ЭКОСИСТЕМЫ: ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА, 2023, том 7, № 4, с. 29-58

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

УДК 556.5.04

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

© 2023 г. С.С. Уланова

Институт комплексных исследований аридных территорий Республики Калмыкия
Россия, 358005, Республика Калмыкия, г. Элиста, ул. Хомутникова, д. 111
E-mail: svetaulanova@yandex.ru

Поступила в редакцию 07.10.2023. После доработки 30.10.2023. Принята к публикации 01.11.2023.

Республика Калмыкия – это самый засушливый регион на юго-востоке Европейской части России. Среди субъектов Российской Федерации она обладает наименьшими суммарными водными ресурсами. В данной статье охарактеризованы водные ресурсы республики, их распределение по территории в естественной и созданной человеком гидрографической сети и оросительных системах, а также рассмотрено использование привлеченного стока и качество вод. Основной источник информации для данной работы – база данных к «Водохозяйственной карте Республики Калмыкия» (2003), составленная и пополняемая автором материалами дистанционного зондирования и статистических справочников по водным ресурсам и водному хозяйству России (2000-2019 гг.), а также материалами долговременного геоэкологического мониторинга за ключевыми водными объектами Калмыкии в отделе экологических исследований Института комплексных исследований Республики Калмыкия (ИКИАТ).

Анализ карты выявил, что гидрографическая сеть республики развита очень слабо, насчитывая 137 рек общей протяжённостью в 4007.9 км и густотой в 0.05 км/км^2. Эти реки относятся к бассейнам двух морей – Азовского и Каспийского, большая часть их маловодная (0.5-1.0 л/с), они принадлежат к бессточным районам Западно-Каспийского бассейна. Общая площадь территории, относящейся к бессточным районам, составляет 49.2 тыс. км^2. В настоящее время в Калмыкии насчитывается 314 водных объектов, из них 256 – это искусственно созданные (121 пруд и 135 водохранилищ), 43 малые реки и 15 озер. Искусственное происхождение большинства водных объектов связано с необходимостью сезонного и многолетнего регулирования режима речного стока для хозяйственного использования. Несмотря на то что каждый водоем имеет свои характерные особенности, всем им свойственны общие черты: нестабильность гидрологического и гидрохимического режимов, резкое изменение минерализации вод в зависимости от количества поступающего стока по годам и внутри сезона, значительная заиленность, бедность флоры и фауны.

В зависимости от географического положения искусственные водоемы делятся на 3 группы: сформированные на Прикаспийской низменности, на Ергенинской возвышенности, в Кумо-Манычской впадине. Мелкие искусственные водоемы расположены в районе Ергенинской возвышенности, а их размеры изменяются в пределах от 0.011 до 5.84 км^2. На Прикаспийской низменности их размеры варьируют от 0.087 до 51.54 км^2. Самые крупные искусственные водоемы располагаются в Кумо-Манычской впадине, где максимальные значения площади водной поверхности равны 782.99 км^2, а минимальные достигают 0.02 км^2.

Качественный анализ вод практически всех водоемов Калмыкии показал, что воды в них соленые и очень соленые, а средние многолетние значения минерализации поверхностных вод колеблются от 1.7 до 10.5 г/л. Гидрологический режим большинства местных водохранилищ характеризуется нестабильностью объема, водного зеркала, уровня, минерализации, высоким испарением, замедленным водообменом, слабой проточностью и, как следствие расположения в условиях жаркого климата, накоплением химических и токсичных веществ.

В условиях ограниченности и нестабильности формирующихся водных ресурсов Калмыкии расчеты показывают, что среднемноголетний объем годового стока составляет 1.64 км^3/год,

а потенциальная водообеспеченность одного жителя суммарными водными ресурсами – 5.61 тыс.м^3/год. Имеющиеся собственные поверхностные водные ресурсы являются совершенно не пригодными для водоснабжения населения, а подземные – большей частью имеют высокую минерализацию, однако используются для питья и приготовления пищи после водоподготовки. На сегодняшний день существующие в республике мощности и технологии очистных сооружений на действующих водопроводах не могут обеспечить барьер для реального уровня загрязнений, который постоянно растет, а адекватные меры по обработке воды отстают. Водопотребление из собственных источников составляет 50 млн. м^3/год. Дефицит, постоянно испытываемый водным хозяйством республики, покрывается за счет подачи воды из источников, расположенных за пределами ее границ, т.е. для питьевого водоснабжения населения, животноводства и ирригации привлекаются водные ресурсы (700-750 млн. м^3/год) из сопредельных территорий и из бассейнов таких рек, как Волга, Кума и Терек.

Для производственных, сельскохозяйственных и социальных нужд и предотвращения негативного воздействия вод в Калмыкии функционирует водохозяйственный комплекс, создававшийся с 1937 по 1972 гг. и включающий в себя:

- 3 групповых пастбищных водопровода общей протяженностью 1200 км;
- Чограйское водохранилище и Чограйский сбросной канал;
- защитную дамбу первого этапа строительства защиты г. Лагань;
- более 300 прудов и мелких водохранилищ для использования вод местного стока, которые построены в основном хозяйственным способом;
- более 2000 артезианских скважин;
- 5 оросительно-обводнительных систем проектной мощностью 124.5 тыс. га орошения.

Анализ литературных источников (Бородычев и др., 2016; Овчинников и др., 2015, 2016; Шумова, 2021) показал, что общая протяженность магистральной сети оросительных каналов республики равна 1137 км, а длина сети сбросных коллекторов – 633 км. Площадь орошаемых сельскохозяйственных угодий в республике с 2010 по 2018 годы оставалась неизменной, равной 48.3 тыс. га. Состояние орошаемых земель за 2005-2018 годы только в 2-4% случаев оценивается как хорошее, в 24-29% – как удовлетворительное, в 68-73% – как неудовлетворительное. Уровень минерализации воды в оросительно-обводнительной системе колеблется от 0.3 до 2.0 г/л при различном химическом составе. Общие лимиты ежегодного забора пресной воды составляют 1253.5 млн. м^3, но в настоящее время фактически подается только 600 млн. м^3. Ранее до 60% от этого объема уходили на орошение земель, общая площадь которых к середине 1990-х годов насчитывала до 170 тыс. га. В настоящий период площадь используемых орошаемых земель республики уменьшилась до 42 тыс. га. Соответственно, снизились и объемы водопотребления – с 700 до 150-200 млн. м^3.

Большим недостатком существующей сети магистральных, распределительных и сбросных каналов является то, что она выполнена в земляном русле. Это приводит к значительным потерям воды, особенно на легких грунтах, к развитию процессов вторичного засоления, осолонцевания, подтопления и заболачивания. К тому же в условиях сильного испарения высоки потери воды при транспортировке, которые в 2020 году составили 106.19 млн. м^3. В то же время практически не применяются современные технологии использования воды: объем воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения незначителен и составляет 0.17 млн. м^3.

Основная проблема орошения и обводнения пастбищ – техническая изношенность оросительных систем, введенных в эксплуатацию в 1960-1980-х годах и отсутствие достаточных финансовых средств на оплату электроэнергии для работы насосных станций. В связи с этим среди первоочередных мероприятий для обеспечения населения и хозяйственного развития Республики Калмыкия представляются следующие решения. Проблема водоснабжения должна проводиться поэтапно, планомерно и в различных зонах республики решаться по-разному. Так, например, для обводнения северных частей (Октябрьский, Малодербетовский, Кетченеровский административные районы) необходимо возобновить подачу воды из р. Волги на основе водоводов. Но до этого необходимо

восстановить плотину у п. Чарлакта, взорванную при прокладывании линейного газопровода между пос. Эвдык и Цаган-Нур в нарушении всех природоохранных норм и законопроектов. Восстановление плотины необходимо для наполнения южной части Сарпинских водоемов – водохранилища Сарпа. В юго-восточной части можно использовать воды Северо-Западного Каспия, которые имеют небольшую минерализацию и при должном уровне очистки могут использоваться для водоснабжения населения Лаганского и Черноземельского районов. На юге необходимо завершить затянувшиеся на десятилетия реконструкцию Левокумского гидроузла и ремонт плотины, затем наполнить Чограйское водохранилище и запустить Черноземельскую обводнительно-оросительную систему.

Необходима реконструкция обводнительно-оросительных систем с целью сокращения потерь воды при транспортировке и ее использовании на полях. Необходимо возобновить масштабное проведение геолого-разведочных работ по изучению подземных вод (поиск, разведка и переоценка запасов) в пределах двух артезианских бассейнов, Северо-Каспийского и Ергенинского, для восстановления работы артезианских скважин.

Ключевые слова: поверхностные воды, подземные воды, оросительные системы, Калмыкия, запасы, объемы и качество воды, современное состояние, использование.

DOI: 10.24412/2542-2006-2023-4-29-58

EDN: **JPJWCD**

Трудно переоценить значение водных ресурсов в экстремальных климатических условиях, характерных для аридных регионов. Калмыкия – самый засушливый регион на юго-востоке Европейской части России, по степени засушливости уступающий лишь пустыням Средней Азии (Габунщина, Горшков, 1998). Основными чертами климата Калмыкии являются аридность, возрастающая с севера на юг, и с запада на восток республики, а также резкая континентальность, когда годовая амплитуда абсолютных температур воздуха составляет 80-90ºС при жарком и очень сухом лете и малоснежной морозной зиме. Континентальность возрастает с юго-запада на восток. Географическое положение республики определяет господство на территории Калмыкии природных климатических зон степей и пустынь.

Среди субъектов Российской Федерации Республика Калмыкия обладает наименьшими суммарными водными ресурсами, среднемноголетний объем годового стока составляет 1.64 км^3/год, потенциальная водообеспеченность одного жителя суммарными водными ресурсами 5.61 тыс. м^3/год (Водные ресурсы России …, 2008).

Практически все водоемы республики имеют небольшие размеры, мелководны, с замедленным водообменном, имеют повышенную минерализацию. Для них характерны значительные колебания уровня в течение года и по годам, что обусловлено особенностями аридного климата и равнинным характером ландшафтов их водосбора. Дефицит, постоянно испытываемый водным хозяйством республики, покрывается за счет подачи воды из источников, расположенных за пределами ее границ. В результате большинство водных объектов Калмыкии существует на привлеченном стоке (700-750 млн. м^3) с сопредельных территорий из рек Волги, Кумы, Терека для целей питьевого водоснабжения населения, животноводства, ирригации. Водопотребление из собственных водоисточников составляют всего 50 млн.м^3. Очень ограниченное количество водных объектов Калмыкии (всего 7 источников) используют для целей питьевого-хозяйственного водоснабжения населения и для орошения (90.3 тыс. га мелиорируемых земель). Практически все водные источники служат для водопоя скота.

Аридизация климата, усиливающаяся в последнее время (увеличение числа засушливых дней в вегетационный период, уменьшение количества осадков, учащение пыльных бурь и суховеев в летний период), совместно с воздействием человека привели к значительным трансформациям многих водных объектов, а местами к их полному исчезновению.

В настоящее время решение водных проблем Калмыкии, как основы социально-экономической сферы республики, становится приоритетной задачей в стратегии развития региона.

В этой связи, целью настоящей статьи является описание современного состояния и использования водных ресурсов Республики Калмыкии.

Материалы и методы

Основным источником информации для данной работы послужила база данных к «Водохозяйственной карте Республики Калмыкия» (Водохозяйственная …, 2003), разработанная в Институте комплексных исследований аридных территорий (ИКИАТ) при сотрудничестве с Управлением природных ресурсов и охраны окружающей среды Министерства природных ресурсов России по Республике Калмыкия. Информация о водных ресурсах взята из статистических справочников по водным ресурсам и водному хозяйству России, издаваемые НИА-Природа (Водные ресурсы …, 2018), Государственных докладов (Государственный …, 2006-2019; Информация …, 2013; О состоянии …, 2018), из научных изданий (Вода России, 2020; Водные ресурсы России …, 2008), а также из специальных тематических публикаций (Бородычев и др., 2016; Овчинников и др., 2015, 2016; Шумова, 2021).

