовое количество осадков уменьшается с запада (400–420 мм/год) на восток (210–250 мм/год). По данным С. С. Улановой и др., РК «...обладает наименьшими суммарными водными ресурсами (объем годового стока рек равен 1,83 м³/год). Водные ресурсы РК составляют 314 объектов, из них 256 – искусственно созданные водоемы (135 водохранилищ и 121 пруд), остальные – природные (15 озер и 43 малые реки). Практически все водоемы имеют небольшие размеры, мелководны, с замедленным водообменом, имеют повышенную минерализацию» [3–6]. Ряд авторов отмечает ухудшение водохозяйственной обстановки в бассейне р. Кумы и Чограйского водохранилища (ЧВ) из-за дефицита водных ресурсов хорошего качества, подтопления, подъема уровня грунто-

вых вод [1, 7–9]. Также территория РК часто подвергается влиянию неблагоприятных погодных явлений, таких как суховеи, засухи, пыльные бури.

Почвенный покров РК характеризуется разнообразием. На территории Черноземельской обводнительно-оросительной системы (ЧООС) распространены в основном бурые пустынно-степные почвы, по гранулометрическому составу песчаные, супесчаные и суглинистые, часто в комплексе с солонцами. По данным Э. Б. Дедовой и др. [10–14], в РК развиваются процессы опустынивания, основной их причиной «...является пастбищная дигрессия, ветровая и водная эрозия почв, их дегумификация и вторичное засоление. Индекс суммарного опустынивания (ИД), отражающий по 100-балльной шкале эродированность, засоленность или подверженность почвы нескольким формам деградации, составляет 76 баллов». Опустынивание приводит к снижению плодородия земель, разбалансировке экологических систем региона, что негативно сказывается на экономике республики и благосостоянии населения [10–14].

Основные социально-экономические показатели РК представлены в таблице 1. Рассмотрение показателей для РК в сравнении с показателями для РФ и Южного федерального округа (ЮФО) обнаруживает, что продукция сельского хозяйства РК составляет лишь 0,46 % от показателей РФ и 3 % от показателей ЮФО, при этом площадь РК составляет 0,44 % от площади РФ и 17 % от площади ЮФО, что указывает на потенциал повышения продуктивности сельскохозяйственных площадей, который может быть достигнут за счет мелиорации земель.

Таблица 1 – Основные социально-экономические характеристики Калмыкии в сравнении с показателями Российской Федерации и Южного федерального округа в 2019 г. [15]

Показатель	РФ	ЮФО	РК
1	2	3	4
Площадь, тыс. км	17100	447,8	74,7
Численность населения, тыс. чел.	146748,6	16466,1	271,1
Среднегодовая численность занятых, тыс. чел.	71561,7	7449,8	108,0
Среднедушевые денежные доходы, руб./месяц	35249	29958	18606

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Среднедушевые денежные расходы на покупку товаров и оплату услуг, руб./месяц	28647	26467	11438
Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, руб.	47468	34268	28290
Валовой региональный продукт, млрд руб.	84976,7	5848,9	73,7
Инвестиции в основной капитал, млрд руб.	19318,8	1319,0	16,0
Основные фонды в экономике, млрд руб.	210941	16320	227
Продукция сельского хозяйства, млн руб.	5907955	1033328	26937
Сальдированный финансовый результат, млн руб.	15758426	650947	602

По сообщению Б. Б. Нусхаевой [16], в РК отмечается динамичное развитие животноводства, здесь поголовье крупного рогатого скота (КРС) в 2017 г. составляло 481,9 тыс. голов, что на 35 % превышает дореформенные показатели 1990 г. в СССР, растет поголовье овец и коз: в 2017 г. оно составляло 2799,7 тыс. голов.

Отмечаемое позитивное развитие животноводства требует дешевых и качественных кормов, производство которых в условиях РК невозможно без орошения. Поэтому рациональное использование водных ресурсов ЧВ, являющегося источником для самой мощной в РК ЧООС, является актуальной задачей.

Целью данной статьи был анализ рациональности использования водных ресурсов Чограйского водохранилища Черноземельской обводнительно-оросительной системой.

