

УДК 332.334:551.583

## ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ОРОШЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ В РЕСПУБЛИКЕ КАЛМЫКИЯ<sup>1</sup>

© 2021 г. Н.А. Шумова

*Институт водных проблем РАН*

*Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3. E-mail: shumova\_aqua@rambler.ru*

Поступила в редакцию 28.12.2020. После доработки 20.01.2021. Принята к публикации 01.02.2020.

Структура землепользования определяется природно-климатическими условиями, складывается в процессе исторического развития и зависит от социальных и экономических условий. В основе анализа изменения структуры землепользования в Республике Калмыкия лежат статистические данные, приводимые Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии в Государственных (национальных) докладах о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2005-2018 годах. Оценка климатических условий выполнена на основе массива данных месячных значений температуры воздуха и осадков на метеорологической станции Яшкуль за 1966-2017 гг. В результате анализа динамики гидротермического коэффициента сделан вывод о гумидном потеплении на территории республики, что подтверждается данными о формировании на Приергенинской равнине растительных сообществ, характерных для заключительных стадий восстановительной сукцессии для светло-каштановых почв. Сделан методический вывод о том, что гидротермический коэффициент достоверно отражает климатические условия, влияющие на состояние и развитие растительного покрова, и может быть рекомендован для оценки климатических условий в Республике Калмыкия. Земли сельскохозяйственного назначения в республике составляют 92.8% земельного фонда, что свидетельствует о чрезвычайно высокой антропогенной нагрузке на территорию. Кормовые угодья, пашня и орошаемые земли занимают, соответственно, 73.2, 11.1 и 0.6% земельного фонда. За период 2002-2018 годы в Республике Калмыкия площадь кормовых угодий увеличилась на 197.8 тыс. га (3.7%); увеличение площади кормовых угодий произошло как за счет увеличения общей площади сельскохозяйственных угодий, так и из-за сокращения площади пашни, которая за исследуемый период уменьшилась на 105.4 тыс. га (11.2%). Дефицит водных ресурсов способствовал развитию орошения – на территории Калмыкии функционируют пять крупных обводнительно-оросительных систем. Общая протяженность магистральной сети оросительных каналов республики равна 1137 км, длина сети сбросных коллекторов – 633 км. Максимальный объем забора воды на нужды орошения за период 1980-2017 годы отмечен в 1990 году и составил 723 млн. м<sup>3</sup>; в 2010-2017 годы забор воды на орошение снизился до 120-200 млн. м<sup>3</sup>. Площадь орошаемых сельскохозяйственных угодий в республике с 2010 по 2018 год оставалась неизменной и равной 48.3 тыс. га. Несовершенство конструкций оросительных и дренажно-коллекторных систем и техники полива стало причиной вторичного засоления, заболачивания и истощения орошаемых земель. Состояние орошаемых земель в Калмыкии за период 2005-2018 годы только в 2-4% случаев оценивается как хорошее, в 24-29% – как удовлетворительное, в 68-73% – как неудовлетворительное. Вовлечение в сельскохозяйственный оборот большого количества залежных земель связано не только с социально-экономическими, но и с климатическими изменениями, а именно, с гумидным потеплением в Республике Калмыкия.

*Ключевые слова:* земельный фонд, землепользование, сельскохозяйственные угодья, орошаемые земли, гидротермические условия, Республика Калмыкия.

**DOI: 10.24411/2542-2006-2021-10080**

<sup>1</sup> Работа выполнена по теме НИР ИВП РАН 2018-2021 гг. "Моделирование и прогнозирование процессов восстановления качества вод и экосистем при различных сценариях изменений климата и антропогенной деятельности" (№ 0147-2018-0002), № государственной регистрации АААА-А18-118022090104-8.

Землепользование – хозяйственное использование земли – определяется природно-климатическими условиями территории и складывается в процессе исторического развития. Структура землепользования может изменяться в зависимости от изменения социальных и экономических условий. В качестве примера можно привести произошедшее сокращение площади сельскохозяйственных угодий в России на 1.8 млн. га за период с 1990 по 2006 год, основной причиной которого стало прекращение деятельности сельскохозяйственных предприятий и организаций (Шумова, 2010). Произошло сокращение площади пахотных земель, которое за период с 1990 по 2006 г. составило 10.7 млн. га (8.1%). Главной причиной потери пахотных земель явилось отсутствие финансовых и технических возможностей для поддержания их в надлежащем состоянии. В то же время отмечен рост кормовых угодий и залежи, произошедший в основном за счет потери пахотных земель. Площадь сенокосов и пастбищ увеличилась на 4.2 млн. га (4.8%), а площадь залежи увеличилась с 0.3 млн. га в 1990 году до 5.1 млн. га в 2006 году. Изменения в структуре землепользования, имевшие место в указанный период, стали серьезным вызовом устойчивому экономическому развитию страны. Целью настоящей работы является исследование динамики структуры землепользования в Республике Калмыкия в современных климатических условиях.

### Материалы и методы

Описание и анализ водных объектов Калмыкии выполнен на основе «Водохозяйственной карты Республики Калмыкия», построенной под эгидой Научно-исследовательского центра комплексного мониторинга Калмыцкого института социально-экономических и правовых исследований и Управления природных ресурсов и охраны окружающей среды Министерства природных ресурсов России по Республике Калмыкия (Водохозяйственная ..., 2003).

Исходными материалами для оценки климатических условий территории Республики Калмыкия послужили временные ряды месячных значений температуры воздуха и осадков на метеорологической станции Яшкуль (46° 11' с.ш., 45° 21' в.д., абсолютная высота – минус 7 м н.у.м. БС), расположенной в самой засушливой зоне республики, на Чёрных землях, где богарное земледелие практически невозможно. Метеорологическая станция Яшкуль была открыта в 1928 году; станция включена в Глобальную сеть наблюдений за климатом. Однако публикуемая версия массива данных месячных сумм осадков (Булыгина и др., 2019а) содержит информацию только с 1966 года, что ограничило исследование климатических характеристик территории периодом 1966-2017 гг. (Булыгина и др., 2019а, 2019б). Данное ограничение связано с тем, что до 1966 года имело место нарушение однородности рядов сумм осадков из-за изменений в методиках измерений и обработки данных, смены прибора (установка осадкомера с защитой Третьякова) и введения с января 1966 года поправки на смачивание стенок водосборного сосуда непосредственно на метеорологической станции. После 1966 года ряды сумм осадков принято считать однородными.

В основе анализа динамики структуры земельного фонда и структуры сельскохозяйственных угодий Республики Калмыкия лежат статистические данные, приводимые Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии в Государственных (национальных) докладах о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2005-2018 годах (Государственный ..., 2006-2019).

### Результаты и обсуждение

Республика Калмыкия расположена между 48° 15' и 44° 45' с.ш. и между 41° 38' и 47° 34' в.д. Рельеф республики представляет собой преимущественно полупустынную равнину, на которой выделяются три основных физико-географических и ландшафтных ЭКОСИСТЕМЫ: ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА, 2021, том 5, № 1

района – Прикаспийская низменность (а именно Чёрные земли и Сарпинская низменность) на востоке, возвышенность Ергени (с отходящей от неё Сальско-Маньчской грядой) на северо-западе и Кумо-Маньчская впадина на юге. На юго-востоке Калмыкия омывается Каспийским морем. Географическое положение и относительная равнинность территории определяют её географическую зональность – это зоны сухих степей, полупустынь и пустынь.

Водные объекты Калмыкии большей частью относятся к бассейну Каспийского моря и небольшим бессточным областям региона и в меньшей степени – к бассейну Азовского моря (р. Дон). Согласно «Водохозяйственной карте Республики Калмыкия» (2003), гидрографическая сеть республики насчитывает 137 рек общей протяжённостью 4007.9 км; густота сети составляет 0.05 км/км<sup>2</sup>. Речная сеть в основном расположена в западной части республики и главным образом представлена малыми реками длиной 26-100 км, общая протяжённость которых составляет 2078.4 км. Чаще всего малые реки представляют собой временные водотоки, пересыхающие летом. Восточная часть территории практически лишена речной сети. Крупные реки лишь частично расположены на территории Калмыкии – это река Волга в районе посёлка Цаган Аман протяжённостью около 10 км, по границе со Ставропольским краем река Маньч, по небольшому отрезку границы с Ростовской областью река Егорлык, река Кума по границе с Республикой Дагестан, на западе республики верховья реки Сал. 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 составляет 1.1 км<sup>3</sup>/год. Реки замерзают в конце ноября – первой половине декабря, в марте реки вскрываются.

На территории республики сооружено 135 водохранилищ, самыми крупными из которых являются Чограйское, Городовиковское, Пролетарское, Деед-Хулсун, Аршань-Зельменское, Сарпа и Кек-Усун, площадь водного зеркала которых при НПУ составляет от 840 до 7 км<sup>2</sup>, а полный объём – от 3600 млн. до 22 млн. м<sup>3</sup>.

Озёрность территории оценивается в 2.64%, а общая площадь зеркала всех озёр и искусственных водоёмов составляет 1.97 тыс. км<sup>2</sup> (Вода России, 2020). Большинство озёр Калмыкии расположено в Кумо-Маньчской впадине – это озёра Маньч-Гудило, Малый Маньч и другие, включенные в состав Пролетарского водохранилища, и Сарпинская группа озёр, часть которых вошла в водохранилище Цаган-Нур.

Болота и заболоченные земли занимают 123.5 км<sup>2</sup>, что составляет 1.65% территории (Государственный ..., 2019).

Территория характеризуется резко континентальным семиаридным и аридным климатом с сухим жарким и летом и малоснежной холодной зимой. Анализ данных по температуре воздуха и осадкам на метеорологической станции Яшкуль, расположенной на полупустынной аккумулятивно-морской равнине Прикаспийской низменности, даёт общее представление о количественных характеристиках климатических условий в Республике Калмыкия.