Информация о состоянии водных объектов, наиболее значимых в водохозяйственном балансе республики, накоплена в результате ежегодных мониторинговых исследований, проводимых, начиная с 2001 г., сотрудниками отдела экологических исследований ИКИАТ. Исследования выполняются согласно созданной методики комплексного изучения искусственных водоемов и экотонных зон «вода-суша» для аридных территорий (Уланова, 2009). Данная методика сочетает наземные исследования с геоинформационными технологиями.

Материалы дистанционного зондирования дали возможность не только устанавливать гидрометрические параметры водных объектов, но и определять положение уровня водоема в разные сезоны и годы, а, следовательно, устанавливать границы основных функциональных блоков экотонных систем. Материалами для определения площадей водного зеркала служат сканерные снимки, выполненные многоспектральной камерой ETM+ (9 спектральных каналов, пространственное разрешение до 15 м) с ИСЗ «Landsat-7» и ИСЗ «Landsat-8». Гидрологические характеристики водоемов определяются в спектральных диапазонах: 0.45-0.52 мкм (1 канал), 0.52-0.60 мкм (2 канал), 0.63-0.69 мкм (3 канал), 0.76-0.9 мкм (4 канал) с пространственным разрешением 30 м. Также для анализа изменения площади водного зеркала используются ретроспективные снимки, выполненные аппаратурой МСУ-Э со спутника «Ресурс О1 № 3» (пространственное разрешение 35 м); космофотоснимки, выполненные аппаратами КФА-1000 и КАТЭ-200 с ИСЗ «Космос» за 1983, 1990, 1991, 1999 гг. в диапазонах 0.57-0.70 мкм.

Анализ химизма и минерализации отобранных проб поверхностных и грунтовых вод был выполнен в Калмыцком филиале ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии имени А.Н. Костюкова в соответствии со стандартом ГОСТ 26449.1-85: катионно-анионный состав – титриметрическим методом, определение сухого остатка – гравиметрическим, определение pH – потенциометрическим. Водная вытяжка почвенных проб была проанализирована в этой лаборатории в соответствии с ГОСТами 26425-85, 26424-85, 26426-85, 26427-85, 26428-85, 26483-85.

В основе анализа динамики структуры земельного фонда и структуры сельскохозяйственных угодий республики лежат статистические данные, приведенные Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии,

в Государственных (национальных) докладах о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2005-2018 годах (2006-2019) и Калмыкии (Доклад об экологической …, 2020).

Результаты и обсуждение

Неблагоприятные условия формирования поверхностных вод Калмыкии, а именно: скудные атмосферные осадки, значительное испарение, высокая засушливость климата, равнинный характер рельефа – привели к слабому развитию ее гидрографической сети.

Реки Калмыкии (табл. 1). Гидрографическая сеть республики развита очень слабо и насчитывает 137 рек общей протяжённостью 4007.9 км; густота сети составляет 0.05 км/км^2. Речная сеть в основном развита в западной части и главным образом представлена малыми реками длиной до 100 км (Водохозяйственная …, 2003).

Относительная водность западной части республики низкая и составляет 0.5-1.0 л/с, а в восточной и юго-восточной части практически близка к нулю. Реки Калмыкии относятся к бассейнам двух морей, Азовского и Каспийского, однако большая их часть относится к бессточным районам Западно-Каспийского бассейна. Общая площадь территории, относящейся к бессточным районам, составляет 49.2 тыс. км^2. Все реки типичные равнинные. У них извилистое русло и медленное течение.

В республике 43 малые реки общей протяженностью 2078.4 км, которые представлены водотоками восточного и западного склонов Ергенинской возвышенности и притоками р. Западный Маныч. На них формируется основной объем местного поверхностного стока во время весеннего паводка, который затем аккумулируется в многочисленных водоемах (прудах и водохранилищах). Малые реки чаще всего представляют собой временные водотоки, пересыхающие летом (фото 1, 2).

Фото 1. Река Аршань-Зельмень, май 2023 г. (фото Н.Л. Федоровой).
Photo 1. The Arshan-Zelmen River, May 2023 (photo by N.L. Fedorova).

Фото 2. Байрачный лес в долине р. Аршань-Зельмень, май 2023 г. (фото Д.М. Арилова).
Photo 2. Ravine forest in the valley of the Arshan-Zelmen River, May 2023 (photo by D.M. Arilov).

К крупным рекам, частично протекающим по территории Калмыкии, относятся: на северо-востоке – река Волга; на юго-западе, по границе со Ставропольским краем – средние реки Маныч, протекающая по границе с Ростовской областью, и река Егорлык, являющаяся притоком Западного Маныча; на крайнем юго-востоке, по границе с Дагестаном и Ставропольем, – река Кума. Также к средним рекам Калмыкии относится Сал, являющаяся левым притоком р. Дон. Ее устье, как и большая часть русла, расположена в Ростовской области (табл. 1).

Для водного режима многих рек республики характерно короткое весеннее половодье и малый сток в остальное время года. Большинство рек после весеннего половодья пересыхает. Средний многолетний речной сток – 1.1 км^3/год. По среднемноголетнему речному стоку Калмыкия занимает последнее место среди регионов Южного федерального округа. Реки замерзают в конце ноября – первой половине декабря, в марте вскрываются ото льда. Испарение с водной поверхности очень велико. Средняя многолетняя величина испарения за период, свободный ото льда, составляет 1000-1100 мм и больше. Реки Калмыкии отличаются высокой минерализацией – свыше 1000 мг/л. В направлении с севера на юг минерализация возрастает. Она подвержена сильным колебаниям, связанным с фазами гидрологического режима рек. Весной она уменьшается, в летнюю и зимнюю межень увеличивается.

Водоемы Калмыкии. В настоящее время в Калмыкии насчитывается 314 водных объектов, из них 256 – искусственно созданные водоемы (121 пруд и 135 водохранилищ), 43 малые реки и 15 озер (Водохозяйственная …, 2003). Таким образом, большинство водных объектов республики имеют искусственное происхождение.

В зависимости от географического положения искусственные водоемы составляют три группы: сформированные на Прикаспийской низменности, на Ергенинской возвышенности и в Кумо-Манычской впадине (рис. 1).

Таблица 1. Средние и крупные реки, частично протекающие по территории Калмыкии.
Table 1. Medium and large rivers that partially run through Kalmykia.

Название реки	Исток /устье	Общая длина/ протяженность на территории Калмыкии; ширина русла, км	Общая площадь водосборного бассейна на территории Калмыкии, тыс. км^2	Среднемноголетний расход воды, м^3/с	Среднемноголетний речной сток, км^3/год	Водохранилища, созданные на перритории Калмыкии, год ввода
Волга	Валдайская возвышенность / Каспийское море	3531 / 11; 0.6-2.00	1360 / –	7870.0	248.385	нет
Западный Маныч	Место бывшей бифуркации реки Калаус (у п. Зунда-Толга) / река Дон	420 / 187; 0.08-0.090	35.400 / 8	16	0.53	Непроточный восточный отсек Пролетарского водохранилища (оз. Маныч-Гудило), 1954 г.
Восточный Маныч	Место бывшей бифуркации реки Калаус (у п. Зунда-Толга) / Состинские озера	141 / –; 0.08-0.090	12.500 / –	16.8	0.53	Чограйское, 1969 г.
Егорлык	Ставропольская возвышенность / Пролетарское водохранилище (западный отсек)	448 / 12; 0.045-2,75	15.00 / –	45.4	1.43	нет
Кума	Кавказские горы, гора Скалистый хребет / Каспийское море (не достигает, теряется в песках)	802 / 120; 0.030-1.025.	33.500 / –	10.6	0.335	нет
Сал	Балка Джурак в Целинном районе республики (западные склоны Ергенинской возвышенности) / река Дон	776 / 180; 0.040-0.118	21.300 / –	10.0	0.316	нет