В работе были использованы данные из открытых источников информации Федерального агентства водных ресурсов РФ (Росводресурсы), Федеральной службы государственной статистики, информационного портала ФГБНУ ВНИИ «Радуга», отчетов ФГБНУ «РосНИИПМ», материалы, предоставленные ФГБУ «Управление «Калммелиоводхоз», ФГБУ «Управление эксплуатации Кумских гидроузлов и Чограйского водохранилища» (ФГБУ «УЭКГиЧВ»). Анализ спутниковых снимков проводился с использованием бесплатной программы «SAS.Планета» (версия 190707.10011

Stable) с исходными кодами под лицензией GNU GPLv3. Методами исследований были сбор, обработка, анализ и синтез данных.

Обсуждение. ЧВ является водным источником для наиболее крупной мелиоративной системы РК – ЧООС. Каналы ЧООС проходят по территории нескольких районов: Ики-Бурульского, Черноземельского, Яшкульского, Целинного и Кетченеровского. Данную систему обслуживают три филиала ФГБУ «Управление «Калммелиоводхоз»: Ики-Бурульский, Буратинский, Яшкульский.

Согласно данным, представленным на информационном портале ФГБНУ ВНИИ «Радуга» [17], проектная площадь орошения в год ввода в эксплуатацию в 1969 г. составляла 23,5 тыс. га. К 2020 г. площадь, пригодная для орошения, расширилась до 40,4 тыс. га, однако фактически поливалось 10,27 тыс. га. Исходя из этих данных, можно сделать вывод, что ЧООС не работает на полную мощность, предусмотренную проектом: из 23,5 тыс. га фактически поливается 10,3 тыс. га, что составляет 44 % от первоначальной проектной площади. Если же учесть, что фактическая площадь системы в настоящее время составляет 40,4 тыс. га, то доля фактически политой площади составляет 25 %. В качестве причин, почему не проводилось орошение на площади 30,114 тыс. га, на информационном портале ФГБНУ ВНИИ «Радуга» [17] приводится формулировка: «отсутствие поливной техники, недостаток воды в источнике». Эти две причины могут быть взаимосвязанными, так как недостаток воды в источнике делает нецелесообразным приобретение поливной техники. Чрезвычайно малое количество поливной техники подтверждают статистические данные [18], согласно которым в 2019 г. в РК насчитывалось 54 ед. поливной техники против 962 ед. в 1998 г. (рисунок 1). Поэтому рассмотрим причину «недостаток воды в источнике» более подробно.

Источником воды для ЧООС является ЧВ. Наполнение ЧВ в основном происходит за счет переброски воды из р. Терек и Кума по Терско-

Кумскому и Кумо-Манычскому каналам. Доля местного стока (в основном из р. Рагули, Голубь и Чограй) незначительна [19, 20]. Основные параметры ЧВ представлены в таблице 2, составленной на основе данных, представленных в «Схеме комплексного использования и охраны водных объектов бассейна рек Каспийского моря междуречья Терека и Волги» [21]. Из данных таблицы 2 видно, что проектный полезный объем водохранилища составляет 670 млн м³.

Рисунок 1 – Дождевальные и поливные машины и установки

Таблица 2 – Основные параметры Чограйского водохранилища

Водохозяйственный участок	Река	Отметка уровней, м БС		Площадь зеркала, км ²		Объем, млн м ³			Вид регулирования
		НПУ	УМО	НПУ	УМО	полный	полезный	мертвый	
07.01.00.001	Восточный Маныч	24,20	18,0	193,0	40,0	720	670	50	Много-летний

Проектная мощность ЧООС – 593,6 млн м³ [17]. Согласно решению о предоставлении водного объекта в пользование, вынесенному Западно-Каспийским бассейновым водным управлением, от 28.09.2018 № 50 (со сроком водопользования с 10.10.2018 по 10.10.2028), ФГБУ «УЭКГиЧВ» осуществляет водозабор из ЧВ в пределах лимита, составляющего 349,4 млн м³ в год, для целей орошения земель сельскохозяйственного назначения на площади 29,9 тыс. га, лимиты по месяцам показаны на рисунке 2.