За период с 1966 по 2017 год, практически за полвека, среднее многолетнее значение среднегодовой температуры воздуха составило 10.7°C при диапазоне её изменения в пределах от 8.4 до 12.6°C (Шумова, 2020). Значения сумм активных температур воздуха (сумма среднесуточных температур воздуха за период с устойчивой температурой воздуха выше 10°C, условно говоря, за период вегетации) изменяются в пределах от 3122 до 4605°C при среднем многолетнем значении 3833°C; значения сумм положительных температур воздуха за безморозный период при среднем многолетнем значении 4250°C лежат в пределах от 3681 до 4939°C.

Динамика средней годовой температуры воздуха, сумм среднесуточных положительных температур воздуха за год и сумм среднесуточных температур воздуха за период вегетации на метеорологической станции Яшкуль за временной интервал 1966-2017 гг свидетельствует

о том, что температурные характеристики имеют достоверную стабильную тенденцию повышения. В межгодовом распределении исследуемых температурных характеристик выделяются два периода: период пониженных значений температур воздуха, который продолжался с 1966 по 1994 год, и период повышенных значений температур, наблюдавшихся с 1994 по 2017 год.

За период 1966-2017 гг. суммы осадков за год изменялись в пределах от 151 до 392 мм при среднем многолетнем значении, равном 267 мм. За период вегетации среднее многолетнее значение сумм осадков составило 167 мм при диапазоне изменения от 46 до 291 мм. Диапазон изменения суммы осадков за теплый период (апрель-октябрь) составил от 65 до 291 мм при их среднем многолетнем значении, равном 183 мм. Среднее многолетнее значение сумм осадков холодного периода (январь-март, ноябрь, декабрь) равно 83 мм при диапазоне их изменения от 33 до 133 мм.

За временной интервал 1966-2017 гг. отмечается общая тенденция увеличения в динамике сумм осадков за год, за теплый период, за холодный период и за период вегетации. В межгодовом распределении пониженные суммы осадков наблюдались в период с 1966 по 1986 год, с 1986 по 2013 год суммы осадков превышали их средние многолетние значения, с 2013 года наметилась достоверная тенденция общего увеличения осадков в теплый период и за год в целом.

Коэффициент увлажнения (Высоцкий, 1960), определяющий соотношение между ресурсами влаги (осадками) и потребностью во влаге (испаряемость) в масштабе года, за исследуемый период при среднем многолетнем значении 0.23 изменяется в диапазоне от 0.13 до 0.33. По классификации В.А. Ковды (Экологическая энциклопедия, 2010) данные значения коэффициента увлажнения присущи экстрааридным и аридным территориям. Экстрааридные условия отмечены в 73% случаев из рассматриваемых 52 лет (1966-2017 гг.), аридные – в 27% (Шумова, 2020).

Значение гидротермического коэффициента, описывающего соотношение ресурсов тепла и влаги в период вегетации, изменяется в диапазоне от 0.11 до 0.83, что свидетельствует о его высокой межгодовой изменчивости; его среднее многолетнее значение равно 0.44. Границы диапазона изменения гидротермического коэффициента, по классификации Г.Т. Селянинова (1958), соответствуют географической зональности от пустыни до типичной степи. Гидротермические условия, соответствующие зоне пустынь, в течение рассматриваемого временного интервала отмечены в 4% случаев, зоне полупустынь – 38%, зоне степей на южных черноземных и каштановых почвах – 50%, зоне типичных степей – в 8% случаев (Шумова, 2020). Из этого следует, что за рассматриваемый временной период на основании рассчитанных значений гидротермического коэффициента Селянинова территория в 58% случаев может быть отнесена к зоне степей.

Как и в случае с осадками, значения коэффициента увлажнения и значения гидротермического коэффициента также имеют тенденцию увеличения за временной интервал 1966-2017 гг.; на 1986 год приходится переход от низких значений исследуемых параметров к повышенным. Это позволяет сделать вывод о том, что за период 1966-2017 гг. атмосферные осадки являются ведущим фактором формирования гидротермических условий исследуемой территории, и свидетельствует о гумидном потеплении на территории Республики Калмыкия за временной интервал 1966-2017 гг.

Вывод о гумидном потеплении, сделанный на основании анализа динамики гидротермического коэффициента, подтверждается данными Н.М.Новиковой с соавторами (2020) о том, что на мелиорированных землях Приергенинской равнины происходит формирование растительных сообществ, характерных для заключительных стадий восстановительной сукцессии не для солонцовых, а для светло-каштановых почв. Сказанное позволяет сделать методический вывод о том, что гидротермический коэффициент (по

сравнению с коэффициентом увлажнения) более достоверно отражает климатические условия территории, влияющие на состояние и развитие растительного покрова, и может быть рекомендован для оценки изменения климатических условий в Республике Калмыкия.

Наряду с природными факторами климатические условия территории Калмыкии определили структуру землепользования. Около 73% земельного фонда республики представлено кормовыми угодьями, около 11% – пашней (Государственный ..., 2019). Ограниченность водных ресурсов способствовала развитию орошения – на территории республики функционируют пять крупных обводнительно-оросительных систем. Общая протяженность магистральной сети оросительных каналов, согласно Водохозяйственной карте Республики Калмыкия, равна 1137 км, длина сети сбросных коллекторов – 633 км (Водохозяйственная ..., 2003). Орошаемые угодья занимают 0.6% земельного фонда республики (Государственный ..., 2019).

Земельный фонд Республики Калмыкия (совокупность всех категорий земель, включенных в Земельный кадастр) составляет 7473.1 тыс. га (Государственный ..., 2019). По целевому назначению все земли земельного фонда подразделяются на 7 категорий: земли сельскохозяйственного назначения; земли населенных пунктов; земли промышленности и иного специального назначения; земли особо охраняемых природных территорий; земли лесного фонда; земли водного фонда; земли запаса. Площади земель отдельных категорий могут различаться от года к году по причине перевода земель из одной категории в другую, то есть не являются постоянными.

*Землями сельскохозяйственного назначения* считаются земли, предоставленные или предназначенные для нужд сельского хозяйства и выступающие как основное средство производства в сельском хозяйстве; по сути земли сельскохозяйственного назначения можно рассматривать как абиотическую компоненту сельскохозяйственной экосистемы. Анализ распределения земель по категориям в Республике Калмыкия в 2018 году показал (рис. 1), что земли сельскохозяйственного назначения составляют 92.8% земельного фонда. Это свидетельствует о чрезвычайно высокой антропогенной нагрузке на территорию. На ненарушенные земли, а именно на земли особо охраняемых территорий, лесного и водного фондов приходится 3.2% земельного фонда.



**Рис. 1.** Распределение земель по категориям в Республике Калмыкия в 2018 году.

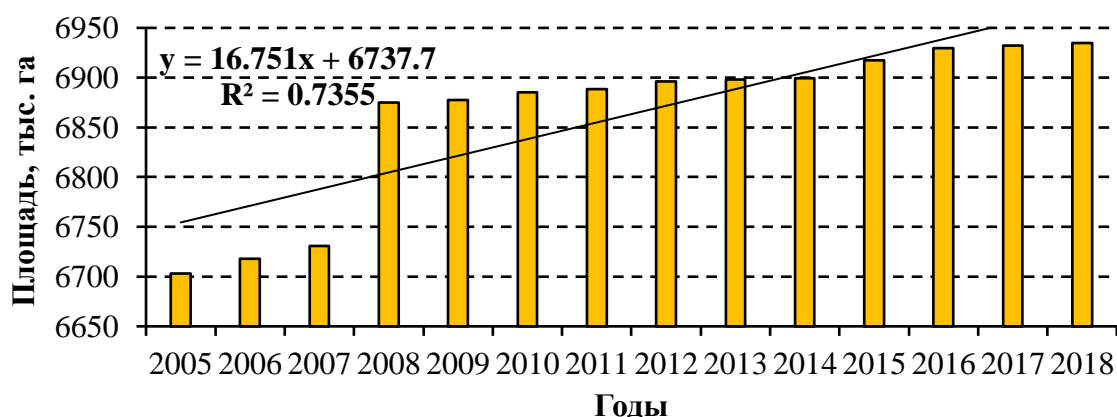
**Fig. 1.** Distribution of lands' types in the Republic of Kalmykia in 2018.

За период 2005-2018 годы площадь земель сельскохозяйственного назначения в Республике Калмыкия увеличилась на 232.1 тыс. га (на 3.5%) и к 2018 году их достигла 6935.1 тыс. га (рис. 2); наибольший прирост площади земель сельскохозяйственного

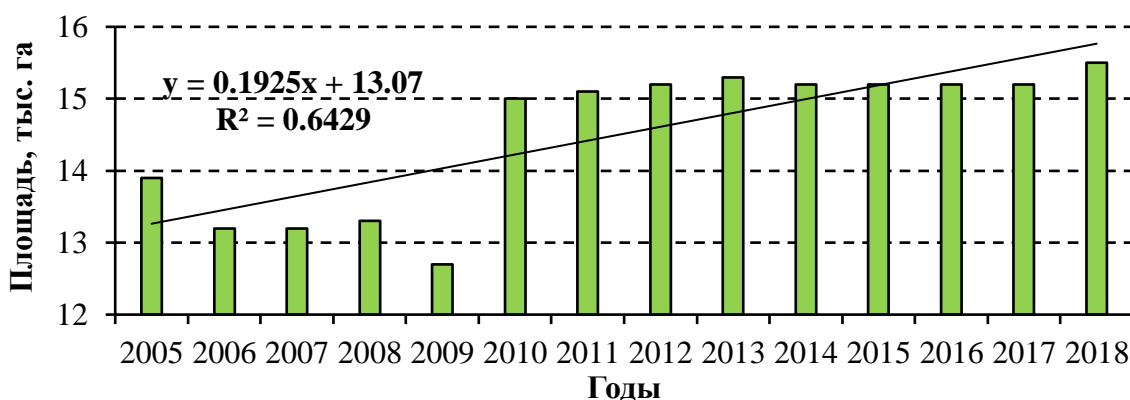
назначения отмечен в 2008 году, который составил по отношению к 2007 году 144.4 тыс. га.