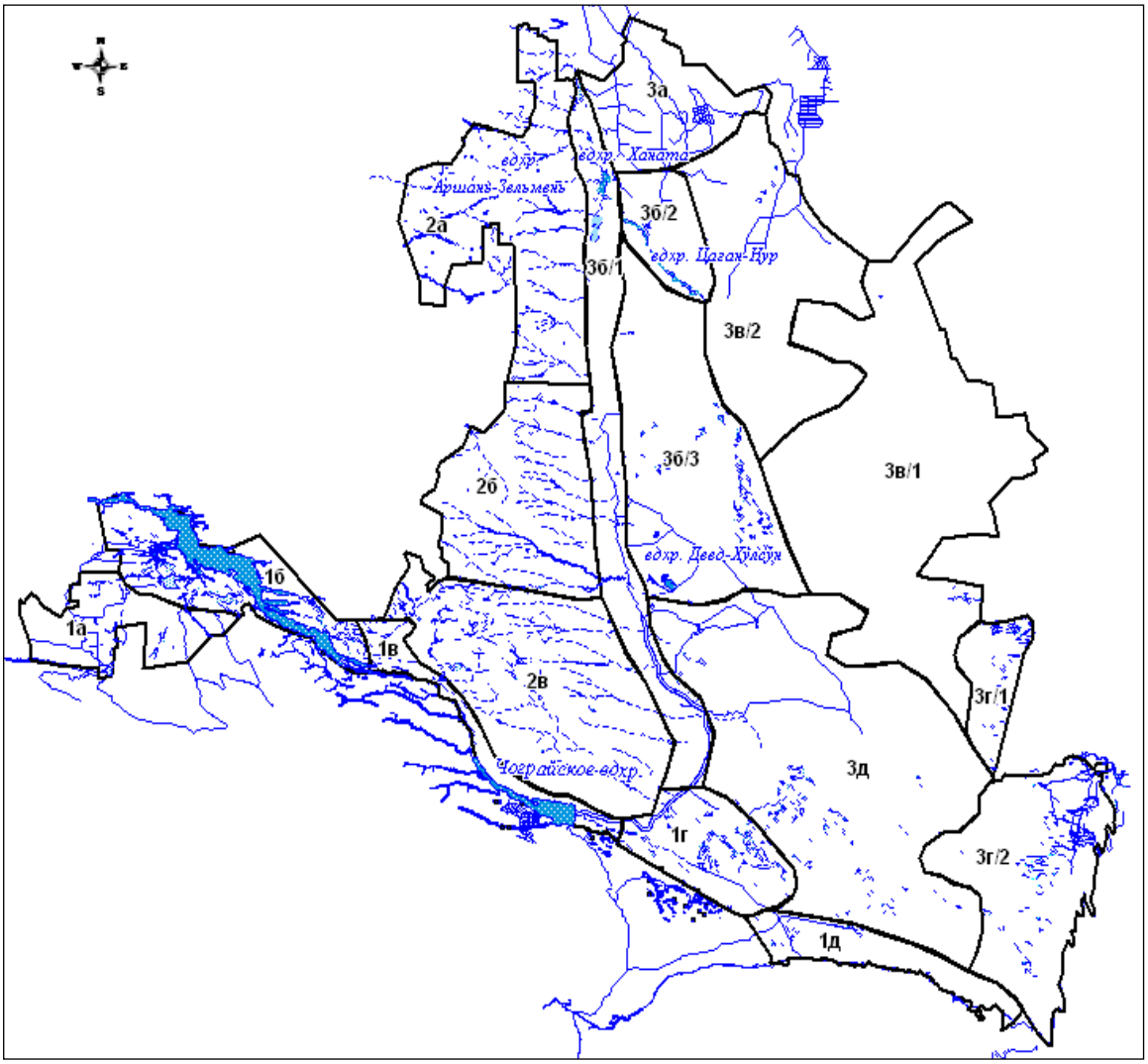

Рис. 1. Природное районирование Волго-Каспийской провинции (Методические указания ..., 1986), гидрографическая сеть водоемов выполнена Улановой С.С. в масштабе 1 см = 25 км. *Условные обозначения.* Область 1 – Кумо-Манычская; Ландшафтные районы: 1а – Северо-Ставропольский, 1б – Западно-Манычский, 1в – Восточно-Манычский, 1г – Состинский, 1д – Прикумский. Область 2 – Ергенинская; Ландшафтные районы: 2а – Североергенинский, 2б – Среднеергенинский, 2в – Южноергенинский. Область 3 – Прикаспийская; Подобласти: 3а – Волго-Сарпинская, 3б – Приергенинско-Сарпинско-Даванская; Ландшафтные районы: 3б / 1 – Приергенинский, 3б / 2 – Сарпинский, 3б / 3 – Даванский; Подобласть: 3в – Приволжская; Ландшафтные районы: 3в / 1 – Восточный, 3в / 2 – Западный; Подобласть: 3г – Приволжско-Приморская, Ландшафтные районы: 3г / 1 – Приволжский, 3г / 2 – Приморский; Подобласть: 3д – Черноземельская. **Fig. 1.** Natural zoning of the Volga-Caspian Province (Methodological guidelines ..., 1986), the hydrographic network was compiled by S.S. Ulanova, scaled as 1 cm = 25 km. *Legend.* Area 1 – Kuma-Manych; Landscape areas: 1a – North Stavropolsky, 1б – West Manych, 1в – East Manych, 1г – Sostinsky, 1д – Prikumsky. Area 2 – Yergeni; Landscape areas: 2a – North Yergeni, 2б – Middle Yergeni, 2в – South Yergeni. Area 3 – Caspian; Sub-areas: 3a – Volga-Sarpinsky, 3б – Yergeni-Sarpa-Davansky; Landscape areas: 3б / 1 – Yergeni region, 3б / 2 – Sarpinsky, 3б / 3 – Davansky; Sub-area: 3в – Volga region; Landscape areas: 3в / 1 – Eastern, 3в / 2 – Western; Sub-area: 3г – Volga-Primorsky, Landscape areas: 3г / 1 – Volga region, 3г / 2 – Primorsky; Sub-area: 3д – Chernozemelsky.

Прикаспийская низменность представляет собой плоскую низменную равнину, понижающуюся по направлению к побережью Каспийского моря; прежде она являлась дном моря. Эта возвышенность – молодое поднятие Русской равнины, вытянутое с севера на юг и осложненное овражно-балочной сетью. Ергени богаты родниками, питаемыми грунтовыми водами. У южного конца Ергеней Прикаспийская низменность переходит в Кумо-Манычскую впадину, которая представляет собой понижение, простирающееся с северо-запада на юго-восток. Ширина впадины – от 1-2 до 20-30 км, наибольшая глубина – 25 м. На западе впадины расположена долина Западного Маныча, где находится соленое оз. Маныч-Гудило (Пролетарское водохранилище). На востоке – долина Восточного Маныча и низовья р. Кумы.

По *величине площади водного зеркала* более мелкие искусственные водоемы расположены в районе возвышенности Ергени, их размеры изменяются в пределах от 0.011 до 5.84 км^2. На Прикаспийской низменности размеры искусственных водоемов варьируют от 0.087 до 51.54 км^2 (фото 3-4). Самые крупные искусственные водоемы располагаются в Кумо-Манычской впадине, их максимальные значения площади водной поверхности равны 782.99 км^2, а минимальные доходят до 0.02 км^2 (Уланова, 2014).

Фото 3. Водохранилище Деед-Хулсун, май 2023 г. (фото С.С. Улановой).
Photo 3. Ded-Hulsun reservoir, May 2023 (photo by S.S. Ulanova).

По *условиям питания* искусственные водоемы можно разделить на две группы: на местном и привлеченном стоке. Все искусственные водоемы Прикаспийской низменности существуют *на привлеченном стоке*, питание их происходит через разветвленную сеть обводнительно-оросительных систем с водоподачей из рек Волга, Терек, Кума через Чограйское водохранилище. Эти водоемы наиболее уязвимы и нестабильны, вследствие сильной зависимости от водоподачи с сопредельных территорий и практическим отсутствием поверхностного питания. Примером этого является периодически высыхающий водоем Ханата из-за полного прекращения подачи волжской воды и незначительных

осадков. К водоемам, существующим *на местном стоке*, относятся водоемы Ергенинской возвышенности (вдхр. Аршань-Зельмень, Нугра, Суварган, Амта-Бургуста). Вследствие более обильных осадков на возвышенности Ергени и строения мезорельефа эти водоемы никогда не пересыхают полностью. Водоемы Кумо-Манычской впадины имеют *смешанный тип питания*: мелкие балочные водоемы питаются коллекторно-дренажными водами Право-Егорлыкской оросительной системы; водохранилище Чограй помимо местного стока с рек Рагули, Голубь, Чограй питается водами Терека и Кумы по Терско-Кумскому каналу и его продолжению – Кумо-Маныческому каналу; восточный отсек Пролетарского водохранилища (оз. Маныч-Гудило) питается за счет реки Калаус, которая в свою очередь пополняется коллекторно-дренажными водами с орошаемых массивов и сточными водами Светлограда и Ипатово.

Фото 4. Северное побережье водохранилища Красинское, май 2023 (фото С.С. Улановой).
Photo 4. Northern coast of the Krasinskoe reservoir, May 2023 (photo by S.S. Ulanova).

Прикаспийский район (Прикаспийская область). К нему приурочена крупная система Сарпинских озер, являющаяся палеоруслом Волги (рис. 1, 3б). Эта система представляет собой естественные пресноводные водоемы, режим которых был трансформирован вследствие водохозяйственной деятельности. Общая протяженность цепи Сарпинских озер – около 160 км (Шумаков, 1949). Наиболее значительными из них являются Барманцак, Пришиб, Унгун-Терячи, Ханата, Батыр-Мала и Большая Сарпа. Общий объем водоемов составляет 140 млн. м^3, площадь зеркала – 138.8 км^2, водосборная площадь – 41.85 тыс. м^2, среднегодовой объем стока – 227 млн. м^3. В период весеннего половодья минерализация воды не превышает 0.5-0.7 г/л. После прохождения половодья она возрастает до 3-10 г/л, а к осени в крайних юго-восточных районах доходит до 50-100 г/л.

В настоящее время из вышеперечисленных Сарпинских озер сохранила свое существование лишь южная их часть – оз. Сарпа (водохранилище Цаган-Нур). Питание этих водоемов происходит преимущественно за счет весеннего поверхностного стока и талых вод

с возвышенности Ергени. Дополнительное питание в некоторых водоемах (вдхр. Цаган-Нур) происходит за счет поступлений из оросительных систем. Уровень воды в озерах непостоянен. До 2004 года Сарпинские водоемы в весенние периоды, переполняясь за счет таяния снега, соединялись протоками, которые к лету пересыхали. В настоящее время многие из них высохли и уже не наполняются настолько, чтобы соединяться.

Район Ергенинской возвышенности (*Ергенинская область*). Водоемы Ергеней можно разделить на принадлежащие западному и восточному склонам. На западном склоне возвышенности в пределах Калмыкии находятся истоки пяти рек, относящихся к бассейну Дона. Самая крупная река – Кара-Сал – зарегулирована и представляет собой цепочку прудов (табл. 2).

Таблица 2. Западный склон Ергеней, бассейн р. Дон (Водохозяйственная …, 2003, с дополнениями). **Table 2.** The western slope of the the Yergenei Upland, basin of the Don River (Water map …, 2003, with additions).

№ п/п	Река	Административный район	Площадь водосбора, км^2	Длина водотока в границах РК, км	Средне-Многолетний сток, млн. м^3	Средне-многолетний расход воды, м^3/с
1	Аксай Курмоярский	Сарпинский	338	43	5.5	1.82
2	Россошь	Сарпинский	307	11	5.04	Нет данных
3	Кара-Сал (Хамхурка)	Сарпинский	924	30	9.72	0.43
4	Акшибай	Сарпинский	196	16	2.06	Нет данных
5	Загиста	Целинный	670	42	7.06	Нет данных
6	Джурак-Сал	Целинный	168	23	1.77	10.0

На восточном склоне Ергеней насчитывается 40 балок с малыми реками. Реки, стекающие с восточных склонов возвышенности Ергеней (Элиста, Яшкуль, Омата, Садовая, Сухота, Амта-Бургуста, Царын, Зельмень), заканчиваются или слепыми дельтами, или в образованных ими озерах-лиманах (табл. 3). Они вытянуты в широтном направлении, расстояние между ними от 7-10 км на севере возвышенности до 15-20 км на юге Ергеней. Длина большинства рек – меньше 50 км, площадь водосбора – 300-500 км^2.

Питание рек – в основном снеговое, роль дождевого – невелика. На большинстве водотоков весь сток проходит весной в течение 30-50 дней, но иногда – всего 10 дней. Если сток наблюдается в течение всего года, то большая его часть (70-90% годового объема) приходится на кратковременное весеннее половодье. Режим стока представлен в таблице 4, где указаны сезоны года, в которые он наблюдается, и продолжительность разной водности. Внутригодовое распределение стока представлено в таблице 5.

Для бессточных районов междуречья Терека, Дона и Волги была проведена работа по проектированию комплексного использования и охраны водных объектов этой территории (Схема …, 2012) и сделаны расчеты по определению обеспеченности максимального (табл. 6) и минимального (табл. 7) стока по методике, применяемой при отсутствии данных гидрологических наблюдений.

Таблица 3. Восточный склон возвышенности Ергени, реки бассейна Сарпинских озер (Водохозяйственная …, 2003). **Table 3.** The eastern slope of the Yergeni Upland, rivers of the Sarpin Basin (Water map …, 2003).

№ п/п	Река	Административный район	Площадь водосбора, км^2	Длина водотока в границах РК, км	Среднемноголетний сток, млн. м^3	Среднегодовой расход*, м^3/сек
1	Малая Тингута	Малодербетовский	150	9	2.2	Нет данных
2	Средняя Ласта		140	14	2.1	0.17
3	Дальняя Ласта		194	11	2.9	0.22
4	Грязная		313	38	4.6	Нет данных
5	Ялмата		474	26	5.4	0.37
6	Зельмень	Сарпинский	631	58	7.2	0.68
7	Большая Суха		60	25	0.7	Нет данных
8	Аршань-Зельмень		453	80	5.1	0.09
9	Каменная		143	47	1.6	0.14
10	Элиста		258	41	2.5	Нет данных
11	Амта-Бургуста	Кетченеровский	207	34	1.7	Нет данных
12	Гашун-Бургуста		464	40	3.8	0.20
13	Бухота (Сухота)		668	59	5.5	Нет данных
14	Сухая (Малая Бухдя)		126	23	1.0	Нет данных
15	Кегульта	Целиный	384	54	3.2	Нет данных
16	Овата		267	48	2.2	Нет данных
17	Ар-Нур		242	43	1.7	Нет данных
18	Дунд-Нур		320	51	2.2	Нет данных
19	Омн-Нур		270	52	1.9	Нет данных
20	Ялмата		409	57	2.8	0.08
21	Яшкуль	Яшкульский	1938	153	11.4	0.32
22	Улан-Зуха		852	84	3.1	0.12
23	Мукта		500	60	2.2	Нет данных
24	Хар-Зуха	Ики-Бурульский	630	80	2.7	0.01
25	Манта		359	55	1.6	0.02
26	Шупта		155	44	0.7	0.00
27	Шаред		538	58	2.3	0.03

Примечание к таблице 1: * – по «Схеме комплексного использования ...» (2012). **Note to Table 1:** * – “Scheme for the integrated use and protection of water bodies …” (2012).

Таблица 4. Режим стока рек на восточном склоне возвышенности Ергени.
Table 4. Runoff regime of rivers on the eastern slope of the Yergeni Upland.