Рисунок 2 – Лимиты водозабора для Управления эксплуатации Кумских гидроузлов и Чограйского водохранилища из Чограйского водохранилища по месяцам

Далее вода поступает в Черноземельский магистральный канал (ЧМК), который находится в оперативном управлении ФГБУ «Управление «Калммелиоводхоз». У ФГБУ «Управление «Калммелиоводхоз» нет решения о предоставлении водного объекта в пользование. Водопользователи, использующие воду, подаваемую по каналам ЧООС, индивидуально получают в Западно-Каспийском бассейновом водном управлении решения о предоставлении водного объекта в пользование. На основании этих решений они подают заявки в ФГБУ «Управление «Калммелиоводхоз». Собрав все заявки до начала планового года (до октября года, предшествующего плановому), ФГБУ «Управление «Калммелиоводхоз» составляет «Календарный план забора и подачи воды по ЧООС», который согласовывается (в ноябре) с ФГБУ «УЭКГиЧВ». Подача воды в плановом году должна осуществляться согласно этому плану. Согласно первичным документам, предоставленным ФГБУ «Управление «Калммелиоводхоз», вследствие затруднений для водопользователей при получении в Западно-Каспийском бассейновом водном управлении решений о предоставлении водного объекта в пользование, подача воды иногда осуществляется по заявкам от отделов развития АПК местных администраций.

По данным информационного портала ФГБНУ ВНИИ «Радуга» [17], в 2020 г. из ЧВ в ЧООС было забрано 291,25 млн м³, но вследствие низкого КПД системы, составляющего 0,66, потребителям было подано 193,67 млн м³.

Подтверждение непроизводительных утечек из каналов ЧООС и подтопления прилегающих территорий можно наблюдать на спутниковых снимках (рисунок 3). Как можно видеть на рисунке 3 (контур, обведенный красным цветом), подтопление распространяется на населенный пункт, ухудшая качество жизни его жителей.

Для улучшения рациональности использования водных ресурсов важно устранить протечки, т. е. повысить КПД системы. Необходимо рассмотреть несколько вариантов, нацеленных на повышение КПД системы, в т. ч. вариант, предусматривающий строительство трубопровода вместо ЧМК.

Структура водораспределения по целям водопользования показана в таблице 3, для заполнения которой использовались данные информационного портала ФГБНУ ВНИИ «Радуга» [17].

Таблица 3 – Структура водораспределения по Черноземельской обводнительно-оросительной системе в 2020 г.

Цель водопользования	Объем, млн м ³	Процент от общего объема воды, поданной водопотребителям, %
Обводнение	16,82	9
Орошение	8,6	4
Водоснабжение	0	0
Лиманное орошение	24,54	13
Рыборазведение	0,3	0
Прочие нужды	143,41	74
Всего	193,67	100

Основной целью создания ЧООС в 1969 г. являлось орошение и обводнение земель. В 2020 г. из 193,67 млн м³, дошедших до потребителей, лишь 26 % использовалось на эти цели, в т. ч. 13 % использовалось на лиманное орошение и менее 1 % на рыборазведение. Основной же статьей расходов в структуре водопотребления были прочие нужды, которые составили 74 % (таблица 3).

Рисунок 3 – Места подтопления территории, прилегающей к Черноземельскому магистральному каналу

Анализ информации, представленной на информационном портале ФГБНУ ВНИИ «Радуга» [17], по орошаемым площадям показал, что из 10,279 тыс. га фактически политых в 2020 г. орошаемых земель 8,180 тыс. га орошалось с использованием лиманного орошения, на остальных 2,099 тыс. га проводилось орошение посевных площадей, структура которых представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Структура посевных площадей на орошаемых землях Черномезельской обводнительно-оросительной системы

Группа культур	Площадь	
	тыс. га	%
Зерновые	0,31	15
Кормовые	1,495	71
Овощные	0,294	14
Прочие	0	
Всего	2,099	100

Для бурно развивающейся животноводческой отрасли в РК лиманы являются надежным источником дешевых кормов, однако анализ эффективности систем лиманного орошения в РК, проведенный рядом авторов, показал, «...что величины используемых площадей по годам очень разнятся и производство кормов на них в целом находится на низком уровне и не стабильно», урожайность в 2011–2012 гг. в зоне эксплуатации ЧООС колебалась от 0,67 до 3,00 т/га [22, 23].