*Земли населенных пунктов* это земли в границах населенных пунктов, используемые и предназначенные для застройки и развития. Площадь данной категории земель за период с 2005-2009 год (рис. 3) уменьшилась на 1.2 тыс. га (на 8.6%) до значения 12.7 тыс. га. Резкое увеличение площади земель населённых пунктов отмечено в 2010 году, когда площадь земель данной категории увеличилась до 15.0 тыс. га; в 2018 году площадь земель населённых пунктов в Республике Калмыкия составила 15.5 тыс. га.

*Земли промышленности и иного специального назначения* используются или предназначены для обеспечения деятельности и эксплуатации промышленных объектов, энергетики, транспорта, связи, радио- и телевидения, объектов космической деятельности, обороны и безопасности, реализации иных специальных задач. Площадь данной категории земель в Республике Калмыкия за период 2005-2018 годы оставалась неизменной и составляла 62.4 тыс. га.



**Рис. 2.** Динамика площадей земель сельскохозяйственного назначения в Республике Калмыкия за 2005-2018 гг. **Fig. 2.** Dynamics of agricultural lands' area in the Republic of Kalmykia in 2005-2018.

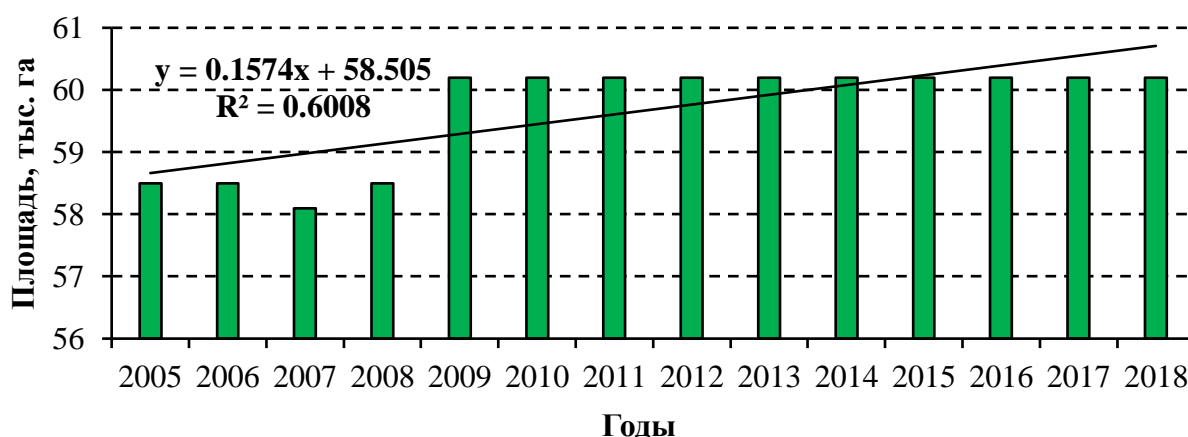


**Рис. 3.** Динамика площадей земель населённых пунктов в Республике Калмыкия за 2005-2018 гг. **Fig. 3.** Dynamics of settlement area in the Republic of Kalmykia in 2005-2018.

*Земли особо охраняемых территорий и объектов* – это особо охраняемые природные территории, занятые государственными природными заповедниками, а именно биосферными, природными и национальными парками, государственными природными

заказниками, дендрологическими парками и ботаническими садами, памятниками природы, лечебно-оздоровительными и курортными местностями, объектами археологического наследия, достопримечательными местами, в том числе местами исторических промыслов, производств и ремесел, территориями военных и гражданских захоронений. Площади данной категории земель в Республике Калмыкия в 2005-2007 годах были равны 121.9 тыс. га, в период с 2008 по 2018 год – 121.6 тыс. га.

*Земли лесного фонда* – это земли, покрытые лесной растительностью и предназначенные для восстановления лесной растительности на вырубках и гарях, питомники; земли под просеками и дорогами, которые предназначены для ведения лесного хозяйства. В 2005, 2006 и 2008 годах площадь земель лесного фонда составила 58.5 тыс. га (рис. 4); в 2007 году отмечено самое низкое значение площади земель данной категории – 58.1 тыс. га. К 2009 году площадь фондовых земель увеличилась до 60.2 тыс. га и оставалась неизменной до 2018 года.



**Рис. 4.** Динамика площадей земель лесного фонда в Республике Калмыкия за 2005-2018 гг.

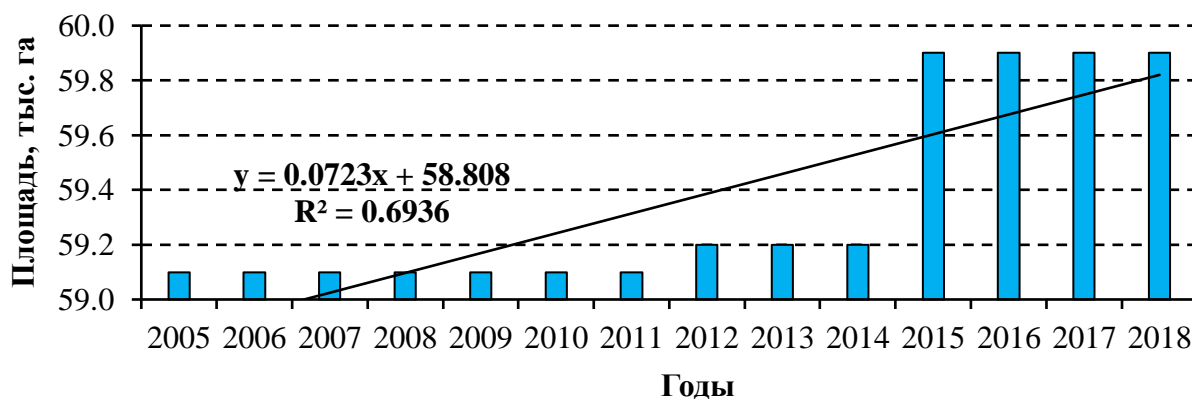
**Fig. 4.** Dynamics of the land areas of the forest fund in the Republic of Kalmykia in 2005-2018.

*Землями водного фонда*, согласно Земельному кодексу, являются: земли, занятые поверхностными водными объектами и их водоохранными зонами; земли зон охраны водозаборов; земли под гидротехническими и другими водохозяйственными сооружениями и объектами. За период 2005-2018 годов площадь земель водного фонда увеличилась на 0.8 тыс. га и в 2018 году составила 59.9 тыс. га (рис. 5). В межгодовом распределении площадей земель водного фонда выделяются три периода: 2005-2011 годы, когда площадь земель водного фонда составляла 51.1 тыс. га; 2012-2015 годы – 59.2 тыс. га; 2015-2018 годы – 59.9 тыс. га.

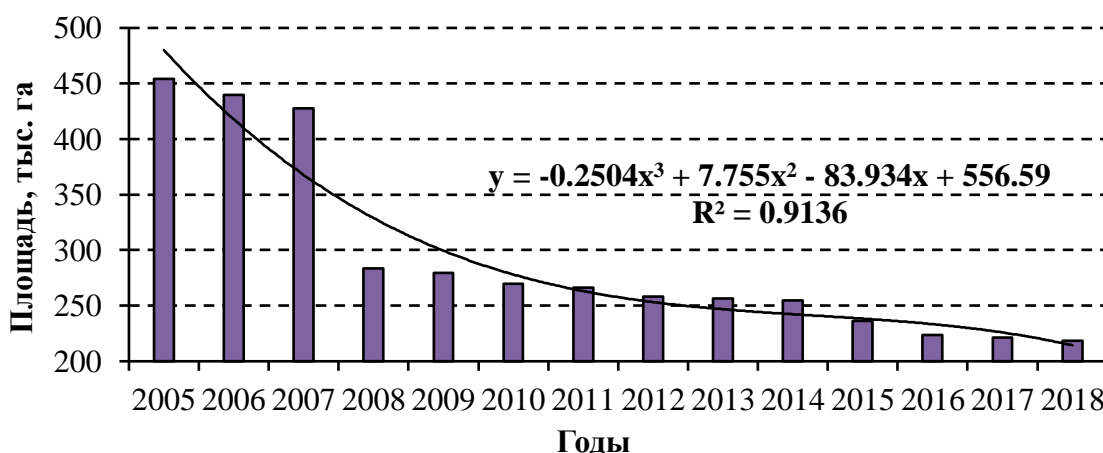
*Землями запаса* являются неиспользуемые земли, а именно: деградированные сельскохозяйственные угодья; земли, выведенные из хозяйственного использования по причине радиоактивного и химического загрязнения; не вовлеченные в хозяйственный оборот земли природных объектов – скалы, ледники, пески, галечники и т.п.. В Республике Калмыкия за исследуемый период отмечается значительное снижение площади земель запаса: если в 2005 году площадь земель данной категории составляла 453.9 тыс. га, то к 2018 году она сократилась до 218.4 тыс. га (рис. 6).

Анализ данных по динамике площади земель различных категорий показал, что за период 2005-2018 годы в Республике Калмыкия площадь земель сельскохозяйственного назначения увеличилась на 232.1 тыс. га (3.5%), земель населённых пунктов – на 1.6 тыс. га (11.5%), земель лесного фонда – на 1.7 тыс. га (2.9%), земель водного фонда – на 0.8 тыс. га

(1.4%); площадь земель промышленности и иного специального назначения за исследуемый период оставалась неизменной, а площадь земель особо охраняемых территорий и объектов сократилась на 0.3 тыс. га (0.25%). Увеличение площади перечисленных выше категорий земель произошло за счет земель запаса, площадь которых за период 2005-2018 годов сократилась более чем в два раза – на 235.5 тыс. га (51.9%).