Район	Сезоны / продолжительность, месяцы			
	Многоводный сезон	Лимитирующий период	Лимитирующий сезон	Нелимитирующий сезон
Восточного склона Ергени	II-IV 3	V-I 9	V-IX 5	X-I 4

Таблица 5. Внутригодовое распределение стока рек на восточном склоне возвышенности Ергени, %. **Table 5.** Distribution of river runoff within a year on the eastern slope of the Yergeni Upland, %.

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Сток, %	1	5	68	8	2	1	1	1	2	5	4	2

Таблица 6. Максимальные среднесуточные расходы весеннего половодья некоторых рек восточного склона возвышенности Ергени и их обеспеченность (Схема комплексного использования …, 2012). **Table 6.** Maximum average daily discharge of some rivers on the eastern slope of the Yergeni Upland during spring flood, and their water availability (Scheme for the integrated use and protection of water bodies …, 2012).

Водоток	Максимальные расходы, $м^3$/сек		
	1%	5%	95%
Аршань-Зельмень	109.93	65.65	0.38
Гашун-Бургуста	146.75	87.52	0.51
Дальняя Ласта	171.87	102.5	0.60
Зельмень	323.80	193.11	1.12
Каменная	155.73	92.87	0.54
Манта	51.30	30.60	0.18
Средняя Ласта	148.55	88.59	0.52
Улан-Зуха	160.53	95.74	0.56
Хар-Зууха	37.47	22.34	0.13
Шаред	70.53	42.06	0.24
Шупта	16.83	10.04	0.006
Ялмата	246.94	147.27	0.86
Ялмта	134.43	80.17	0.47
Яшкуль	330.76	197.26	1.151

Таким образом, для всех рек характерно исключительно снеговое питание, непродолжительный и маломощный весенний паводок и практически полное отсутствие стока в остальные сезоны года. Большинство рек многократно зарегулировано плотинами, которые позволяют аккумулировать весенний сток в небольших водохранилищах и прудах для использования его в ограниченных объемах различными отраслями хозяйства.

Несмотря на то что каждый водоем имеет свои особенности, всем им свойственны общие черты: нестабильность гидрологического и гидрохимического режимов, резкое изменение минерализации вод в зависимости от количества поступающего стока как по годам, так и внутри сезона, значительная заиленность, бедность флоры и фауны.

Минимальный 30-дневный сток 80% и более низкой обеспеченности равен 0, т.е. отсутствует. Минимальный 30-дневный расход обеспеченностью 5% представлен в таблице 7.

Таблица 7. Минимальные 30-дневные расходы обеспеченностью 5% рек восточного склона возвышенности Ергеней (Схема комплексного использования …, 2012). **Table 7.** Minimum 30-day discharge of the rivers with 5% water availability on the eastern slope of the Yergeni Upland (Scheme for the integrated use and protection of water bodies …, 2012).

Водоток	**Средний многолетний минимальный расход, м^3/сек**	**Минимальный расход обеспеченностью 5%, м^3/сек**
Аршань-Зельмень	0.002	0.003
Гашун-Бургуста	0.004	0.007
Дальняя Ласта	0.004	0.007
Зельмень	0.012	0.024
Каменная	0.003	0.005
Манта	0.000	0.001
Средняя Ласта	0.003	0.006
Улан-Зуха	0.002	0.004
Хар-Зууха	0.0002	0.0005
Шаред	0.001	0.001
Шупта	0.0001	0.0001
Ялмата	0.007	0.013
Ялмта	0.002	0.003
Яшкуль	0.006	0.011

Кумо-Манычский район (Кумо-Манычская область). К нему относятся водоемы бассейна р. Дон: река Западный Маныч и созданное на ней Пролетарское водохранилище (оз. Маныч-Гудило); река Восточный Маныч с расположенным в его долине Чограйским водохранилищем; Состинские водоемы; водоемы низовьев реки Кумы.

Бассейн реки Западный Маныч (рис. 1, 1б). Эта река является левым притоком Дона, основные притоки которого, Большой и Средний Егорлык и Калаус, впадают с южной стороны. Питание этих и других рек происходит главным образом за счет весенних талых вод, в меньшей степени – за счет грунтовых.

Река Западный Маныч впадает в Дон ниже Цимлянского водохранилища. Длина реки составляет 420 км, общая площадь водозабора – около 40 тыс. км^2, в т.ч. в пределах Калмыкии – 8.15 тыс. км^2. Характерной особенностью Манычской впадины является наличие большого количества (около 300) озер и лиманов, приуроченных как к днищу, так и к террасам. В таблице представлены реки, относящиеся к бассейну реки Западный Маныч (табл. 8).

Самым крупным из озер Манычской системы является озеро Маныч-Гудило, которое относится к Пролетарскому водохранилищу (восточный отсек) и находится на пограничной территории Ростовской области, Республики Калмыкия и Ставропольского края. Берега

водоема очень крутые, т.к. абсолютная высота в центре озера составляет 7-8 м н.у.м. БС, на водоразделе – 26 м н.у.м. БС, а в прибрежной охранной зоне – 12-15 м н.у.м. БС (Миноранский и др., 2006). Площадь водного зеркала при минимальном эксплуатационном уровне – 620 км^2, площадь водосбора (частичная) – 19999 км^2, объем – 1150 млн. м^3, средняя ширина – 3 км, средняя глубина – 3 м, длина – 185 км (Природные условия …, 2002). На сегодняшний день основными источниками питания оз. Маныч-Гудило являются реки Большой Егорлык и Калаус. Помимо них питание осуществляется реками Западный Маныч, Джалга, Хар-Зуха и Улан-Зуха. По мнению ученых из Южного научного центра РАН (Маныч-Чограй …, 2005), поступление минерализованных вод (чем характерен сток р. Большой Егорлык) отрицательно влияет на качественный состав воды озера, т.к. оно бессточное. Значительные изменения в гидрохимическом составе воды озера привели к ухудшению ее качества по всем показателям (IV класс качества) и увеличили опасность общего и хлоридного засоления, натриевого и магниевого осолонцевания почвы.

Таблица 8. Характеристики рек бассейна р. Западный Маныч (Водохозяйственная карта …, 2003). **Table 8.** Characteristics of the rivers of the West Manych river basin (Water map …, 2003).

№ п/п	Река	Административный район РК	Площадь водосбора, км^2	Длина водотока в границах РК, км	Средне-многолетний сток, млн. м^3
1	Улан-Зуха	Ики-Бурульский	1406	117	8.7
2	Хар-Зуха	Приютненский	1030	80	6.4
3	Наин-Шара	Целинный	721	109	4.9
4	Кираста	Приютненский	140	14	1.0
5	Дзензи		347	20	2.4
6	Гашун	Яшалтинский	93	20	0.6
7	Джалга		610	81	4.3
8	Джуве		112	18	0.9
9	Хагин-Сала		431	51	3.3
10	Башанта	Городовиковский	470	36	3.7

Наши наблюдения за изменением минерализации оз. Маныч-Гудило выявили ее увеличение в течение вегетационного сезона и в годы исследований (Уланова, 2014; табл. 9). Как для глубоководной части водоема, так и для заливов характерно увеличение минерализации в течение вегетационного сезона от весны к осени и в годы наблюдений. Качественный состав вод в течение сезона и по годам изменялся незначительно: с хлоридно-натриево-сульфатного на хлоридно-сульфатно-натриевый.

Бассейн реки Восточный Маныч и Кумы (рис. 1, 1в). К нему относятся водоемы, занимающие южную часть Калмыкии. В русле р. В. Маныч в 1969 году было создано Чограйское водохранилище. Также к бассейну этой реки относятся Состинские водоемы, которые располагаются в низменной части равнины, в основном лежащей на высотных отметках ниже уровня моря. Долина Восточного Маныча продолжается ниже Чограйского водохранилища в виде неглубоких котловин на протяжении 141 км в сторону Каспийского моря, а затем теряется на Прикаспийской низменности.

Таблица 9. Изменение минерализации поверхностных вод озера Маныч-Гудило в 2009-2011 гг. в его глубоководной центральной части и в заливах. **Table 9**. Mineralization changes in the surface waters of Lake Manych-Gudilo in 2009-2011 observed in its deep central part and its bays.

Водоем	Минерализация по годам (май/сентябрь), г/л		
	2009	2010	2011
Глубоководная часть	30.3/53.73	41.9/49.3	42.13/49.16
Заливы (мелководная часть)	31.8/60.05	45.7/53.12	51.34/73.64

Состинские водоемы (рис. 1, 1г), расположенные в Состинской впадине, относятся к бассейну р. Маныч и располагаются вблизи устья р. В. Маныч. До создания Чограйского водохранилища площадь этих озёр составляла 6810 га (Федюков, 1969), а затем, по данным С.В. Манджиева и И.В. Клюкина (1979), − 10000 га. Средняя глубина наиболее благополучных по водоснабжению озёр Соста и Келькета колебалась от 0.8 до 1.5 м. Устьевыми окончаниями русла р. В. Маныч являются водоемы Хар-Эргэ и Замокта, при этом последнее связано протоком с водоемом Киркита. Южнее расположен ряд мелких соленых озер, часто пересыхающих, самое крупное из которых – Келтрикан. Водоем Хар-Эргэ соединяется в своей северной части с оз. Состинское. Самые северные из Состинских водоемов – оз. Кирпичное и Торце (Уланова, 2011). Озеро Светлое осталось только на топокартах 1991 года и в настоящее время практически не существует, отливая на космических снимках красивым светло-розовым тоном. Но это всего лишь соль и небольшая пленка воды (в годы с обильными осадками) от весенних дождей, которая к лету полностью пересыхает. Площадь Состинских водоемов за ряд лет представлена в таблице 10.

Таблица 10. Площадь водного зеркала Состинских водоемов. **Table 10.** The area of the Sostinsky Reservoirs water table.

Водоем	Площадь зеркала по годам, км^2				
	В.П. Богданов (1997)	ИСЗ Landsat-7, камера ETM+ (Уланова, 2014)			ИСЗ Landsat-8, камера OLI/TIRS, 7.09.2021
	1997	2009	2010	2011	2021
Кирпичное	2	0.8	1.1	1.2	0.75
Состинское	3.3	1.65	1.83	2.1	0.66
Хар-Эрге	4.6	4.16	4.57	5.3	3.52
Замокта	1.4	1.22	1.31	1.4	1.2
Киркита	4.8	3.66	4.15	4.6	3.97
Келтрикан	–	0.51	0.73	1.4	0.65

До 1970 года источниками воды в озёрах служили атмосферные осадки и весенний сток Восточного Маныча. После строительства плотины Чограйского водохранилища вода из него по руслу реки В. Маныч стала поступать в Состинские озёра, в результате чего поднялся их уровень и увеличилась площадь. Сброс чограйской воды осуществляется с ноября по март. Площадь озёр также зависит от объёма воды, поступающей из Черноземельской оросительно-обводнительной системы. В 1996 году в связи с сокращением объёма сбрасываемых вод их площадь составила 51.2 км², из них площадь

рыбохозяйственных водоёмов – примерно 29 км². В 1999 году этот показатель снизился до 20 км².

Определяющее влияние на гидрохимические показатели воды озёр оказывает отсутствие гарантированной водоподачи. Сбросные и дренажные воды, поступающие в озёра, высокоминерализованные – 3.8 г/л весной и 4.7 г/л осенью. В самих озёрах минерализация увеличивается к осени за счет испарения, а также значительно, до 15 г/л, – по мере удаления от Чограйского водохранилища – основного источника водоснабжения и распреснения. В целом вода Состинских озёр в соответствии с классификацией ВолжНИИГиМ была оценена как высокоминерализованная, хлоридно-сульфатная, группы натрия II-III типов (Химический состав …, 1999).