Объем воды, поданной для орошения лиманов в 2020 г., составил 24,54 млн м³, на 1 га было подано 3000 м³, для орошения посевных площадей потребовалось 8,60 млн м³, на 1 га было подано 4097 м³ воды. Данные объемы согласуются с рекомендованными оросительными нормами, содержащимися в письме Министерства сельского хозяйства РК № СА-10-08-3311 от 27.09.2019. Согласно первичным документам, предоставленным ФГБУ «Управление «Калммелиоводхоз», лиманное орошение осуществляется в период февраль – апрель, сроки проведения вегетационных поливов – апрель – сентябрь.

Анализ расположения точек водозабора показал, что около 50 % во-

ды для орошения посевных площадей отбирается на расстоянии, превышающем 80 км, от начала ЧМК. Для подачи им воды необходимо поддерживать в ЧМК и других каналах ЧООС (Гашунский распределительный канал, канал УС-5 и др.) достаточный уровень воды в течение всего вегетационного сезона. Однако вследствие фактического физического износа, составляющего 87,49 % [17], а также технического несовершенства ЧООС, где практически вся сеть магистральных, распределительных и сбросных каналов выполнена в земляном русле без противифльтрационных экранов, сооружения для регулирования подачи воды потребителям зачастую находятся в ограниченно работоспособном состоянии и даже аварийном (рисунок 4), чрезвычайно мало количество измерительных средств контроля подачи воды потребителям (три точки контроля), доставка требуемого полезного объема воды сопряжена с большими объемами, идущими на сброс, а также потерями вследствие фильтрации воды из каналов.

Далее мы проанализировали статью расходов «Прочие нужды» в структуре водопотребления, которые, как было упомянуто выше, в 2020 г. составили 74 % от общего объема воды (193,67 млн м³), поданного потребителям.

При сопоставлении данных, представленных ФГБУ «Управление «Калммелиоводхоз» в «Календарном плане забора и подачи воды по ЧООС», согласованном с ФГБУ «УЭКГиЧВ», выявлено, что основная подача воды осуществляется для подпитки водоемов ЧМК. Так, в 2021 г. она была запланирована на уровне 150,7 млн м³, в т. ч. на подпитку водоемов ЧМК предусмотрено 103,5 млн м³. Постоянная подача через донный водосброс в нижний бьеф Чограйского гидроузла составляет 47,2 млн м³ (рисунок 5). В 2021 г. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РК в письме заместителю директора ФГБУ «Управление Калммелиоводхоз» Ю. А. Матвиенко № 011/ЮК-01/1-04-1483 от 28.04.2021 просит «...предусмотреть подачу воды на нужды Республики в объеме 142,6 млн м³

на следующие водные объекты: Состинские озера – 76,4 млн м³; Озера Бузга, Деед-Хулсун, Большой Капитан, Харинка, Санзыр – 48,8 млн м³; водоемы Яшкульского района – 17,4 млн м³». Следует отметить, что эти озера являются естественными окончаниями ЧООС, так, например, оз. Бузга образовано в 1978 г. после ввода в эксплуатацию второй очереди Яшкульской ветви Черноземельского оросительного канала.

Вид на приемную камеру верхнего бьефа

Текущее техническое состояние сооружения в нижнем бьефе

Текущее техническое состояние сооружения в нижнем бьефе

Двухочковый трубчатый водовыдел, РК, Яшкульский район,
Хартолгинское сельское поселение. Координаты: широта 45,987491;
долгота 45,111441 (данные из отчета 2020 г.¹).

**Рисунок 4 – Двухочковый трубчатый водовыдел, ПК 1133
(автор фото А. Ю. Гарбуз)**

¹Отчет о натурных обследованиях текущего технического состояния гидротехнических сооружений Черноземельского магистрального канала Черноземельской обводнительно-оросительной системы в Яшкульском районе Республики Калмыкия / рук.: Колтовсков В. Ю. Новочеркасск, 2020. 37 с.

Рисунок 5 – План забора и подачи воды из Чограйского водохранилища по Черноземельской обводнительно-оросительной системе на 2021 г.