**Рис. 5.** Динамика площадей земель водного фонда в Республике Калмыкия за 2005-2018 гг.  
**Fig. 5** Dynamics of the land areas of the water fund in the Republic of Kalmykia in 2005-2018.

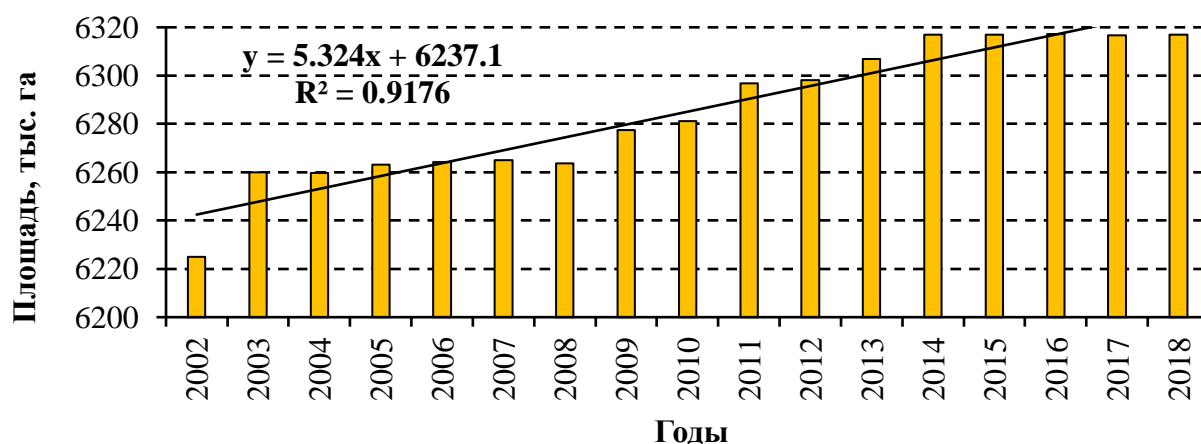


**Рис. 6.** Динамика площадей земель запаса в Республике Калмыкия за 2005-2018 гг.  
**Fig. 6.** Dynamics of reserve land areas in the Republic of Kalmykia in 2005-2018.

Земельные угодья – это земли, систематически используемые или пригодные к использованию для хозяйственных целей и отличающиеся по природно-историческим признакам. В соответствии с фактическим состоянием и использованием земель различают сельскохозяйственные угодья, которые используются для получения сельскохозяйственной продукции, и несельскохозяйственные угодья – земли под водой, болота, лесные площади, земли под лесными насаждениями, земли под застройками, земли под дорогами, нарушенные земли, овраги, пески, свалки и полигоны отходов, земли консервации и т.д. В настоящей работе исследуется динамика площадей сельскохозяйственных угодий, которые в составе земель сельскохозяйственного назначения имеют приоритет в использовании и подлежат охране. Только в исключительных случаях допускается предоставление сельскохозяйственных угодий для несельскохозяйственных нужд.

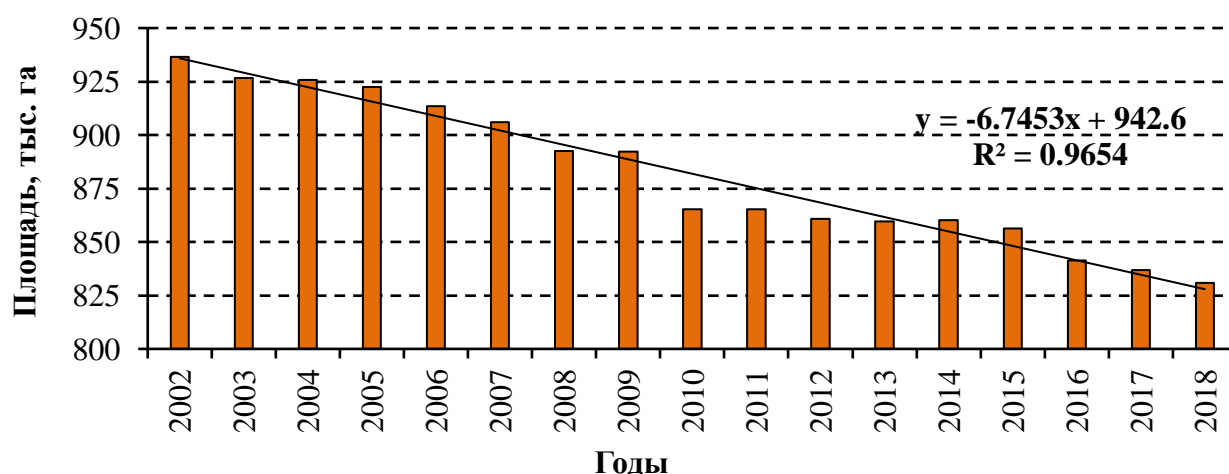


К сельскохозяйственным угодьям относится пашня, залежь, кормовые угодья (пастбища и сенокосы) и многолетние насаждения. Площадь сельскохозяйственных угодий в Республике Калмыкия в 2018 году составила 6317.0 тыс. га (Государственный ..., 2019) или 91.1% от площади земель сельскохозяйственного назначения. Анализ структуры сельскохозяйственных угодий в Республике Калмыкия в 2018 году показал, что их большая часть приходится на кормовые угодья, которые занимают 86.64%, пашня занимает 13.15%, залежь – 0.17%, многолетние насаждения – 0.04%. За период 2002-2018 годы площадь сельскохозяйственных угодий в Республике Калмыкия увеличилась на 91.9 тыс. га (на 1.48%) и к 2018 году их площадь достигла 6317.0 тыс. га (рис. 7).



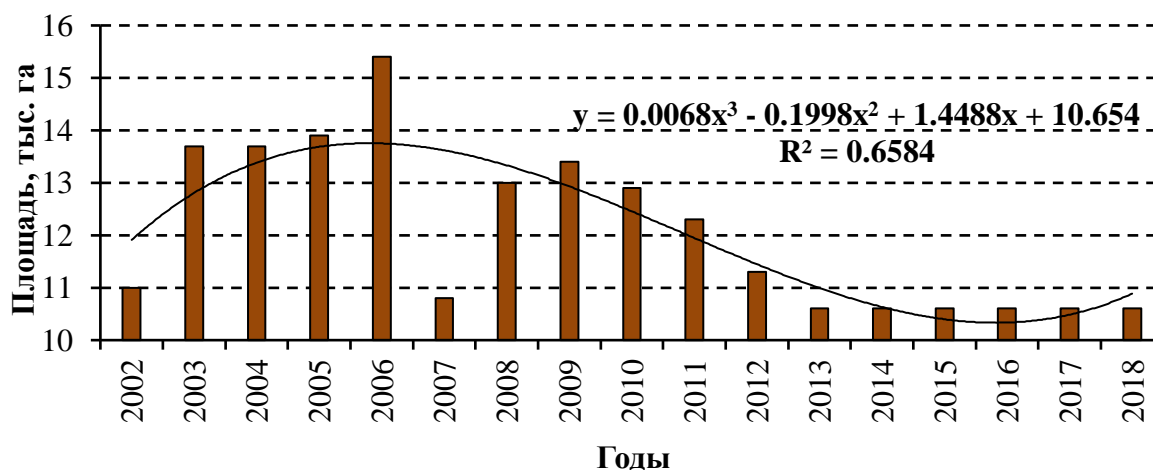
**Рис. 7.** Динамика площадей сельскохозяйственных угодий в Республике Калмыкия за 2002-2018 гг. **Fig. 7.** Dynamics of agricultural land areas in the Republic of Kalmykia in 2002-2018.

Пашня является ежегодно обрабатываемым сельскохозяйственным угодьем, которое используется под посев сельскохозяйственных культур, чистые пары и огороды. За период с 2002 по 2018 год в Республике Калмыкия отмечено уменьшение площади пашни на 105.4 тыс. га (11.26%); в 2018 году площадь пашни составила 831.0 тыс. га (рис. 8).



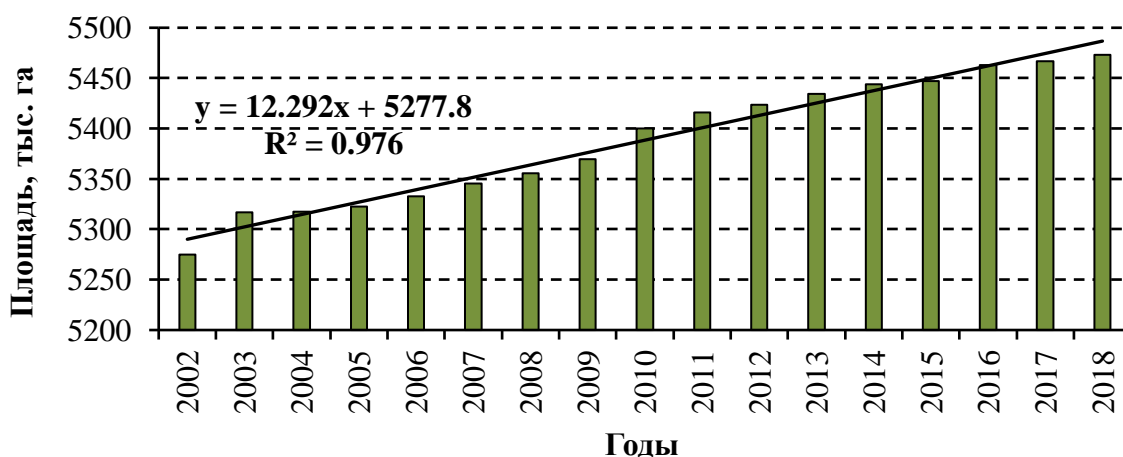
**Рис. 8.** Динамика площадей пашни в Республике Калмыкия за 2002-2018 гг. **Fig. 8.** Dynamics of arable lands areas in the Republic of Kalmykia in 2002-2018.