Водоемы низовьев реки Кумы (рис. 1, 1д) образуют несколько территориально обособленных групп, таких как Масалыгинская, Светлоерикская, Черевичкина, Чернолесская, Лапасинская и Андра-Атинская. Общая площадь этих озер в период их наибольшего развития составляла более 60 км^2. Три системы озер (Черевичкина, Светлоерикская, Андра-Атинская) полностью или большей частью находятся в пределах Калмыкии.

Качественный анализ вод практически всех водоемов республики показал, что воды соленые и очень соленые, средние многолетние значения минерализации поверхностных вод колеблются от 1.7 до 10.5 г/л. Гидрологический режим большинства местных водохранилищ характеризуется нестабильностью объема, водного зеркала, уровня, минерализации, высоким испарением, замедленным водообменом, слабой проточностью и, как следствие жаркого климата, накоплением химических и токсичных веществ.

Использование водных ресурсов Калмыкии

Калмыкия не имеет достаточного количества собственных источников воды для обеспечения не только промышленности и сельского хозяйства, но и населения. Среднее удельное водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды здесь в 2 раза ниже среднероссийского уровня и составляет до 70 л/сут на одного жителя (в сельской местности – менее 40 л/сут, что в 4 раза ниже, чем в среднем по России). Централизованным водоснабжением обеспечено 72.4% населения республики, а 17.6% населения пользуется водой из нецентрализованных источников (шахтные колодцы, одиночные скважины, водоемы) и еще 10% обеспечиваются водоснабжением путем подвоза воды (Доклад об экологической …, 2020).

Проблема водоснабжения стоит очень остро не только потому, что поверхностные воды Калмыкии преимущественно высокоминерализованные, но и потому, что они загрязнены. По всей территории наблюдается аккумуляция загрязняющих веществ в грунтовых водах, что не позволяет использовать их для питья без предварительной очистки по специальным технологиям. Более 80% проб воды в городах республики не отвечают нормативным требованиям по физико-химическим показателям, а 30% – по микробиологическим. В данный момент обеспечить очистку невозможно в силу отсутствия необходимого комплекса очистных сооружений и обеззараживающих установок (Схема комплексного использования …, 2012). Неблагополучна ситуация и в столице, Элисте, где гигиенический норматив потребления меньше требуемого примерно на 37%. По данным местных санитарно-эпидемиологических служб, в связи с потреблением некачественной воды в Калмыкии увеличилось количество людей, страдающих заболеваниями мочеполовой и эндокринной систем, крови и кроветворных органов, паразитарных и инфекционных, в т.ч. вирусного гепатита и бактериальной дизентерии.

Основным и часто единственным источником хозяйственно-питьевого и технического

водоснабжения населения Калмыкии являются подземные воды.

На территории республики сочленяются 4 крупных артезианских бассейна: Ергенинский, Северо-Каспийский, Восточно-Предкавказский и Азово-Кубанский. Основными подземными водоносными горизонтами являются хвалыно-хазарский, апшеронский, ергенинский и понтический (табл. 11). Основным источником водоснабжения для Калмыкии является Ергенинский водоносный горизонт, распространенный в пределах двух артезианских бассейнов – Северо-Каспийского и Ергенинского. Глубина его залегания – до 100-120 м. На территории республики разведано 21 месторождение подземных вод с минерализацией воды до 3 г/л, прогнозные запасы которых составляют 490-760 тыс. м^3 в сутки. Воды с минерализацией от 3 до 10 г/л имеют запасы почти в 900 тыс. м^3 в сутки, при этом ежегодный забор подземных вод остается стабильно низким – всего 13.1-13.8 млн. м^3 (Информация …, 2013).

Таблица 11. Общие прогнозные запасы подземных вод (Доклад об экологической …, 2020).
Table 11. Generalized forecasts for groundwater reserves (Report …, 2020).

Водонапорный горизонт	**Прогнозные запасы подземных вод, тыс. м^3/сут**				
	Всего	**В т.ч. с минерализацией, г/л**			
		до 1.0	**1.0-1.5**	**1.5-3.0**	**3.0-10.0**
Ергенинский	739.86	90.08	115.09	308.75	225.94
Яшкульский	302.68	6.55	31.78	50.84	213.51
Апшеронский	231.38	–	6.38	16.28	208.79
Средне-нижнеэоценовый	42.17	–	–	–	42.17
Понтический	176.97	–	46.82	46.82	74.39
Сарматский	103.97	–	2.47	24.1	77.4
Хвалыно-хазарский (линзы)	59.8	15.8			44.0
Итого	1647.83	96.63	218.27	446.79	886.2

Подземные воды на территории республики отличаются природным загрязнением, имеют невыдержанный пестрый химический состав, не всегда соответствующий нормативным требованиям. Разведанные запасы не отвечают по качеству установленным требованиям ГОСТа Р 51232-98 «Вода питьевая» (1999). На возвышенности Ергени подземные воды имеют повышенные показатели минерализации, жесткости и содержания железа. На юге республики они заражены мышьяком, отмечаются превышения ПДК по фенолам и ароматическим углеводородам. Практически во всех месторождениях подземных вод наблюдается повышенная минерализация от 1.6 до 10 г/л и жесткость воды от 10 до 12 мг-экв/л; часто вода не удовлетворяет требованиям по микробиологическому показателю и не может быть использована в пищевой промышленности. В последние годы под влиянием техногенного воздействия (эксплуатация, орошение, фильтрация из каналов) произошли значительные изменения запасов подземных вод, поэтому необходима их переоценка.

Основным потребителем подземных вод остается г. Элиста – столица Республики Калмыкия. Общая потребность города, согласно расчетам (Доклад об экологической ..., 2020), составляет в настоящее время 80 тыс. м^3/сут, а в перспективе – 120 тыс. м^3/сут. Потребность в водных ресурсах на хозяйственно-питьевые нужды населения составляет 14.6 млн. м^3 в год или 40.0 тыс. м^3 в сутки (Чистая вода, 2009).

Таким образом, природная водообеспеченность Калмыкии не удовлетворяет потребности отраслей экономики и социальных нужд. Обеспеченность населения ресурсами речного стока – 12.92 тыс. м^3/год на человека, что ниже как среднероссийского показателя (31.72 тыс. м^3/год на человека), так и показателя Южного федерального округа (17.04 тыс. м^3/год на человека). Обеспеченность прогнозными ресурсами подземных вод – 0.39 м^3/сут на человека, что значительно ниже среднероссийского показателя (5.94 м^3/сут на человека) и ниже показателя округа (1.21 м^3/сут на человека). По данному показателю республика занимает последнее место среди регионов федерального округа. Бытовое водопотребление на душу населения в ней составляет 26.15 м^3/год на человека, что ниже как среднероссийского показателя, так и показателя по Южному федеральному округу (56.21 и 51.47 м^3/год на человека соответственно; Вода России, 2020). Имеющиеся собственные поверхностные водные ресурсы являются совершенно не пригодными для водоснабжения населения, а подземные большей частью имеют высокую минерализацию, однако используются для питья и приготовления пищи после водоподготовки. На сегодня существующие в республике мощности и технологии очистных сооружений на действующих водопроводах не могут обеспечить барьерной роли реальным уровням загрязнений, которые постоянно растут, а адекватные меры по обработке воды отстают.

Для обеспечения потребности в воде производственных, сельскохозяйственных и социальных нужд и предотвращения негативного воздействия вод в течение многих лет с 1937 по 1972 гг. в Калмыкии был создан водохозяйственный комплекс, включающий в себя:

– 3 групповых пастбищных водопровода общей протяженностью 1200 км;
– Чограйское водохранилище и Чограйский сбросной канал;
– построена защитная дамба первого этапа строительства защиты города Лагань;
– для использования вод местного стока построены, в основном хозяйственным способом, более 300 прудов и мелких водохранилищ;
– устроены более 2000 артезианских скважин;
– созданы 5 оросительно-обводнительных систем проектной мощностью 124.5 тыс. га орошения (рис. 2).

Сарпинская оросительно-обводнительная система (ООС) расположена на территории Волгоградской и Астраханской областей и Республики Калмыкия, на бессточной территории междуречья Терека, Волги и Дона. Ее основное назначение – производство риса и кормов для нужд животноводства, обводнение пастбищ. Проектная площадь орошения в республике составляет 33.2 тыс. га, из которых площадь регулярного орошения – 14.3 тыс. га, лиманного – 18.9 тыс. га. Источником орошения Сарпинской ООС является р. Волга. Поступающие из нее воды при общем низком уровне минерализации (до 0.7 г/л) могут иметь различный химический состав: от гидрокарбонатно-кальциевого до сульфатно-кальциево-натриевого (активность нейтральная – pH = 8.0-8.3; Овчинников и др., 2015; Химический состав …, 1999).

Черноземельская ООС. Орошаемые земли размещены на территории Кетченеровского, Целинного, Яшкульского, Черноземельского, Ики-Бурульского районов, на бессточной территории междуречья Терека, Волги и Дона. Основное назначение – производство кормов для нужд животноводства, обводнение пастбищ. Проектная площадь орошения составляет 40.4 тыс. га, из которых площадь регулярного орошения – 22.0 тыс. га, лиманного – 18.4 тыс. га. Оросительные и дренажно-сбросные воды имеют приблизительно одинаковый уровень минерализации – 1.2-1.8 г/л, сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный уровень минерализации и слабощелочную реакцию активности (pH = 7.8-8.2; Овчинников и др., 2015). Водоисточником системы является Чограйское водохранилище, наполняемое

терской и кумской водой по Терско-Кумскому каналу и его продолжению – Кумо-Маныческому каналу. Вода из водохранилища поступает самотеком в Черноземельский магистральный канал, оттуда – в хозяйственные каналы и межхозяйственные распределители – Яшкульский, Гашунский и Приозерный.

Право-Егорлыкская ООС. Система находится в зоне Городовиковского и Яшалтинского районов. Ее назначение – выращивание овощей, зерновых, кормов, обводнение. Площадь земель регулярного орошения – 4.9 тыс. га. Источником питания системы является Новотроицкое водохранилище (сток р. Кубань) в Ставропольском крае и относится к бассейну р. Дон. Вода подается самотеком из левой ветви Право-Егорлыкского канала, откуда до мест назначения вода идет по Ростовскому, Лево-Джалгинскому и Право-Джалгинскому распределителям. Вода, подаваемая из р. Кубань, имеет минерализацию до 0.6 г/л при различном химическом составе (от гидрокарбонатно-кальциевого до сульфатно-кальциево-магниевого) и нейтральной реакции (pH = 7.5). Дренажно-сбросная вода имеет худшее качество: минерализацию – до 3 г/л, химический состав – от гидрокарбонатно-сульфатно-магниево-кальциевого до сульфатно-натриево-магниевого, активность – нейтральную (Овчинников и др., 2015).