Исходя из данных об объемах воды, подаваемых для подпитки водоемов, можно предположить, что вода из данных водоемов может использоваться на общественно полезные нужды (питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение, гидромелиорация земель, рыбоводство, организация отдыха и др.), однако дальнейший анализ данных на сайте Росводресурсов [24] показал, что на забор воды из перечисленных водных объектов решений о предоставлении водного объекта в пользование не выдавалось. Следовательно, подтвердить рациональность подачи воды в эти водоемы проблематично.

Таким образом, из 291,25 млн м³, поступивших из ЧВ в ЧООС, лишь 50,26 млн м³, или 17 %, были использованы рационально. Нерациональность использования, по нашему мнению, выражается в низком КПД си-

стемы, обуславливающим потери 34 % воды, а также расходовании воды на прочие нужды, составляющие 49 % (рисунок 6), в основном для подпитки водоемов, которые являются концевыми сбросами ЧООС. Объемы водных ресурсов, идущих на непроизводительные сбросы, могут быть уменьшены за счет технического перевооружения системы.

Рисунок 6 – Структура распределения водных ресурсов из Чограйского водохранилища

Выводы. Проведенный анализ показал, что природные условия Калмыкии обуславливают необходимость привлечения водных ресурсов из-за пределов республики. Динамичное развитие животноводства требует увеличения производства дешевых и качественных кормов, которое возможно только с использованием орошения. ЧООС в настоящее время не работает на полную мощность: в 2020 г. фактически поливалось 25 % от возможной площади орошения. Основные причины – отсутствие полив-

ной техники (которой в 2019 г. в Калмыкии числилось 54 ед.) и недостаток воды в источнике. Подробное рассмотрение последней причины показало, что из 291,25 млн м³, поступивших из Чограйского водохранилища в ЧООС, лишь 50,26 млн м³, или 17 %, были использованы рационально. Нерациональность использования, по нашему мнению, выражается в низком КПД системы (в т. ч. вследствие фактического физического износа, составляющего 87,49 %), обуславливающим потери 34 % воды, а также расходовании воды на прочие нужды, составляющие 49 %, в основном для подпитки водоемов, которые являются концевыми сбросами ЧООС. Также для водопользователей в зоне ЧООС существуют затруднения при оформлении документов, нацеленных на повышение рациональности использования водных ресурсов. В системе наличия разрешительной документации обнаруживаются пробелы, когда учреждение, ответственное за подачу воды, не является водопользователем.

Для улучшения рациональности использования водных ресурсов важно повысить КПД системы, в т. ч. путем устранения протечек и подтопления прилегающей территории. Необходимо рассмотреть несколько вариантов, нацеленных на повышение КПД системы, в т. ч. вариант, предусматривающий строительство трубопровода вместо ЧМК. Также следует сократить статью расходов водных ресурсов на прочие нужды либо более четко определять цели, на которые вода поступает в водоемы ЧМК.

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.
2. Агроклиматические ресурсы Калмыцкой АССР / подгот. Ш. Ш. Народецкой [и др.]. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 171 с.
3. Уланова С. С. Оценка последствий создания и использования водных объектов Калмыкии на основе многолетних данных геоэкологического мониторинга // Вестник института. 2019. № 1(38). С. 32–37. DOI: 10.24411/2071-7830-2019-10009.
4. Уланова С. С. Водохранилища Калмыкии: оценка последствий создания // Деградация земель и опустынивание: проблемы устойчивого природопользования и адаптации: материалы междунар. науч.-практ. конф. М., 2020. С. 132–135.