*Залежью* являются сельскохозяйственные угодья, которые раньше использовались как пашня, но не используются начиная с осени больше года под посев не сельскохозяйственных культур или под пар. Динамика площадей залежи в Республике Калмыкия представлена на рисунке 9. За период с 2002 по 2006 год площадь залежи возросла на 4.4 тыс. га и достигла в 2006 году 15.4 тыс. га – самого высокого значения за 2002-2018 годы. В 2007 году площадь залежи уменьшилась до 10.8 тыс. га. В 2009 году площадь залежи увеличилась до значения 13.4 тыс. га, после чего последовал период сокращения её площади до 10.6 тыс. га в 2013 году и на данном уровне площадь залежи оставалась неизменной вплоть до 2018 года.



**Рис. 9.** Динамика площадей залежи в Республике Калмыкия за 2002-2018 гг.  
**Fig. 9.** Dynamics of fallow lands areas in the Republic of Kalmykia in 2002-2018.

*Кормовые угодья* включают в себя сенокосы, систематически используемые под сенокосшение, и пастбища, систематически используемые для выпаса животных. С 2002 по 2018 год площади кормовых угодий в Республике Калмыкия увеличились на 197.8 тыс. га (на 3.7%) и к 2018 году достигли значения 5472.9 тыс. га (рис. 10).

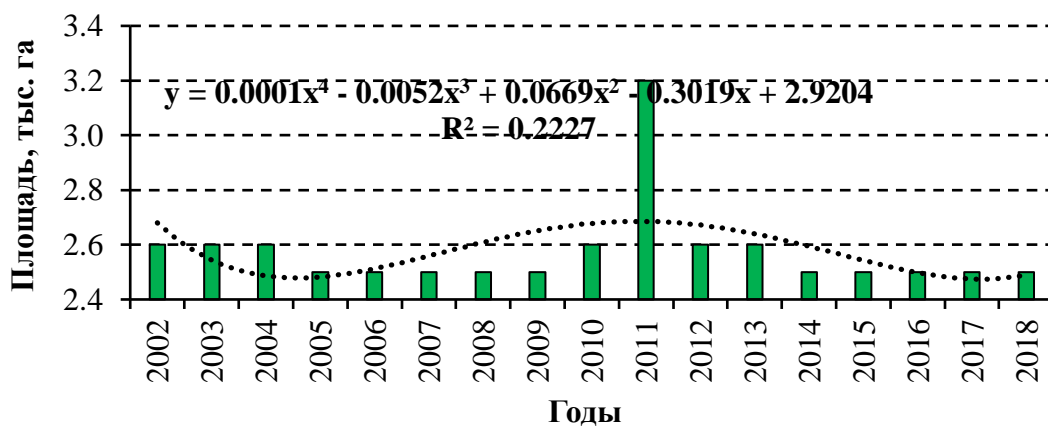


**Рис. 10.** Динамика площадей кормовых угодий в Республике Калмыкия за 2002-2018 гг.  
**Fig. 10.** Dynamics of forage lands areas in the Republic of Kalmykia in 2002-2018.

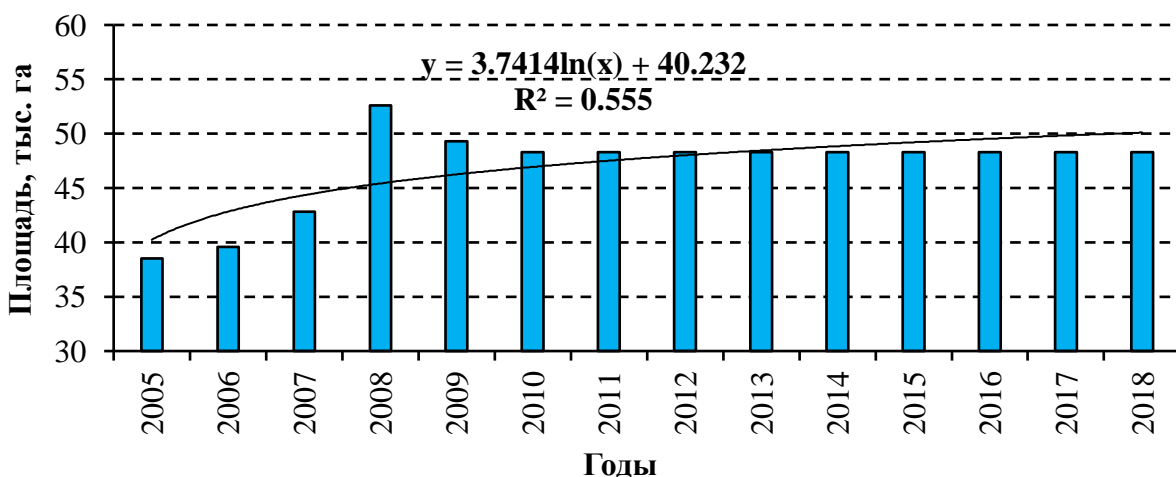
К *многолетним насаждениям* относятся сельскохозяйственные угодья, занятые

искусственно созданными древесными, кустарниковыми и травяными многолетними насаждениями для получения плодово-ягодной, технической и лекарственной продукции. За исследуемый период площади многолетних насаждений находились в диапазоне от 2.6 до 2.5 тыс. га (рис. 11). Исключение составляет 2011 год, когда площадь многолетних насаждений выросла до 3.2 тыс. га. В последние годы (2014-2018 гг.) отмечается стабилизация площади многолетних насаждений на уровне 2.5 тыс. га.

Площадь *орошаемых сельскохозяйственных угодий* в Республике Калмыкия в 2018 году составила 48.3 тыс. га (Государственный ..., 2019) или 0.76% от площади всех сельскохозяйственных угодий и 5.81% от площади пашни. В период с 2005 по 2008 год площади орошаемых земель увеличились на 14.1 тыс. га и в 2008 году достигли своего максимального значения в 52.6 тыс. га за период 2005-2018 годы (рис. 12). К 2010 году произошло уменьшение площади орошаемых сельскохозяйственных угодий на 4.3 тыс. га, и с 2010 по 2018 год их площади оставались неизменными на уровне 48.3 тыс. га.



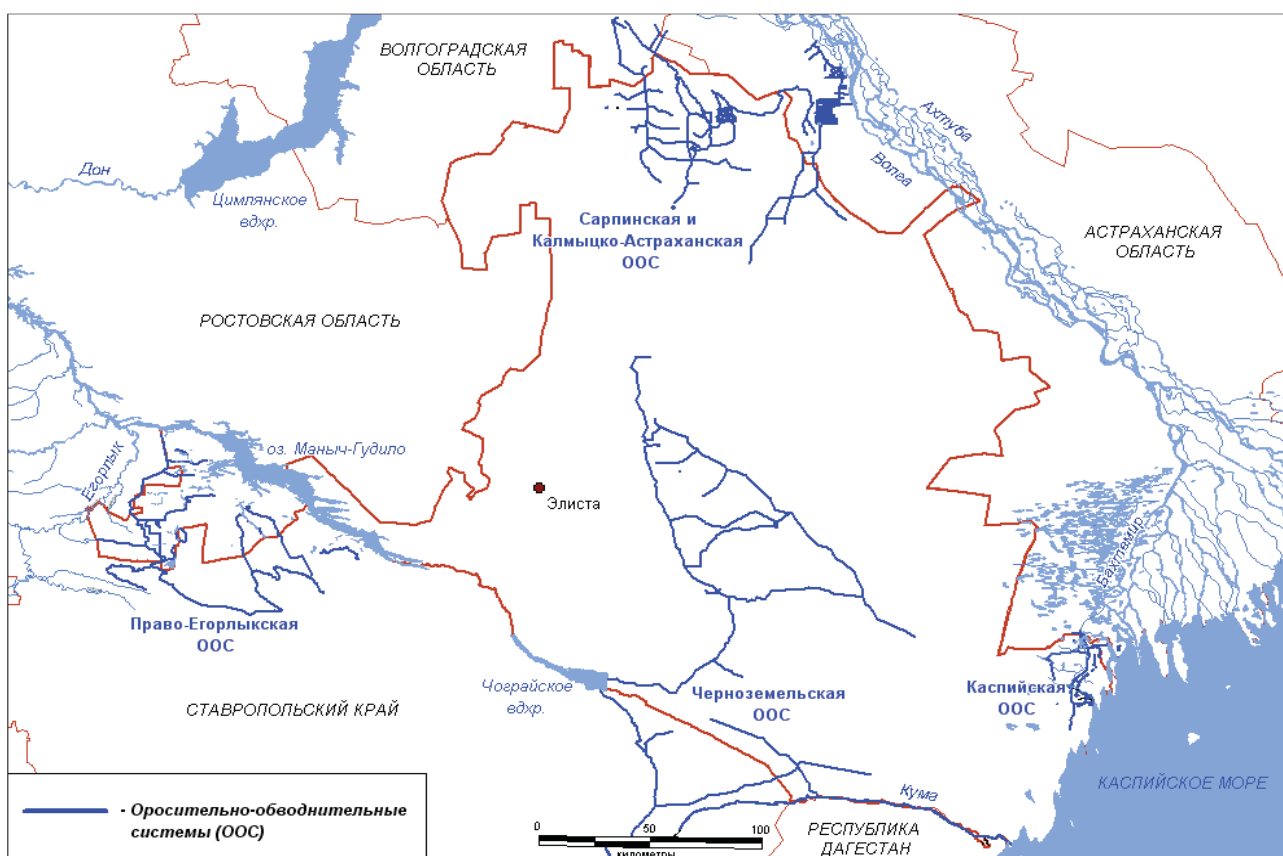
**Рис. 11.** Динамика площадей многолетних насаждений в Республике Калмыкия за 2002-2018 гг. **Fig. 11.** Dynamics of the areas of perennial plantations in the Republic of Kalmykia in 2002-2018.