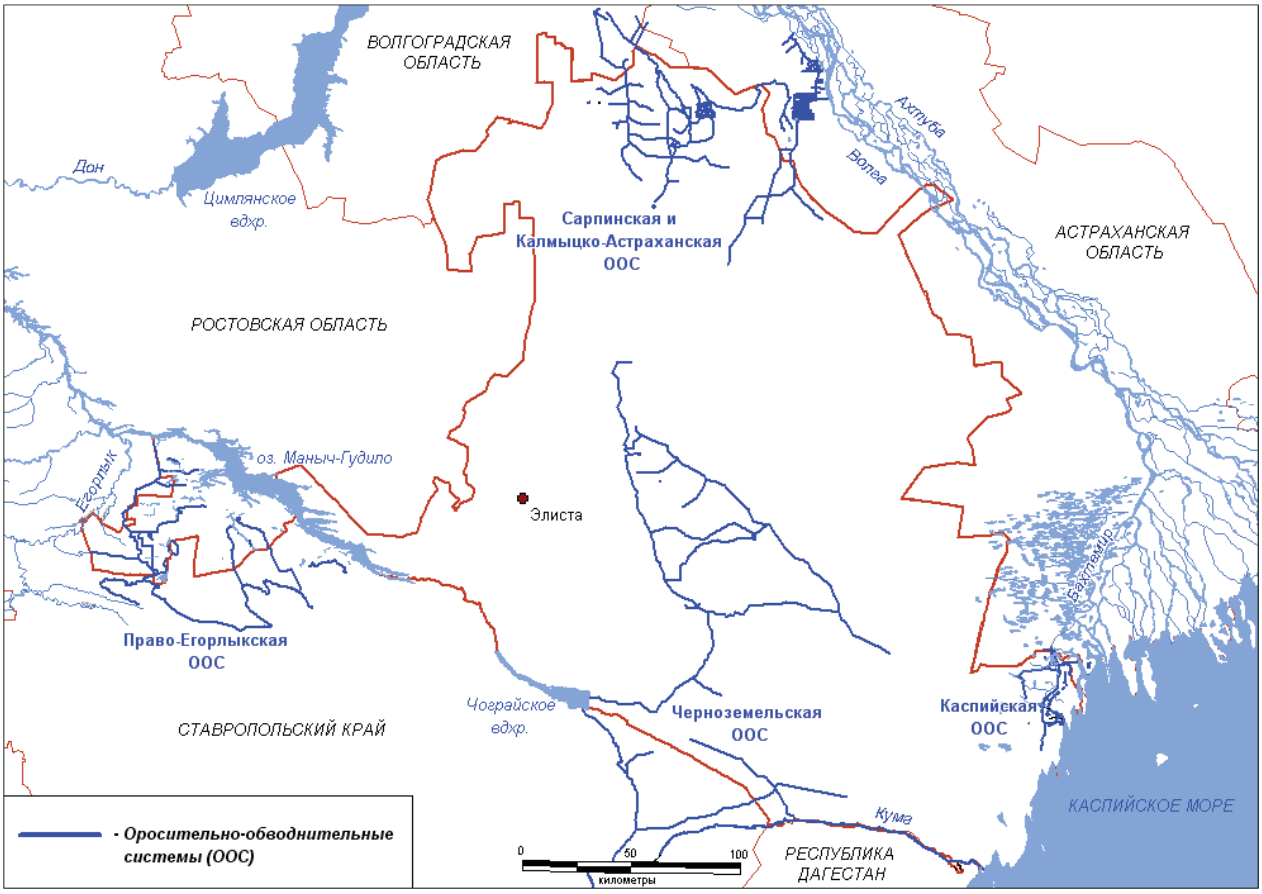

Рис. 2. Схема обводнительно-оросительных систем Калмыкии (Кадаева, 2013).
Fig. 2. Schematic map of Kalmykian irrigating systems (Kadaeva, 2013).

Калмыцко-Астраханская ООС. Орошаемые территории – северо-восток Калмыкии, юго-западная часть Черноярского района Астраханской области, располагающиеся на бессточной территории междуречья Терека, Волги и Дона. Источник орошения – водохранилище Северное (Черноярское, Кривая Лука), расположенное в Черноярском районе. Забор воды

осуществляется плавучими насосными станциями, расположенными у села Черный Яр. Из водохранилища насосная станция подает воды в Калмыцкий магистральный канал, имеющий земляное русло и протяжённость 35 км. С 2015 года система временно не эксплуатируется в связи с отсутствием финансирования из федерального бюджета.

Каспийская ООС расположена в Лаганском районе и относится к бассейну р. Волги. Водоисточники – р. Бахтемир, являющаяся правым рукавом р. Волги, и Каспийское море. Вода поступает самотеком по головному каналу до насосной станции у пос. Джалыково, а далее – машинным способом. Воды, поступающие из низовьев р. Волги, имеют благоприятные показатели: содержание солей не более 0.5 г/л, гидрокарбонатно-кальциевый состав и нейтральную реакцию (Овчинников и др., 2015). Площадь регулярного орошения постепенно снижается из-за засоления и подтопления земель вследствие подъема уровня Каспийского моря. По состоянию на 2011 год площадь орошения составила 1277 га, в т.ч. регулярного – 1249 га, а лиманного – 28 га (Дедова и др., 2015). В настоящее время система служит для подачи воды в г. Лагань, для обводнения пастбищ и полива огородов.

Оценка качества воды, используемой для орошения в Калмыкии, была выполнена по предложенной зональной шкале (Овчинников и др., 2016). Она показала, что на Право-Егорлыкской обводнительно-оросительной системе по почвенно-гидрогеолого-мелиоративным показателям вода относится к I классу качества, т.е. она хорошего качества; на Черноземельской ООС (р. Терек, Кума) – к II-III классам из-за повышенной минерализации и опасности развития негативных процессов в почвах; а вода местного паводкового стока (малые реки и балки) – к I классу. В то же время этот сток, аккумулированный в водоемах и водохранилищах, в различные годы относился к II-IV классам по опасности засоления и осолонцевания. Морские воды Каспия также пригодны для орошения и относятся к III классу.

Обобщенная характеристика использования водных ресурсов (табл. 12), сделанная в работе В.В. Бородычева с соавторами (2016), дает более конкретные количественные значения минерализации используемых ресурсов в каждой из обводнительно-оросительных систем. В то же время таблица 12 показывает, что используемые объемы воды существенно ниже отпущенных лимитов.

Общая протяженность магистральной сети оросительных каналов республики равна 1137 км, а длина сети сбросных коллекторов – 633 км. Площадь орошаемых сельскохозяйственных угодий с 2010 по 2018 годы оставалась неизменной – 48.3 тыс. га. Состояние орошаемых земель за 2005-2018 годы только в 2-4% случаев оценивается как хорошее, в 24-29% – как удовлетворительное, в 68-73% – как неудовлетворительное. Уровень минерализации воды на ООС колеблется от 0.3 до 2.0 г/л при различном химическом составе. Общие лимиты ежегодного забора пресной воды составляют 1253.5 млн. м^3, но в настоящее время фактически подается только 600 млн. м^3. Ранее до 60% от этого объема приходились на орошение земель, общая площадь которых к середине 90-х годов насчитывала до 170 тыс. га. В настоящий период площадь используемых орошаемых земель по республике уменьшилась до 42 тыс. га. Соответственно, снизились и объемы водопотребления – с 700 до 150-200 млн. м^3 (Бородычев и др., 2016).

Практически вся сеть магистральных, распределительных и сбросных каналов выполнена в земляном русле, что приводит к значительным потерям воды, особенно на легких грунтах, к развитию процессов вторичного засоления, осолонцевания, подтопления и заболачивания. К тому же в условиях высокого испарения высоки потери воды при транспортировке, которые в 2020 году составили 106.19 млн. м^3 (Доклад об экологической …, 2020). Основная проблема орошения и обводнения пастбищ – техническая изношенность оросительных систем, введенных в эксплуатацию в 1960-1980-х гг., а также отсутствие достаточных финансовых средств на оплату электроэнергии для работы насосных станций.

Динамика водопотребления и водоотведения в республике представлена в таблице 13. Анализ таблицы показывает, что, несмотря на существующие лимиты водоподачи (в 2020 году квота на забор воды по Республике Калмыкия составила 745.561 млн. м^3), объемы водопотребления снижаются и в 2020 году составили 285.92 млн. м^3.

В то же время практически не применяются современные технологии использования воды: объем воды, использующейся в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, незначителен – 0.17 млн. м^3.

Таблица 12. Общая характеристика водных ресурсов и их использование в Калмыкии для орошения (Бородычев и др., 2016). **Table 12.** General characteristics of water resources and their irrigational use in Kalmykia (Borodychev et al., 2016).

Регион, откуда привлекаются водные ресурсы	**Водоисточник**	**Наименование ООС**	**Водоподача, млн. м^3, лимиты / факт.**	**Минерализация воды, г/л**	**Использование для орошения**
Поверхностные водные ресурсы					
Ставропольский Край	р. Кубань	Правоегорлыкская	93.0 / 65.8	0.3-0.45	Нет
	р. Терек, Кума	Черноземельская	536.9 / 297.6	1.5-2.0	Да
Волгоградская область	р. Волга	Сарпинская, Калмыцко-Астраханская	574.8 / 220.6	0.4-0.6	Да
Астраханская область	р. Волга	Каспийская	48.8 / 4.2	0.4-0.5	Да
Республика Калмыкия	Местный сток малых рек и балок	–	–	0.1-0.43	Нет
Республика Калмыкия	Водоемы (озера, водохранилища, пруды)	–	– / 13.0	0.8-425.5	Нет
Республика Калмыкия	Воды Каспийского моря	Каспийская	–	0.5-1.4	Нет
Итого			1253.5 / 613.0		
Подземные водные ресурсы					
Республика Калмыкия	Подземные артезианские бассейны		1647.8* / 13.8	0-10.0	Нет

Примечание к таблице 12: 1647.8* – общие прогнозные запасы, тыс. м^3/сут.
Note to Table 12: 1647.8* – total forecasted water reserves, thousands m^3 per day.

Выводы

Природная водообеспеченность Республики Калмыкия не удовлетворяет потребностям отраслей экономики и социальных нужд и тормозит их развитие. Имеющиеся собственные поверхностные воды являются высокоминерализованными и химически загрязненными, совершенно не пригодными для водоснабжения населения, и только малая часть подземных вод используется для питьевого водоснабжения. Водохозяйственная система республики находится в глубоком кризисе: высока техническая изношенность групповых водопроводов, отсутствуют необходимый комплекс очистных сооружений и четко сформулированная

система государственных обязательств по обеспечению населения чистой водой, отсутствуют геологоразведочные работы и т.д.

Таблица 13. Показатели водопотребления и водоотведения за 2014-2020 гг. (Государственный …, 2006-2019). **Table 13.** Water consumption and sanitation indicators for 2014-2020 (State Report …, 2006-2019).

Показатель	Единица измерения	Годы					
		2014	2015	2017	2018	2019	2020
Водоотведение в поверхностные водоемы (всего), в т.ч.:	млн. м^3	18.50	16.19	18.75	17.73	20.96	17.5
- нормативно чистых		4.25	4.09	0.00	0.00	0.00	0.00
- нормативно очищенных		4.58	4.09	3.85	2.91	2.73	2.77
- недостаточно очищенных		–	–	0.00	0.95	1.02	1.03
Загрязненных сточных вод, из них:		14.25	12.10	14.90	13.87	18.24	13.7
- без очистки		14.25	12.10	14.90	13.87	17.21	13.7
- недостаточно очищенных		–	–	–	0.00	1.02	–
Сброшено основных загрязняющих веществ в водные объекты	тыс. тонн	56.92	66.92	1391.63	31.88	31.88	14.986
Использовано воды (всего)	млн. м^3	644.56	397.35	330.88	296.67	315.00	285.92
Объем оборотной и повторно-последовательно используемой воды		0.21	0.09	0.09	0.09	0.19	0.17
Объем бытового водопотребления (использование питьевой воды)		7.33	7.29	6.88	6.59	7.39	6.97

В юго-восточной части республики можно использовать воды Северо-Западного Каспия, которые имеют небольшую минерализацию и при должном уровне очистки могут быть использованы для водоснабжения жителей Лаганского и Черноземельского района.

На юге необходимо завершить затянувшуюся на десятилетия реконструкцию Левокумского гидроузла и ремонта плотины, наполнить Чограйское водохранилище, запустить Черноземельскую ООС.

Необходима реконструкция обводнительно-оросительных систем с целью сокращения потерь воды при транспортировке и использовании на полях.

Необходимо возобновить масштабное проведение геологоразведочных работ по изучению подземных вод (поиск, разведка и переоценка запасов) в пределах двух артезианских бассейнов Северо-Каспийского и Ергенинского для восстановления работы артезианских скважин.