5. Бадмаева Ц. Н., Сангаджиев М. М. Влияние водных ресурсов Калмыкии на здоровье человека // Вестник Прикаспия. 2013. № 1(1). С. 25–29.
6. Бородычев В. В., Дедова Э. Б., Сазанов М. А. Водные ресурсы Республики Калмыкия и мероприятия по совершенствованию водохозяйственного комплекса // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2015. № 4. С. 41–45.
7. Адьяев С. Б., Дедова Э. Б., Сазанова М. А. Комплексное использование водных ресурсов Республики Калмыкия. Элиста: Джангар, 2006. 200 с.
8. Богзыков С. А. Водные ресурсы Калмыкии. Элиста: Калмыц. кн. изд-во, 1970. 88 с.
9. Мониторинг водных ресурсов Республики Калмыкия и проблемы экосистемного водопользования в агропромышленном комплексе / А. С. Овчинников, В. В. Бородычев, Э. Б. Дедова, М. А. Сазанов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 3(39). С. 9–19.
10. Дедова Э. Б. Мелиоративный комплекс Калмыкии: проблемы и пути решения // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. 2011. Т. 2, № 2(23). С. 123–128.
11. Дедова Э. Б., Бородычев В. В., Шуравилин А. В. Хозяйственно-мелиоративная оценка оросительных систем Республики Калмыкии // Мелиорация и водное хозяйство. 2011. № 4. С. 11–13.
12. Шабанов Р. М., Дедова Э. Б. Мониторинг водохранилища Нугра по данным дистанционного зондирования Земли // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. Солен. Займище, 2020. С. 483–486.
13. Сератирова В. В. О проблеме деградации и опустынивания земель в Республике Калмыкия // Современная наука: теоретический и практический взгляд: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., г. Уфа, 25 февр. 2015 г. С. 311–313.
14. Щерба Т. Э., Гасанов А. С. Понятие «опустынивание почв» и некоторые подходы к его трактовке // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. № 4, т. 224. С. 274–279.
15. Россия в цифрах. 2020: крат. стат. сб. / Росстат. М., 2020. 550 с.
16. Нусхаева Б. Б. Оценка состояния сельского хозяйства в Республике Калмыкия // Теоретическая и прикладная экономика [Электронный ресурс]. 2019. № 4. С. 63–70. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=31057 (дата обращения: 12.05.2021). DOI: 10.25136/2409-8647.2019.4.31057.
17. Техничко-эксплуатационная карта мелиоративной системы [2020] // Информационный портал ФГБНУ ВНИИ «Радуга» [Электронный ресурс]. URL: https://inform-raduga.ru/gts/78728?report=tek¤t_id=113857 (дата обращения: 12.05.2021).
18. Калмыкия в цифрах. Краткий статистический сборник. 2020. Элиста, 2020. 136 с.
19. Уланова С. С., Бембеева О. Г., Шагинов П. А. Геоэкологические исследования искусственных водоемов аридной зоны и их экотонных систем «вода – суша» на примере Чограйского водохранилища // Астраханский вестник экологического обозрения. 2019. № 1(49). С. 87–100.
20. Assessment of ecological state of the Chogray reservoir using remote sensing of the Earth (Stavropol Territory, Russia) / S. A. Trautvain, M. P. Iliukh, V. D. Drup, T. G. Zelen-skaya, V. A. Stukalo, E. E. Stepanenko // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2020. 579. 012146. DOI: 10.1088/1755-1315/579/1/012146.
21. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна рек Каспийского моря междуречья Терека и Волги. Кн. 1. Общая характеристика речного бассейна [Электронный ресурс]. URL: <http://zkbvu.ru/upload/medialibrary/ee9/ee9de92636115e17906a13e552d39fd6.pdf> (дата обращения: 10.03.2021).

22. Бородычев В. В., Дедова Э. Б., Сазанов М. А. К вопросу повышения продуктивности орошаемых лиманных сенокосов в Республике Калмыкия // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 4(32). С. 67–73.

23. Бородычев В. В., Дедова Э. Б., Сазанов М. А. Состояние и перспективы развития лиманного орошения в Калмыкии // Мелиорация и водное хозяйство. 2013. № 1. С. 2–5.

24. Государственный водный реестр [Электронный ресурс]. URL: <https://voda.gov.ru/activities/gosudarstvennyy-vodnyy-reestr/> (дата обращения: 27.04.2021).

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 of the population health]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11: Estestvennye nauki* [Bulletin of Volgograd State University. Series 11: Natural Sciences], no. 4(10), pp. 33-39. (In Russian).

2. Narodetskaya Sh.Sh. [et al.], 1974. *Agroklimaticheskie resursy Kalmytskoy ASSR* [Agroclimatic Resources of the Kalmyk ASSR]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 171 p. (In Russian).