**Рис. 12.** Динамика площадей орошаемых сельскохозяйственных угодий в Республике Калмыкия за 2005-2018 гг. **Fig. 12.** Dynamics of irrigated agricultural lands areas in the Republic of Kalmykia in 2005-2018.

Выполненный анализ динамики площади сельскохозяйственных угодий показал, что за период 2002-2018 годы в Республике Калмыкия их общая площадь увеличилась на 91.9 тыс. га. При этом площадь кормовых угодий за тот же период увеличилась на 197.8 тыс. га. Наблюдаемое увеличение площади кормовых угодий произошло как за счет увеличения общей площади сельскохозяйственных угодий, так и из-за сокращения площади пашни, которая за исследуемый период уменьшилась на 105.4 тыс. га.

В настоящее время на территории Республики Калмыкия функционируют пять крупных обводнительно-оросительных систем (ООС): Сарпинская, Калмыцко-Астраханская, Черноземельская, Право-Егорлыкская, и Каспийская (рис. 13).



**Рис. 13.** Схема обводнительно-оросительных систем Калмыкии (Кадаева, 2013).

**Fig. 13.** Schematic map of irrigating systems of Kalmykia (Кадаева, 2013).

*Сарпинская оросительно-обводнительная система* расположена на Сарпинской низменности на территории Волгоградской и Астраханской областей и Республики Калмыкия. Целью проектирования (1957 г.) и строительства Сарпинской ООС было обводнение пастбищ и обеспечение питьевой водой скота, обеспечение водой населенных пунктов и орошение сельскохозяйственных земель. На правом берегу реки Волги у поселка Райгород располагается головной водозаборный узел системы, который состоит из плавучих насосных станций, размещающихся на трех понтонах. Общая площадь системы составляет 678 тыс. га, площадь обводнения – 628 тыс. га, площадь регулярного орошения – 20.9 тыс. га, площадь подпитывания естественных лиманов – 25.3 тыс. га, площадь лиманов на местном стоке – 3.9 тыс. га (Щедрин и др., 2013). Длина межхозяйственных распределительных каналов Сарпинской ООС равна 388 км. На системе расположены 1224 гидротехнических

сооружения, из которых 164 на межхозяйственной распределительной сети и 1050 на внутрихозяйственной, сбросной и дорожной сети. Общий объем подаваемой в систему воды составляет 320.0 млн. м<sup>3</sup> при годовом расходе 32.5 м<sup>3</sup>/с. Площадь орошаемых и обводняемых земель Сарпинской ООС на территории Республики Калмыкия на 01.01.2003 составила 33232 га (Водохозяйственная ..., 2003) при годовом лимите подачи воды из внешних источников 456.9 млн. м<sup>3</sup>/год (Кадаева, 2013).

*Калмыцко-Астраханская оросительно-обводнительная система* расположена в Астраханской области и Республике Калмыкия. Система, построенная в 1989 году, представляет собой сеть искусственных каналов и соединённых между собой водоёмов. Подача воды в Калмыцко-Астраханскую ООС осуществляется из реки Волги расположенными у Чёрного Яра двумя плавучими насосными станциями, которые подают воду в Черноярское водохранилище, откуда насосной станцией второго подъёма вода подаётся в Калмыцкий магистральный канал. Канал общей протяженностью 35 км проложен в земляном русле. Расход воды в концевой части канала равен 20 м<sup>3</sup>/сек. Площадь орошаемых и обводняемых земель Калмыцко-Астраханской ООС на территории Республики Калмыкия на 01.01.2003 составила 7720 га (Водохозяйственная ..., 2003) при годовом лимите подачи воды из внешних источников 117.9 млн. м<sup>3</sup>/год (Кадаева, 2013).

*Черноземельская оросительно-обводнительная система* расположена в самой засушливой зоне республики, на Чёрных землях, где богарное земледелие практически невозможно. Черноземельская ООС является самой крупной в Калмыкии; проектная площадь обводнения составляет 1.48 млн. га, фактическая – не превышает 0.67 млн. га (45%). Общая площадь орошаемых и обводняемых земель составляет 65.7 тыс. га, из них 24.7 тыс. га – пашня (Щедрин и др., 2013). Подача воды в Черноземельскую ООС осуществляется из Чограйского водохранилища, рабочий объем которого составляет 510 млн. м<sup>3</sup>. Пополняется водохранилище водами рек Кумы и Терека, а также местного стока. По Черноземельскому, Гашунскому и Яшкульскому распределительным каналам вода самотёком поступает в Черноземельскую ООС. Каналы большей частью проложены в земляном русле, в результате чего при транспортировке потери воды составляют от 16 до 37%. Годовой лимит подачи воды в Черноземельскую ООС из внешних источников равен 536.9 млн. м<sup>3</sup>/год (Кадаева, 2013); площадь орошаемых и обводняемых земель на 01.01.2003 составила 40394 га (Водохозяйственная ..., 2003).

*Право-Егорлыкская обводнительно-оросительная система* расположена на характеризующейся плоскоравнинным рельефом Ставропольской возвышенности. Система была сооружена в 1959 году и является одной из крупнейших в России. Проектом предусматривалось обводнение на площади 1.5 млн. га и орошение 153 тыс. га в Ростовской области, Республике Калмыкия (Калмыцкой АССР) и Ставропольском крае. Источником водоснабжения системы является р. Кубань, вода из которой через Невинномысский гидроузел поступают в реку Егорлык, в русле которой построено Новотроицкое водохранилище, из которого берет начало Право-Егорлыкская ООС.

В Новотроицкий гидроузел входят: земляная плотина, головной водозаборный шлюз в магистральный Право-Егорлыкский канал, деривационный канал ГЭС, сбросное сооружение с отводящим каналом (Щедрин и др., 2013). Новотроицкое водохранилище сооружено в 1952-1953 годах; его полная емкость равна 132 млн. м<sup>3</sup>, полезная – 62.0 млн. м<sup>3</sup>. При нормальном подпорном уровне площадь водного зеркала водохранилища составляет 18 км<sup>2</sup>, длина водохранилища – 19.0 км, ширина – 4.5 км, колебания уровня достигают 3.8 м. Плотина гидроузла выполнена из суглинков, её длина равна 950 м, высота – 23 м, ширина по гребню – 8.5 м. Дренаж устроен в основании плотины со стороны низового откоса.

Головной шлюз имеет вид двухпролетной жесткой железобетонной коробки с шириной отверстий по 6 м, которые сверху перекрыты пролетным строением моста. Пропускная

способность шлюза равна  $45 \text{ м}^3/\text{с}$ . Отверстия шлюза перекрываются сегментными затворами, приводимыми в действие стационарными подъемниками. Конструкция шлюза деривационного канала ГЭС подобна конструкции водозаборного шлюза.

Сбросное сооружение рассчитано на расход  $375 \text{ м}^3/\text{с}$ . Оно состоит из головного шлюза, быстротока и водобойного колодца. Головной шлюз это трехпролетная железобетонная коробка шириной пролётов  $7.0 \text{ м}$ , перекрытая сверху пролетным строением проезжего моста. Сегментные затворы перекрывают отверстия шлюза. Быстроток представляет собой жесткую прямоугольную коробку, разделенную на три секции по  $7.0 \text{ м}$ , которые расширяются в конце до  $30 \text{ м}$ . Длина быстротока равна  $107 \text{ м}$ ; он состоит из 13 секций, которые разделяются температурно-осадочными швами. Водобойный колодец представляет собой прямоугольную коробку шириной  $30 \text{ м}$  и длиной  $40 \text{ м}$ . Общая длина рисбермы равна  $49 \text{ м}$ .

Длина Магистрального Право-Егорлыкского канала равна  $125 \text{ км}$ ; головной расход воды составляет  $45 \text{ м}^3/\text{с}$ , концевой сброс в р. Калаус –  $5 \text{ м}^3/\text{с}$ . Многочисленные балки, иногда глубиной до  $25\text{-}35 \text{ м}$ , пересекаются насыпями с водопропускными трубами. Реки пересекаются дюкерами. Кугультинский и Ташлинский дюкера имеют две нитки трубопроводов диаметром  $3.2 \text{ м}$ , их общая длина около  $6 \text{ км}$ . К оголовку Ташлинского дюкера примыкает аварийный сброс, а к Кугультинскому – шугосброс. Левая ветвь Право-Егорлыкского канала, протяженностью  $274 \text{ км}$ , имеет головной расход  $17.5 \text{ м}^3/\text{с}$ . В 1960 году были сданы в эксплуатацию магистральные каналы. На территории Республики Калмыкия площадь орошаемых и обводняемых земель Право-Егорлыкской ООС на 01.01.2003 составила  $4519 \text{ га}$  (Водохозяйственная ..., 2003) при годовом лимите подачи воды из внешних источников  $93.0 \text{ млн. м}^3/\text{год}$  (Кадаева, 2013).