На наш взгляд, проблема водоснабжения должна проводиться поэтапно, планомерно и в различных зонах республики решаться по-разному. Так, например, для обводнения северных частей (Октябрьский, Малодербетовский, Кетченеровский административные районы) необходимо возобновить подачу воды из р. Волги на основе водоводов. Но до этого

необходимо восстановить плотину у п. Чарлакта, взорванную при прокладывании линейного газопровода между пос. Эвдык и Цаган-Нур в нарушение всех природоохранных норм и законопроектов. Восстановление плотины необходимо для наполнения южной части Сарпинских водоемов – водохранилища Сарпа.

Финансирование. Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-10017 «Геоэкологическая оценка водных объектов Республики Калмыкия и прилегающих к ним территорий».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богданов В.П.* 1997. Экономика водного хозяйства Калмыкии. Элиста: Джангар. 252 с.
2. *Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Сазанов М.А., Плешакова И.Г.* 2016. Зональные критерии оценки качества поливных вод Калмыкии // Мелиорация и водное хозяйство. № 2. С. 40-45.
3. Вода России. 2020. Научно-популярная энциклопедия Республика Калмыкия [Электронный ресурс https://water-rf.ru/ (дата обращения 11.10.2020)].
4. Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2017 году (Статистический сборник). 2018 / Ред. Н.Г. Рыбальский, В.А. Омельяненко, А.Д. Думнов. М.: НИА-Природа. 230 с.
5. Водные ресурсы России и их использование. 2008 / Ред. И.А. Шикломанов. СПб.: Государственный гидрологический институт. 600 с.
6. Водохозяйственная карта Республики Калмыкия. 2003. Масштаб 1: 500000 / Сост. С.С. Уланова, В.Ц. Дюмкеева, Е.В. Цуцкин. Элиста: КИСЭиПИ. 1 л.
7. *Габунщина Э.Б., Горшков Е.* 1998. Как остановить пустыню? Элиста: Джангар. 117 с.
8. ГОСТ Р 51232-98. 1999. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества [Электронный ресурс

REFERENCES

1. Bogdanov VP. Economics of water management in Kalmykia [*Ekonomika vodnogo khozyaystva Kalmykii*]. Elista: Dzhangar, 1997:252.
2. Borodychev VV, Dedova EB, Sazanov MA, Pleshakova IG. Zonal criteria for assessing the quality of irrigation water in Kalmykia [Zonal'nyye kriterii otsenki kachestva polivnykh vod Kalmykii] *Melioration and water management [Melioratsiya i vodnoye khozyaystvo]*. 2016;2:40-45.
3. Water of Russia *[Voda Rossii*] *Popular science encyclopedia Republic of Kalmykia [Nauchno-populyarnaya entsiklopediya Respublika Kalmykiya]*. 2020, Available at https://water-rf.ru/ (Date of Access 11/10/2020).
4. Water resources and water management in Russia in 2017 (Statistical collection) [*Vodnyye resursy i vodnoye khozyaystvo Rossii v 2017 godu (Statisticheskiy sbornik)*] / eds. N.G. Rybalsky, V.A. Omelyanenko, A.D. Dumnov. Moscow: NIA-Priroda, 2018:230.
5. Water resources of Russia and their use [*Vodnyye resursy Rossii i ikh ispol'zovaniye*] / ed. I.A. Shiklomanov. Saint-Petersburg: Gosudarstvennyy gidrologicheskiy institut, 2008:600.
6. Water map of the Republic of Kalmykia [*Vodokhozyaystvennaya karta Respubliki Kalmykiya*] *Scale 1:500000 [Masshtab 1:500000]* / eds. S.S. Ulanova, V.Ts. Dyumkeeva, E.V. Tsutskin. Elista: KISEiPI, 2003:1.
7. Gabunchina EB, Gorshkov E. How to stop a desert? [*Kak ostanovit' pustynyu?*] Elista: Dzhangar, 1998:117.
8. State Standard R 51232-98 [*GOST R 51232-98*] *Fresh water [Voda pit'yevaya] General requirements for the organization and methods of quality control [Obshchiye trebovaniya k*

https://docs.cntd.ru/document/1200003120 (дата обращения 04.09.2019)].

9. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2005-2018 году. 2006-2019. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии [Электронный ресурс https://rosreestr.gov.ru/activity/gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-ispolzovaniya-i-okhrany-zemel/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-rossiyskoy-federatsii/ (дата обращения 04.09.2019)].
10. *Дедова Э.Б., Бородычев В.В., Сазанов М.А.* 2015. Лиманное орошение Калмыкии: состояние и пути эффективного использования: монография. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. 272 с.
11. Доклад об экологической ситуации на территории Республики Калмыкия в 2020 году. 2020 [Электронный ресурс http://kalmpriroda.ru/dokumenty/doklady/doklad-ob-ekologicheskoy-situatsii-na-territorii-respubliki-kalmykiya-v-2020-godu/ (дата обращения 25.04.2022)].
12. Информация о состоянии и использовании водных ресурсов Республики Калмыкия. 2013. Элиста: Отдел водных ресурсов по РК ЗК БВУ. 135 с.
13. *Кадаева А.Г.* 2013. К вопросу о качестве оросительных вод в Калмыкии // Вестник Калмыцкого института гуманитарных исследований РАН. № 1. С. 160-162.
14. *Манджиев А.С., Клюкин Н.В*. 1979. Калмыцкая АССР: экономико-географический очерк. 2-е изд., испр. и доп. Элиста: Калмыцкое книжное издательство. 137.

organizatsii i metodam kontrolya kachestva]. 1999, Available at https://docs.cntd.ru/document/1200003120 (Date of Access 04/09/2019).

9. State (national) report on the state and use of land in the Russian Federation in 2005-2018 [*Gosudarstvennyy (natsional'nyy) doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossiyskoy Federatsii v 2005-2018 godu*] *Federal Service for State Registration, Cadaster and Cartography [Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy registratsii, kadastra i kartografii]*. 2006-2019 Available at https://rosreestr.gov.ru/activity/gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-ispolzovaniya-i-okhrany-zemel/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i -ispolzovanii-zemel-rossiyskoy-federatsii/ (Date of Access 04/09/2019).
10. Dedova EB, Borodychev VV, Sazanov MA. Liman irrigation in Kalmykia: status and ways of effective use: monograph [*Limannoye orosheniye Kalmykii: sostoyaniye i puti effektivnogo ispol'zovaniya: monografiya*]. Volgograd: FGBOU VO Volgogradskiy GAU, 2015:272.
11. Report on the environmental situation in the territory of the Republic of Kalmykia in 2020 [*Doklad ob ekologicheskoy situatsii na territorii Respubliki Kalmykiya v 2020 godu*]. 2020, Available at http://kalmpriroda.ru/dokumenty/doklady/doklad-ob-ekologicheskoy-situatsii-na-territorii-respubliki-kalmykiya-v-2020-godu/ (Date of Access 25/04/2022).
12. Information on the state and use of water resources of the Republic of Kalmykia [*Informatsiya o sostoyanii i ispol'zovanii vodnykh resursov Respubliki Kalmykiya*]. Elista: Otdel vodnykh resursov po RK ZK BVU, 2013:135.
13. Kadaeva AG. On the issue of the quality of irrigation water in Kalmykia [K voprosu o kachestve orositel'nykh vod v Kalmykii] *Bulletin of the Kalmyk Institute for Humanitarian Research of the Russian Academy of Sciences [Vestnik Kalmytskogo instituta gumanitarnykh issledovaniy RAN]*. 2013;1:160-162.
14. Mandzhiev AS, Klyukin NV. Kalmyk Autonomous Soviet Socialist Republic: economic and geographical essay, 2nd ed. [*Kalmytskaya ASSR: ekonomiko-geograficheskiy ocherk*].

15. Маныч-Чограй: история и современность (предварительные исследования). 2005 / Ред. Г.Г. Матишов. Ростов-на-Дону: Эверест. 152 с.
16. Методические указания по изучению процессов опустынивания аридных территорий Калмыцкой АССР. 1986 / Сост. В.А. Бананова. Ред. Н.Г. Харина. Элиста: Республиканская типография ГК КАССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 38 с.
17. *Миноранский В.А., Узденов А.М., Подгорная Я.Ю.* 2006. Птицы озера Маныч-Гудило и прилегающих степей. Ростов-на-Дону: ЦВВР. 330 с.
18. О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2017 году. 2018. Государственный доклад. М.: НИА-Природа. 298 с.
19. *Овчинников А.С., Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Сазанов М.А.* 2015. Мониторинг водных ресурсов Республики Калмыкия и проблемы экосистемного водопользования в агропромышленном комплексе // Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. № 3 (39). С. 9-19.
20. *Овчинников А.С., Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Сазанов М.А*. 2016. Экологическая система нормирования качества оросительных вод для условий Калмыкии // Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. № 2 (42). С. 14-26.
21. Природные условия и естественные ресурсы Ростовской области. 2002 / Ред. Ю.П. Хрусалев. Ростов-на-Дону: Батайское книжное

Elista: Kalmytskoye knizhnoye izdatel’stvo, 1979:137.
15. Manych-Chogray: history and modernity (preliminary research) [*Manych-Chogray: istoriya i sovremennost’ (predvaritel’nyye issledovaniya)*] / ed. G.G. Matishov. Rostov-on-Don: Everest, 2005:152.
16. Methodological instructions for studying the processes of desertification of arid territories of the Kalmyk Autonomous Soviet Socialist Republic [*Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu protsessov opustynivaniya aridnykh territoriy Kalmytskoy ASSR*] / comp. V.A. Bananova; ed. N.G. Kharina. Elista: Respublikanskaya tipografiya GK KASSR po delam izdatel’stv, poligrafii i knizhnoy torgovli, 1986:38.
17. Minoransky VA, Uzdenov AM, Podgornaya YaYu. Birds of Lake Manych-Gudilo and adjacent steppes [*Ptitsy ozera Manych-Gudilo i prilegayushchikh stepey*]. Rostov-on-Don: TSVVR, 2006:330.
18. On the state and use of water resources of the Russian Federation in 2017 [*O sostoyanii i ispol’zovanii vodnykh resursov Rossiyskoy Federatsii v 2017 godu*] *State report [Gosudarstvennyy doklad]*. Moscow: NIA-Priroda, 2018:298.
19. Ovchinnikov AS, Borodychev VV, Dedova EB, Sazanov MA. Monitoring of water resources of the Republic of Kalmykia and problems of ecosystem water use in the agro-industrial complex [Monitoring vodnykh resursov Respubliki Kalmykiya i problemy ekosistemnogo vodopol’zovaniya v agropromyshlennom komplekse] *News of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education [Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye obrazovaniye]*. 2015;3 (39):9-19.
20. Ovchinnikov AS, Borodychev VV, Dedova EB, Sazanov MA. Ecological system for regulating the quality of irrigation water for the conditions of Kalmykia [Ekologicheskaya sistema normirovaniya kachestva orositel’nykh vod dlya usloviy Kalmykii] *News of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education [Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i*