3. Ulanova S.S., 2019. *Otsenka posledstviy sozdaniya i ispol'zovaniya vodnykh ob'ektov Kalmykii na osnove mnogoletnikh dannyykh geoekologicheskogo monitoringa* [Assessment of the consequences of formation and use of water bodies in Kalmykia based on long-term data of geoecological monitoring]. *Vestnik instituta* [Bulletin of the Institute], no. 1(38), pp. 32-37, DOI: 10.24411/2071-7830-2019-10009. (In Russian).

4. Ulanova S.S., 2020. *Vodokhranilishcha Kalmykii: otsenka posledstviy sozdaniya* [Kalmykia reservoirs: assessing consequences of their creation]. *Degradatsiya zemel' i opustynivanie: problemy ustoychivogo prirodopol'zovaniya i adaptatsii: materialy mezhdunar. nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Land Degradation and Desertification: Problems of Sustainable Use of Natural Resources and Adaptation: Proc. of the International Scientific-Practical Conference]. Moscow, pp. 132-135. (In Russian).

5. Badmaeva Ts.N., Sangadzhiev M.M., 2013. *Vliyanie vodnykh resursov Kalmykii na zdorov'e cheloveka* [Influence of water resources of Kalmykia on human health]. *Vestnik Prikaspiya* [Bulletin of the Caspian Sea Region], no. 1(1), pp. 25-29. (In Russian).

6. Borodychev V.V., Dedova E.B., Sazanov M.A., 2015. *Vodnyye resursy Respubliki Kalmykiya i meropriyatiya po sovershenstvovaniyu vodokhozyaystvennogo kompleksa* [Water resources of the Republic of Kalmykia and measures to improve the water complex]. *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences], no. 4, pp. 41-45. (In Russian).

7. Ad'yaev S.B., Dedova E.B., Sazanova M.A., 2006. *Kompleksnoe ispol'zovanie vodnykh resursov Respubliki Kalmykiya* [Complex Use of Water Resources of the Republic of Kalmykia]. Elista, Dzhangar Publ., 200 p. (In Russian).

8. Bogzykov S.A., 1970. *Vodnye resursy Kalmykii* [Water Resources of Kalmykia]. Elista, Kalmyk Book Publ., 88 p. (In Russian).

9. Ovchinnikov A.S., Borodychev V.V., Dedova E.B., Sazanov M.A., 2015. *Monitoring vodnykh resursov Respubliki Kalmykiya i problemy ekosistemnogo vodopol'zovaniya v agropromyshlennom komplekse* [Monitoring of water resources of the Republic of Kalmykia and problems of ecosystem water use in the agro-industrial complex]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bulletin of the Nizhnevolzhsky Agro-university Complex: Science and Higher Professional Education], no. 3(39), pp. 9-19.

10. Dedova E.B., 2011. *Meliorativnyy kompleks Kalmykii: problemy i puti resheniya* [Reclamation complex of Kalmykia: problems and solutions]. *Vestnik Instituta kompleksnykh issledovaniy aridnykh territoriy* [Bulletin of Institute for Complex Research of Arid Territories], vol. 2, no. 2(23), pp. 123-128. (In Russian).

11. Dedova E.B., Borodychev V.V., Shuravilin A.V., 2011. *Khozyaystvenno-meliorativnaya otsenka orositel'nykh sistem Respubliki Kalmykii* [Economic and reclamation assessment of irrigation systems in the Republic of Kalmykia]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 4, pp. 11-13. (In Russian).

12. Shabanov R.M., Dedova E.B., 2020. *Monitoring vodokhranilishcha Nugra po dannym dstantsionnogo zondirovaniya Zemli* [Monitoring of the Nugra reservoir according to the data of remote sensing of the Earth]. *Itogi i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: sb. materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Results and Prospects for the Development of the Agro-Industrial Complex: Proc. of International Scientific-Practical Conference]. Solyonoe Zaymishche, pp. 483-486. (In Russian).

13. Seratirova V.V., 2015. *O probleme degradatsii i opustynivaniya zemel' v Respublike Kalmykiya* [On the issue of land degradation and desertification in the Republic of Kalmykia]. *Sovremennaya nauka: teoreticheskiy i prakticheskiy vzglyad: sb. st. mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Modern Science: Theoretical and Practical View: Proc. of International Scientific-Practical Conference]. Ufa, pp. 311-313. (In Russian).