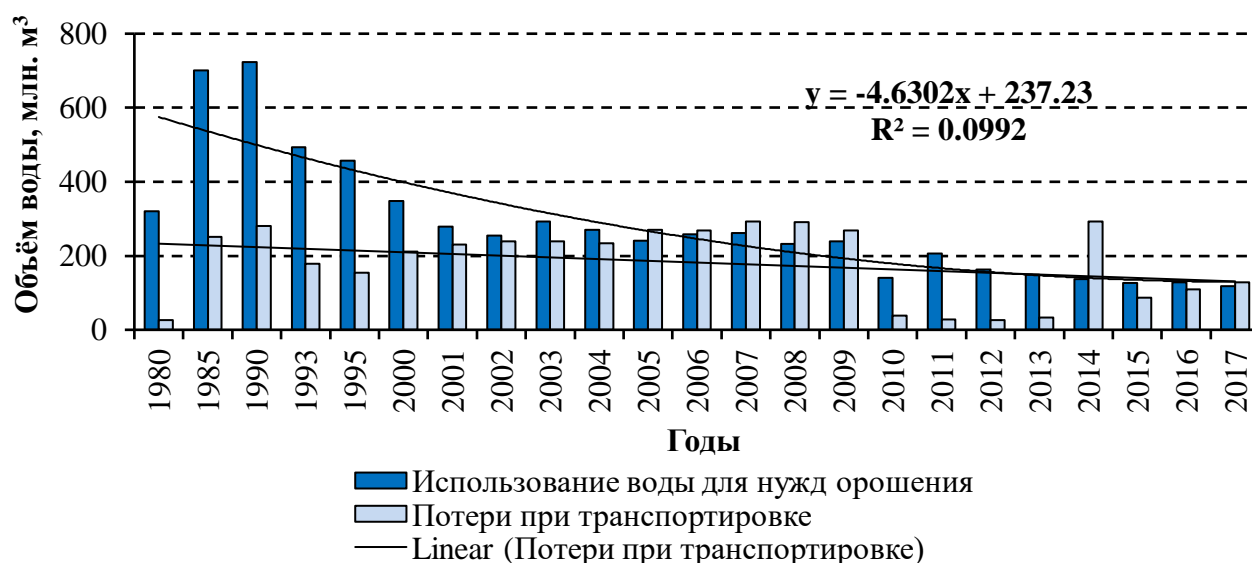
*Каспийская обводнительно-оросительная система* расположена на крайнем юго-востоке Республики Калмыкия на побережье Каспийского моря. Каспийская ООС введена в эксплуатацию в 1961-1962 годах. Система расположена на плоской бессточной аккумулятивной равнине с выделяющимися возвышенностями – буграми Бэра. Данная территория характеризуется тяжелыми почвенно-мелиоративным и инженерно-геологическими условиями. Река Бахтемир (правый рукав реки Волги) и Каспийское море являются основными источниками водоснабжения Каспийской ООС. Орошаемые и обводняемые Каспийской ООС земли до середины 1990 годов, интенсивно использовались. Площадь орошаемых и обводняемых земель Каспийской ООС на территории Республики Калмыкия на 01.01.2003 составила  $1249 \text{ га}$  (Водохозяйственная ..., 2003) при годовом лимите подачи воды из внешних источников  $48.8 \text{ млн. м}^3/\text{год}$  (Кадаева, 2013). Начавшийся катастрофический подъем уровня воды Каспийского моря привел к подтоплению прибрежной полосы площадью более  $200 \text{ тыс. га}$ , в результате практически все орошаемые участки оказались подтопленными или затопленными, что привело к выводу данной обводнительно-оросительной системы из эксплуатации.

Общая площадь орошаемых и обводняемых земель Сарпинской, Калмыцко-Астраханской, Черноземельской, Право-Егорлыкской и Каспийской оросительно-обводнительными системами на территории Республики Калмыкия на 01.01.2003 составила  $80580 \text{ га}$  при лимите подачи воды из внешних источников, равном  $1253.5 \text{ млн. м}^3/\text{год}$  (Кадаева, 2013).

На рисунке 14 показана динамика забора воды на орошение в Республике Калмыкия за период с 1980 по 2017 год. В основу построения графика положены данные, приведённые в работе А.Д. Думнова и С.С. Борисова (2003) и в статистических сборниках по водным ресурсам России (Водные ресурсы ..., 2010, 2013, 2018). Из рисунка видно, что максимум забора воды на нужды орошения в республике за период 1980-2017 годы отмечен в 1990 году и составил  $723 \text{ млн. м}^3$ . После 1990 года забор воды на орошение начал снижаться, уменьшившись к 2002 году в 2.8 раза. Наблюдаемая отрицательная динамика забора воды на

орошение в 1990-2002 годы явилась отражением общего упадка сельского хозяйства в этот период из-за отсутствием финансирования и технических возможностей для поддержания орошаемых земель в нормальном состоянии. Относительная стабилизация забора воды для нужд орошения приходится на 2001-2009 годы (200-300 млн. м<sup>3</sup>) и 2010-2017 годы (100-200 млн. м<sup>3</sup>).

Использование в Калмыкии значительных объемов привозной воды влечет за собой потери воды при транспортировке, во многих случаях соизмеримые с забором воды на орошение (рис. 14). С 1980 по 2009 год прослеживается увеличение потерь воды при транспортировке по отношению к забору воды на орошение. В 2005-2009 годах и в 2014 году потери при транспортировке превзошли объемы забора воды на орошение. Резкое снижение потерь воды при транспортировке отмечается в 2010-2013 годах.



**Рис. 14.** Динамика объёмов забора воды для нужд орошения и потерь при транспортировке в Республике Калмыкия. **Fig. 14.** Dynamics of water volume used for irrigation and wasted during transportation in the Republic of Kalmykia.

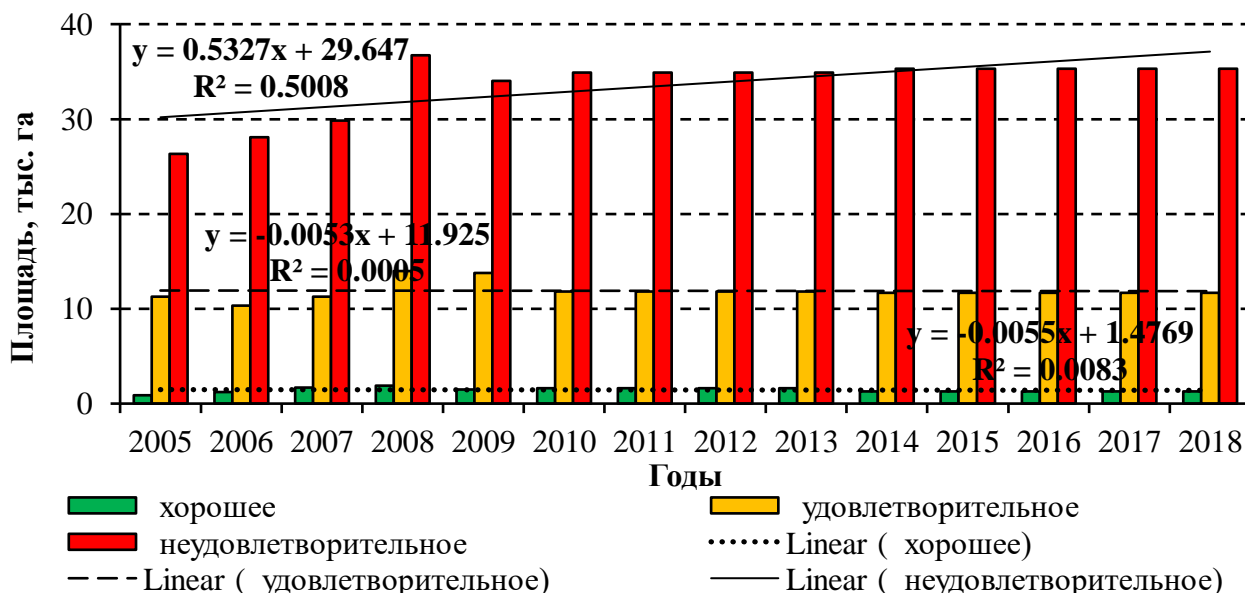
Наряду с потерями воды при транспортировке до 80% объёмов воды, забираемой из источников орошения, может теряться в результате несовершенства оросительных и дренажно-коллекторных систем и техники полива (Щедрин и др., 2013). Это в большей части относится к оросительным системам, построенным с каналами в земляном русле и без дренажа в 1950-1960 годах. Значительные потери воды присущи оросительным системам, работающим в непрерывном режиме. Во избежание переполива на оросительных системах данного типа во время засух небольшой интенсивности может практиковаться сброс неиспользованной воды. При этом во время интенсивных засух действующая в непрерывном режиме оросительная система, участок за участком, не может обеспечить одновременный полив всей орошаемой площади.

Довольно часто объёмы воды, забираемые из источников орошения и непосредственно подаваемые на орошаемые массивы, значительно превосходят потребность возделываемых культур в воде – водопотребление (расход воды на транспирацию растений и сопутствующее ей испарение воды почвой). Разница между фактическим количеством подаваемой на поля воды и водопотреблением растений образует возвратные воды. Одна их часть возвратных вод попадает в естественную или искусственную дренажную сеть. Другая часть возвратных



вод, в зависимости от комплекса природных, в большей мере гидрогеологических, условий, а также от культуры сельскохозяйственного производства, расходуется на дополнительное увлажнение естественной растительности вокруг или внутри орошаемых массивов (часто связанное с подтоплением и заболачиванием территорий), на дополнительное питание подземных вод, во большинстве случаев повышая их минерализацию и тем самым нанося большой ущерб окружающей среде. Проявление негативных последствий орошения, таких как вторичное засоление, заболачивание, истощение земель, загрязнение водных источников и нарушение природного равновесия в окружающей среде, охватило как сами орошаемые массивы, так и территории, прилегающие к ним. По данным Э.Б. Дедовой с соавторами (2020), в Республике Калмыкия при общей площади сельскохозяйственных угодий, равной 6264 тыс. га (2006 год), 77.9% подвержены различным типам деградаций, из которых 93.96 тыс. га составляют переувлажненные угодья, 526.18 тыс. га – эродированные, 1753.92 тыс. га – дефлированные, 2505.6 тыс. га – засоленные.

Что касается состояния орошаемых земель в Калмыкии, то по статистическим данным за 2005-2018 годы (Государственный ..., 2006-2019) около 35 тыс. га находятся в неудовлетворительном состоянии, около 12 тыс. га имеют удовлетворительное состояние, и только состояние 1.3-1.6 тыс. га орошаемых земель оценивается как хорошее (рис. 15).