издательство. 432 с.
22. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна Каспийского моря междуречья Терека и Волги. 2012. Проект. Сводный том (утверждаемая часть). М.: ЗАО НТЦ «Регионгидропроект». 215 с.
23. Чистая вода. 2009. Постановление Правительства Республики Калмыкия от 26 августа 2009 года № 295 «О региональной комплексной программе на 2009-2022 годы» [Электронный ресурс https://docs.cntd.ru/document/460201863 (дата обращения 25.04.2022)].
24. *Уланова С.С.* 2009. Методика комплексной геоэкологической оценки искусственных водоемов и прилегающих территорий: методическое пособие. Элиста: ИКИАТ. 53 с.
25. *Уланова С.С.* 2014. Экологическая паспортизация искусственных водоемов Кумо-Манычской впадины в пределах Республики Калмыкия. Элиста: Джангар. 180 с.
26. *Уланова С.С.* 2011. Водоемы Кумо-Манычской впадины на территории Калмыкии: режим, экотонные системы побережий и использование // Аридные экосистемы. Т. 17. № 2 (47). С. 33-46. [*Ulanova S.S.* 2011. The reservoirs of the Kuma-Manych Depression in the territory of Kalmykia: Regimen, ecotonic systems of the shores, and use // Arid Ecosystems. Vol. 1. No. 2. P. 95-103.]
27. *Федюков А.Н.* 1969. Природа Калмыцкой АССР. Элиста. 132 с.
28. Химический состав и качественные показатели оросительных вод Калмыкии. 1999. Отчет НИР / Ред. Л.В. Руднева, В.Ф. Шматкин. Элиста: Кф ВНИИГиМ. 32 с.
29. *Шумаков В.С.* 1949. Сарпинские озера: краткий географический

vyssheye obrazovaniye]. 2016;2 (42):14-26.
21. Natural conditions and natural resources of the Rostov region [*Prirodnyye usloviya i yestestvennyye resursy Rostovskoy oblasti*] / ed. Yu.P. Khrusalev. Rostov-on-Don: Batayskoye knizhnoye izdatel'stvo, 2002:432.
22. Scheme for the integrated use and protection of water bodies in the Caspian Sea basin between the Terek and Volga rivers [*Skhema kompleksnogo ispol'zovaniya i okhrany vodnykh ob»yektov basseyna Kaspiyskogo morya mezhdurech'ya Tereka i Volgi*] *Project [Proyekt] Consolidated volume (approved part) [Svodnyy tom (utverzhdayemaya chast')]*. Moscow: CJSC STC "Regionhydroproekt", 2012:215.
23. Pure water [*Chistaya voda*] *Decree of the Government of the Republic of Kalmykia dated August 26, 2009 No. 295 "On the regional comprehensive program for 2009-2022" [Postanovleniye Pravitel'stva Respubliki Kalmykiya ot 26 avgusta 2009 goda No. 295 "O regional'noy kompleksnoy programme na 2009-2022 gody"]*. 2009, Available at https://docs.cntd.ru/document/460201863 (Date of Access 25/04/2022).
24. Ulanova SS. Methodology for a comprehensive geo-ecological assessment of artificial reservoirs and adjacent territories: a methodological manual [*Metodika kompleksnoy geoekologicheskoy otsenki iskusstvennykh vodoyemov i prilegayushchikh territoriy: metodicheskoye posobiye*]. Elista: IKIAT, 2009:53.
25. Ulanova SS. Ecological certification of artificial reservoirs of the Kuma-Manych depression within the Republic of Kalmykia [*Ekologicheskaya pasportizatsiya iskusstvennykh vodoyemov Kumo-Manychskoy vpadiny v predelakh Respubliki Kalmykiya*]. Elista: Dzhangar, 2014:180.
26. Ulanova SS. The reservoirs of the Kuma-Manych Depression in the territory of Kalmykia: Regimen, ecotonic systems of the shores, and use. *Arid Ecosystems.* 2011;1 (2):95-103.
27. Fedyukov AN. Nature of the Kalmyk Autonomous Soviet Socialist Republic [*Priroda Kalmytskoy ASSR*]. Elista, 1969:132.
28. Chemical composition and quality indicators of irrigation waters in Kalmykia [*Khimicheskiy sostav i kachestvennyye pokazateli orositel'nykh*

очерк. М.-Л.: Типография Гослесбумиздата. 24 с.
30. *Шумова Н.А.* 2021. Изменение структуры землепользования и орошения в современных климатических условиях в Республике Калмыкия // Экосистемы: экология и динамика. Т. 5. № 1. С. 113-131. [*Shumova N.A.* 2021. Change in Structure of Land use And Irrigation under Modern Climatic Conditionsin the Republic of Kalmykia // Ecosystems: ecology and dynamics. Vol. 5. No 1. P. 113-131. (http://www.ecosystemsdynamic.ru)]

vod Kalmykii] *Research report [Otchet NIR]* / eds. L.V. Rudneva, V.F. Shmatkin. Elista: Kf VNIIGiM, 1999:32.
29. Shumakov VS. Sarpinsky lakes: a brief geographical sketch [*Sarpinskiye ozera: kratkiy geograficheskiy ocherk*]. Moscow-Leningrad: Tipografiya Goslesbumizdata, 1949:24.
30. Shumova NA. Change in Structure of Land use And Irrigation under Modern Climatic Conditions in the Republic of Kalmykia [Izmeneniye struktury zemlepol’zovaniya i orosheniya v sovremennykh klimaticheskikh usloviyakh v Respublike Kalmykiya] *Ecosystems: Ecology and Dynamics.* 2021;5 (1):113-131.

UDC 556.5.04

WATER RESOURCES OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA: THEIR CURRENT STATE AND USAGE

© 2023. S.S. Ulanova

Kalmykian Institute for Complex Studies of Arid Territories
111, Khomutnikova Str., Elista, Republic of Kalmykia, 358005, Russia
E-mail: svetaulanova@yandex.ru

Received October 7, 2023. Revised October 30, 2023. Accepted November 1, 2023.

The Republic of Kalmykia is the driest region in the south-east of the European part of Russia. It has the lowest water resources among the other subjects of Russia. In this paper, we characterize its water resources, their distribution over the territory through the natural and artificial hydrographic network of channels and irrigation systems, and we also consider the use of artificial river runoff and their water quality. The framework for this research is the database to the “Water Management Map of the Republic of Kalmykia” (2003) that the author of this article has compiled and continues to update with the materials of remote sensing and statistical books on Russian water resources and water management (2000-2019), as well as with the long-term geo-ecological monitoring of key water bodies of Kalmykia, carried out in the Department of Environmental Studies of the Kalmykian Institute for Complex Studies of Arid Territories.

Analysis of the Water Management Map revealed that the hydrographic network of the republic that consists of 137 rivers with a total length of 4007.9 km and a density of 0.05 km/km^2 is poorly developed. They are part of the basins of Azov and Caspian Seas, and most of them are low rivers (0.5-1.0 l/s), belonging to the drainless areas of the West Caspian basin. The total area of the drainless territory is 49.2 thousand km^2. As of now, there are 314 water bodies in Kalmykia, of which 256 are artificially created (121 ponds, 135 reservoirs), 43 are small rivers and 15 are lakes. The artificial origin of most water bodies can be explained by the need for seasonal and long-term regulation of the river runoff for agricultural use. Although each water body has its own unique features, all of them suffer under instability of hydrological and hydrochemical regimes, sharp changes in water salinity due to the amount of incoming runoff every year/season, severe siltation, poor flora and fauna.

Depending on their geographical location, artificial water bodies can be divided into 3 groups: group in the Caspian Lowland, in the Yergeni Upland, and in the Kumo-Manych Depression. The reservoirs with the smallest water table (0.011 to 5.84 km^2) are located in the Yergeni Upland, while in the Caspian Lowland, their size varies from 0.087 to 51.54 km^2. The largest artificial reservoirs are located in the Kumo-Manych Depression, with the maximum values equal to 782.99 km^2 and the

minimum values reaching 0.02 km^2.

Qualitative analysis showed that water of almost every Kalmykian water body is either salty or very salty, and average long-term values of surface water mineralization varies from 1.7 to 10.5 g/l. Regarding their hydrological regime, for the most part they suffer due to unstable water volume, water table, water level and mineralization, as well as high evaporation, slow water exchange, poor flowage and, as a result of hot climate conditions, high accumulation of chemical and toxic substances.

Taking into account the limited and unstable, still forming water resources of Kalmykia, our calculations showed that the average annual runoff volume is 1.64 km^3/year, while the potential water supply of one resident is 5.61 thousand m^3/year. The local surface water is available, but is far from being suitable for water supply; the local groundwater is highly mineralized for the most part, and people use it for drinking and cooking without any additional treatment. To date, the existing capacities and technologies of water treatment facilities in the republic cannot provide a so much needed protection from water pollution, which is constantly growing, while the adequate measures for water treatment remain insufficient and lacking. Annual water consumption from private sources reaches 50 million m^3. The water shortage in the Kalmykian economy is somewhat covered by the outside sources: 700-750 million m^3/year of drinking water for people, livestock and irrigation are brought into the republic from the neighboring territories and the basins of the Volga, Kuma and Terek rivers.

In order to provide water for production, agricultural and social needs and to prevent its negative effects, Kalmykia had been constructing a water management complex from 1937 to 1972, which now includes:

- 3 pasture pipelines with a total length of 1,200 km;
- Chograi reservoir and Chograi discharge canal;
- protective dam guarding the town of Lagan;
- more than 300 ponds and small reservoirs for utilization of local runoff, which were built mainly by economic means;
- more than 2,000 groundwater wells;
- 5 irrigation systems that cover 124.5 thousand ha of land.

We analyzed some literary sources (Borodychev et al., 2016; Ovchinnikov et al., 2015, 2016; Shumova, 2021) to find out that the total length of the main irrigation network in Kalmykia is 1,137 km, and the length of the discharge network is 633 km. From 2010 to 2018, the area of irrigated agricultural lands there remained unchanged, equal to 48.3 thousand ha. However, their condition over 2005-2018 was assessed as good in 2-4% of cases, as satisfactory in 24-29%, and as unsatisfactory in 68-73%. The level of water mineralization in the irrigation and drainage systems varies from 0.3 to 2.0 g/l depending on the chemical composition. The total annual fresh water withdrawal limits are 1253.5 million m^3, but at present only 600 million m^3 is actually being withdrawn. In the mid-1990s, up to 60% of this volume was used for irrigation in the total area of 170 thousand ha; these days, the irrigated area has decreased to 42 thousand, which, in its turn, lowered water consumption from 700 to 150-200 million m^3.

A major fault of the existing network of water canals is its unprotected riverbed that was formed in the bare ground which causes significant water losses, especially when the riverbed is formed on light soils. In addition, it provokes a secondary salinization, alkalinization, flooding and waterlogging. Moreover, conditions of strong evaporation cause even more losses during transportation; e.g., in 2020 it amounted to 106.19 million m^3. At the same time, modern technologies in water use are barely applied in the republic: the volume of water in the recycling and re-sequential systems is insignificant, amounting to 0.17 million m^3.

The main problem of irrigation and amelioration of Kalmykian pastures is technical deterioration of the overall systems that haven’t been rebuilt since their launch in 1960-1980s, as well as the lack of sufficient financial support to cover electricity of the pumping stations. Therefore, we present the following solutions as the priority measures for water supply and economic development of the Republic of Kalmykia. These solutions should be carried out step by step, systematically and differently depending on the peculiarities of each region of Kalmykia. For example, to ameliorate its northern regions, such as Oktyabrsky, Maloderbetovsky and Ketchenerovsky Administrative Districts,

it is necessary to resume water supply from the Volga River using waterways. However, to make it possible, the dam near Charlakta settlement must be restored since it was completely destroyed in violation of all laws during construction of the gas pipeline between Evdyk and Tsagan-Nur settlements. This would fill the southern part of Sarpinsky reservoirs, i.e. the Sarpa Reservoir. In the south-east, it is possible to use the North-West Caspian Sea, the low mineralization of which can be treated to supply water to the Lagansky and Chernozemelsky Districts. In the south, it is necessary to finally complete the slacking reconstruction of the Levokumsk Hydraulic System and the repair of the dam, and then fill the Chograi Reservoir and launch the Chernozemelsk Irrigation System.

It is also necessary to reconstruct irrigation systems in order to reduce water losses during its transportation and use on fields. The large-scale geological exploration of groundwater (searches, explorations and reserves re-evaluation) should be resumed as well within the North Caspian and the Yergeni groundwater basins in order to restore the operation of groundwater wells.

Keywords: surface water, groundwater, irrigation system, Republic of Kalmykia, water reserves, water volume, water quality, current state of water resources, water management.

Funding. This work was supported by the Russian Science Foundation, grant No. 23-27-10017 “Geo-ecological Assessment of Water Bodies of the Republic of Kalmykia and Adjacent Territories.”

DOI: 10.24412/2542-2006-2023-4-29-58

EDN: **JPJWCD**