14. Shcherba T.E., Khasanov A.S., 2015. *Ponyatie "opustynivanie pochv" i nekotorye podkhody k ego traktovke* [The concept of "soil desertification" and some approaches to its interpretation]. *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana* [Scientific Bull. of Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman], no. 4, vol. 224, pp. 274-279. (In Russian).

15. *Rossiya v tsifrakh. 2020: krat. stat. sb.* [Russia in Numbers: 2020: A Brief Statistical Book]. Federal Service of State Statistics, 2020, 550 p. (In Russian).

16. Nuskhaeva B.B., 2019. *Otsenka sostoyaniya sel'skogo khozyaystva v Respublike Kalmykiya* [Assessment of the state of agriculture in the Republic of Kalmykia]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekonomika* [Theoretical and Applied Economics], no. 4, pp. 63-70, available: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=31057 [accessed 12.05.2021], DOI: 10.25136/2409-8647.2019.4.31057. (In Russian).

17. *Tekhniko-ekspluatatsionnaya karta meliorativnoy sistemy 2020* [Technical and operational map of the reclamation system 2020]. *Informatsionnyy portal FGBNU VNII "Raduga"* [Information portal of the FGBNU VNII "Raduga"], available: https://inform-raduga.ru/gts/78728?report=tek¤t_id=113857 [accessed 12.05.2021]. (In Russian).

18. *Kalmykiya v tsifrakh. Kratkiy statisticheskiy sbornik* [Kalmykia in Numbers. A Brief Statistical Book. 2020]. Elista, 2020, 136 p. (In Russian).

19. Ulanova S.S., Bembeeva O.G., Shaginov P.A., 2019. *Geoekologicheskie issledovaniya iskusstvennykh vodoemov aridnoy zony i ikh ekotonnykh sistem "voda – susha" na primere Chograyskogo vodokhranilishcha* [Geoecological studies of artificial water bodies in arid zone and their ecotone systems "water - land" on the example of the Chograi reservoir]. *Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obozreniya* [Astrakhan Bulletin of Ecological Review], no. 1(49), pp. 87-100. (In Russian).

20. Trautvain S.A., Iliukh M.P., Drup V.D., Zelenskaya T.G., Stukalo V.A., Stepanenko E.E., 2020. Assessment of ecological state of the Chogray reservoir using remote sensing of the Earth (Stavropol Territory, Russia). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2020, 579, 012146, DOI: 10.1088/1755-1315/579/1/012146.

21. *Skhema kompleksnogo ispol'zovaniya i okhrany vodnykh ob"ektov basseyna rek Kaspiyskogo morya mezhdurech'ya Tereka i Volgi. Kn. 1. Obshchaya kharakteristika rechnogo basseyna* [Scheme of integrated use and protection of water bodies in the Caspian Sea

basin between the Terek and Volga rivers. Book 1. General characteristics of the river basin], available: <http://zkbvu.ru/upload/medialibrary/ee9/ee9de92636115e17906a13e552d39fd6.pdf> [accessed 10.03.2021]. (In Russian).

22. Borodychev V.V., Dedova E.B., Sazanov M.A., 2013. *K voprosu povysheniya produktivnosti oroshaemykh limannykh senokosov v Respublike Kalmykiya* [On the issue of increasing productivity of irrigated estuary hayfields in the Republic of Kalmykia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bulet. of Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Vocational Education], no. 4(32), pp. 67-73. (In Russian).

23. Borodychev V.V., Dedova E.B., Sazanov M.A., 2013. *Sostoyanie i perspektivy razvitiya limannogo orosheniya v Kalmykii* [State and prospects for the development of estuary irrigation in Kalmykia]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 1, pp. 2-5. (In Russian).

24. *Gosudarstvennyy vodnyy reestr* [State Water Register], available: <https://voda.gov.ru/activities/gosudarstvennyy-vodnyy-reestr/> [accessed 27.04.2021]. (In Russian).

Информация об авторе

Л. А. Воеводина – старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук.

Information about the author

L. A. Voyevodina – Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 17.06.2021; одобрена после рецензирования 07.09.2021; принята к публикации 14.09.2021.

The article was submitted 17.06.2021; approved after reviewing 07.09.2021; accepted for publication 14.09.2021.