**Рис. 15.** Динамика состояния орошаемых земель в Республике Калмыкия за 2005-2018 гг.

**Fig. 15.** Dynamics of irrigated lands condition in the Republic of Kalmykia in 2005-2018.

Приведённые данные о состоянии орошаемых земель в республике свидетельствуют об имеющем место «ирригационном опустынивании», термин, введенный В.С. Залетаевым, которое вызвано ирригационно-хозяйственными причинами, а именно низким уровнем конструирования и эксплуатации оросительных систем, а также пренебрежением мелиоративными мероприятиями при их эксплуатации (Дедова и др., 2020).

### Выводы

Результаты исследования современной динамики климатических условий Республики Калмыкия с использованием гидротермического коэффициента (на основе данных метеорологической станции Яшкуль за период 1966-2017 гг.) свидетельствуют о гумидном



потеплении климата на территории в современный период.

Вывод о гумидном потеплении подтверждается тем, что на мелиорированных почвах Приергенинской равнины происходит формирование растительных сообществ, характерных для заключительных стадий восстановительной сукцессии светло-каштановых почв. Показано, что гидротермический коэффициент (по сравнению с коэффициентом увлажнения) более достоверно отражает изменения климатических условий территории, влияющие на состояние и развитие растительного покрова, и может быть рекомендован для оценки климатических условий в Республике Калмыкия.

За период 2002-2018 годы площадь кормовых угодий Калмыкии увеличилась на 197.8 тыс. га и к 2018 году достигла 5472.9 тыс. га, что составило 73% земельного фонда республики. Увеличение площади кормовых угодий произошло как за счёт залежи, так и за счёт сокращения площади пашни.

Площадь пашни за исследуемый период уменьшилась на 105.4 тыс. га (11.26%) и в настоящее время (2018 год) составляет 831 тыс. га.

Площади орошаемых сельскохозяйственных угодий с 2010 по 2018 год оставались неизменными на уровне 48.3 тыс. га.

Максимальный объём забора воды на нужды орошения за период 1980-2017 годы отмечен в 1990 году и составил 723 млн. м<sup>3</sup>; в 2010-2017 годы забор воды на орошение составил 100-200 млн. м<sup>3</sup>.

Состояние орошаемых земель в Калмыкии за период 2005-2018 год только в 2-4% случаев оценивается как хорошее, в 24-29% случаев – как удовлетворительное, в 68-73% – как неудовлетворительное.

Вовлечение в сельскохозяйственный оборот большого количества залежных земель, наряду со значительным снижением количества забора воды на орошение после 1990-х годов несомненно было связано не только с социально-экономическими, но, вероятно более, чем наполовину, с климатическими изменениями, а именно, с гумидным потеплением, которое способствовало большему увлажнению территории Республики и введению в оборот ранее невостребованных земель.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Коршунова Н.Н., Швец Н.В. 2019а. Описание массива данных месячных сумм осадков на станциях России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015620394 [Электронный ресурс <http://meteo.ru/data/158-total-precipitation#описание-массива-данных> (дата обращения 04.09.2019)].
- Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Трофименко Л.Т., Швец Н.В. 2019б. Описание массива данных среднемесячной температуры воздуха на станциях России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014621485 [Электронный ресурс <http://meteo.ru/data/156-temperature#описание-массива-данных> (дата обращения 04.09.2019)].
- Вода России. Научно-популярная энциклопедия Республика Калмыкия. 2020 [Электронный ресурс [water-rf.ru](http://water-rf.ru) (дата обращения 11.10.2020)]
- Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2009 году (Статистический сборник). 2010 / Ред. Н.Г. Рыбальский, А.Д. Думнов. М.: НИА-Природа. 372 с.
- Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2012 году (Статистический сборник). 2013 / Ред. Н.Г. Рыбальский, А.Д. Думнов. М.: НИА-Природа. 300 с.
- Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2017 году (Статистический сборник). 2018 / Ред. Н.Г. Рыбальский, В.А. Омеляненко, А.Д. Думнов. М.: НИА-Природа. 230 с.
- Водохозяйственная карта Республики Калмыкия. Научно-исследовательский центр комплексного мониторинга КИСЭПИ. Управление природных ресурсов и охраны

- окружающей среды МПР России по Республике Калмыкия. Элиста. 2003. 1 л.
- Высоцкий Г.Н. 1960. Избранные труды. М.: Сельхозгиз. 435 с.
- Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2005...2018 году. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. М. 2006-2019. [Электронный ресурс <https://rosreestr.gov.ru/site/activity/gosudarstvennyu-natsionalnyu-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-rossiyskoy-federatsii/> (дата обращения 04.09.2019)].
- Дедова Э.Б., Гольдварг Б.А., Цаган-Манджиев Н.Л. 2020. Деградация земель Республики Калмыкия: проблемы и пути их восстановления // Аридные экосистемы. Т. 26. № 2 (83). С. 63-71. [Dedova E.B., Goldvarg B.A., Tsagan-Mandzhiev N.L. 2020. Land Degradation of the Republic of Kalmykia: Problems and Reclamation Methods // Arid Ecosystems. Vol. 10. No. 2. P. 140-147.]
- Думнов А.Д., Борисов С.С. 2003. Учет использования воды: основные этапы становления и проблемы современного анализа // Бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов в России». № 9-10. С. 37-64.
- Кадаева А.Г. 2013. К вопросу о качестве оросительных вод в Калмыкии // Вестник Калмыцкого института гуманитарных исследований РАН. № 1. С. 160-162.
- Новикова Н.М., Волкова Н.А., Уланова С.С., Чемидов М.М. 2020. Изменение растительности на мелиорированных солонцовых почвах Приергенинской равнины за 10 лет (Республика Калмыкия) // Аридные экосистемы. Т. 26. № 3 (84). С. 30-39. [Novikova N.M., Volkova N.A., Ulanova S.S., Chemidov M.M. 2020. Change in Vegetation on Meliorated Solonetic Soils of the Peri-Yergenian Plain over 10 Years (Republic of Kalmykia) // Arid Ecosystems. Vol. 10. No. 3. P. 194-202.]
- Селянинов Г.Т. 1958. Принципы агроклиматического районирования СССР // Вопросы агроклиматического районирования СССР. М.: МСХ СССР. С. 7-14.
- Шумова Н.А. 2020. Анализ климатических условий в Республике Калмыкия за 1966-2017 гг. // Аридные экосистемы. Т. 26. № 3 (84). С. 23-29. [Shumova N.A. 2020. Analysis of Climatic Conditions in the Republic of Kalmykia for 1966–2017 // Arid Ecosystems. Vol. 10. No. 3. P. 188-193.]
- Шумова Н.А. 2010. Закономерности формирования водопотребления и водообеспеченности агроценозов в условиях юга Русской равнины. М.: Наука. 239 с.
- Щедрин В.Н., Колганов А.В., Васильев С.М., Чураев А.А. 2013. Оросительные системы России: от поколения к поколению. Ч. 1. Новочеркасск: Геликон. 283 с.
- Экологическая энциклопедия. 2010. Т. 3. И-М. М.: ООО «Издательство «Энциклопедия». 448 с.

UDC 332.334:551.583

**CHANGE IN STRUCTURE OF LAND USE AND IRRIGATION  
UNDER MODERN CLIMATIC CONDITIONS IN THE REPUBLIC OF KALMYKIA**

© 2021. N.A. Shumova

*Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences  
Russia, 119333, Moscow, Gubkina Str. 3. E-mail: shumova\_aqua@rambler.ru*

Received December 28, 2020. After revision January 20, 2020. Accepted February 01, 2020.

The structure of land use is determined by natural and climatic conditions, formed during the historical evolution, and dependent on social and economic circumstances. The analysis of change in the

structure of land use in the Republic of Kalmykia is based on statistical data, provided by the Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography in the State (national) reports for the state and use of land in the Russian Federation in 2005-2018. The climatic conditions were evaluated on the basis of monthly air temperature and precipitation data, provided by the Yashkul Weather Station for the period from 1966 to 2017. The analysis of hydrothermal coefficient dynamics allows us to conclude that there is a humid warming in the Republic, which can be also proved by the data on plant communities that have formed on the Peri-Yergenian Plain while being common only for the final stages of restorative succession on the light-chestnut soils. We also concluded that hydrothermal coefficient precisely represents climatic conditions that affect the state and growth of plant cover; therefore it can be recommended for evaluation of climatic conditions in the Republic of Kalmykia.

Agricultural lands of the Republic occupy 92.8% of the land fund, which proves a highly strong anthropogenic pressure on the territory. The forage lands, arable lands and irrigated lands occupy 73.2, 11.1 and 0.6% of the fund. During 2002-2018 the area of forage lands grew by 197.8 thousand ha (3.7%) due to the growth of agricultural lands and reduction of arable lands, which decreased by 105.4 thousand ha (11.2%). The deficiency of water resources became the reason for irrigation development; in the Republic there are 5 large, fully functional irrigating systems. The total length of the main network of irrigation canals in the republic is 1137 km, the length of the network of waste collectors is 633 km. The maximal volume of water intake for irrigational purposes during the period of 1980-2017 was registered in 1990 when it was 723 million m<sup>3</sup>; in 2010-2017 it was only 120-200 million m<sup>3</sup>. The area of irrigated agricultural land in the Republic from 2010 to 2018 remained unchanged and equal to 48.3 thousand ha. The imperfection of the design of irrigation and drainage-collector systems and irrigation technique has caused secondary salinization, waterlogging and depletion of irrigated lands. Only 2-4% of irrigated lands in Kalmykia in 2005-2018 are considered to be in fine condition, while 24-29% is rated as satisfactory, and 68-73% as unsatisfactory. The involvement of a large number of long-fallow lands in agricultural circulation is connected not only with socio-economic, but also with climatic changes, namely, with humid warming in the Republic of Kalmykia.

*Keywords:* land fund, land use, agricultural land, irrigated lands, hydrothermal conditions, Republic of Kalmykia.

**DOI: 10.24411/2542-2006-2021-10080**