

**О ВЛИЯНИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ
АДАПТАЦИИ СИСТЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВ**

© 2023 г. М-Р. А. Казиев*, С.Н. Имашева*, С.А. Теймуров*, З.А. Баламирзоева**

**Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан
Россия, 367014, Республика Дагестан, г. Махачкала, МКР Научный городок,
ул. А. Шахбанова, д. 30. E-mail: imashova86@mail.ru*

***Дагестанский государственный университет
Россия, 367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Магомеда Гаджиева, д. 43-а*

Поступила в редакцию 10.11.2022. После доработки 10.01.2023. Принята к публикации 13.01.2023.

Глобальные климатические изменения, происходящие в современных условиях, являются определяющим фактором направления исследований по рациональному использованию почвенных ресурсов. В южных регионах России, включая Республику Дагестан, условия ведения сельского хозяйства усложняются засушливостью климата, прогрессирующей аридизацией и опустыниванием. Проводимые исследования показывают, что без учета направлений адаптационных изменений в состоянии почвенного покрова может быть нанесен ущерб в экономической эффективности разрабатываемых мероприятий. Поэтому поставлена цель определить комплекс региональных адаптационных изменений по снижению отрицательных воздействий связанных с проявлением засух, суховеев и пыльных бурь, оказывающих влияние на экономические показатели Дагестана.

Ключевые слова: адаптационные меры, регионы, климатические изменения, уязвимость, плодородие почв, восстановление травостоя, кормовые угодья, паспорт пастбищ.

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-45-52

EDN: OEXJJV

Адаптация к климатическим условиям рассматривается нами применительно для почвенного покрова, подверженного воздействиям климатических изменений в самом широком диапазоне засушливости и аридизации (Адаптация почвенных животных ..., 1977). Климатическая изменчивость оценена с учетом особенностей почвенного покрова и современного экологического развития. Выявление, определение адаптационных изменений проводились для региона Терско-Кумской низменности, где гидротермический режим и направленность воздействующих приемов являются определяющими. Цель работы – определение комплекса региональных адаптационных мер, направленных на снижение отрицательных последствий климата с последующим повышением устойчивости почв и продуктивность естественной растительности к ветровой эрозии, засухе, высоким и длительным периодом существования условий, обуславливающих уменьшение содержания доступной почвенной влаги. Для выполнения поставленной цели оценены существующие риски отрицательного влияния процессов ветровой эрозии, засоления и дегумификации почв.

Определенный объем исследований проведен по учету и определению бонитировочных показателей почв их плодородия и разработке предложений в целях снижения риска и создания благоприятных биосферных условий.

Объекты и методы исследования

В работе приведены результаты анализа современного состояния и использования ресурсоэкономического потенциала почв аридных экосистем одного из важнейших регионов Западного Прикаспия Терско-Кумской низменности. В полевых условиях определены основные типы почв, почвообразующих пород и растительного покрова. Полевая характеристика почв сопровождалась закладкой почвенных разрезов, отбором образцов по генетическим горизонтам. Составлен классификационный список почв региона с морфологической оценкой почвенных профилей.

По растительной части выявлены сообщества используемых в качестве кормов. Заложены укосные площади, определено видовое разнообразие с выделением эдификаторов. В отобранных пробах укосной массы проведены анализы по определению кормовых единиц и продуктивности. Результаты физических, химических и биохимических анализов получены с применением общепринятых методов аналитических работ. Значительный объем работ выполнен по сбору и обработке климатических осадков, количеству дней с сильными ветрами, суммами активных температур. Определена бонитировочная цена почв с учетом свойств, оказывающих влияние на их плодородие. Весь комплекс аналитических работ выполнен в почвенной лаборатории Прикаспийского института биоресурсов Федерального аграрного научного центра Республики Дагестан (2010-2015 гг.) и кафедре почвоведения Дагестанского государственного университета (2015-2020 гг.). По результатам полевых, лабораторных и картографических работ, установлена степень влияния засушливых климатических условий на адаптацию системы использования аридных ландшафтов Терско-Кумской низменности.

Результаты исследований и обсуждение

Обладая значительными запасами неосвоенных земель, аридные территории представляют большой резерв в расширении площадей интенсивно используемых пахотных земель в сельскохозяйственном производстве. Продуктивность главнейших типов почв аридного режима изучена на разновидностях, используемых под природные кормовые угодья. Анализируя полученные данные (табл. 1) можно отметить, что с увеличением степени засушливости и угасания гидроморфного режима почвообразования уменьшается общая фитомасса растений и долевое участие массы подземных органов.

Таблица 1. Распределение фитомассы растительных сообществ кормовых угодий по типам почв, ц/га.

Почвы	Фитомасса		Отчуждаемая часть в виде урожая	Лимитирующие факторы	Проективное покрытие растений, %
	надземная	подземная			
Каштановые карбонатные	68.5	60.5	25.3	Засушливость климата	50-60
Светло-каштановые	35.8	70.6	10.1	Засушливость климата	30-50
Лугово-каштановые	77.5	52.3	13.7	Засушливость климата	50-60
Луговые карбонатные	70.0	66.1	7.9	Грунтовое увлажнение	50-60
Луговые солонцеватые	54.1	49.7	4.3	Солонцеватость	40-50
Солончаки луговые	11.5	30.4	9.0	Засоление	30-40
Солончаки типичные	8.8	33.1	5.1	Засушливость климата и засоление	20-30

Максимальная фитомасса образуется в каштановых и лугово-каштановых почвах, причем, соотношение надземной и подземной части фитомассы близки по величине. Такое соотношение объясняется ведущей ролью умеренно засушливого климата (Бабаев, 1989) среди почвообразующих факторов. В светло-каштановых почвах увеличивается степень влияния засушливости климата и соответственно уменьшается величина общей фитомассы с последующим увеличением соотношения массы подземных органов. Приведенное позволяет отметить, что влияние климатических рисков уменьшается с увеличением соотношения и величины функционирующих площадей почв с растительным покровом. Рассматриваемые пространственные параметры почвенного покрова на примере Терско-Кумской низменности выявляют общую закономерность – увеличение

функционирующих площадей почв, как показателя уменьшения риска, формирующегося засушливыми условиями. По полученным данным установлено, что высокое содержание функционирующих площадей почв пастбищ характерно низкопродуктивным почвам – солончакам типичным, солончакам луговым, где биологическая продуктивность очень низкая. Это свидетельствует о том, что антропогенное воздействие создает условия для развития процессов засоления, эрозии и солонцеватости. Риск, связанный с засолением, уменьшается при оптимизации пастбищных нагрузок. Перераспределение площадей по категориям почв, выполняющих техногенные функции, протекает по направлению увеличения площадей, лишенных биологической продуктивности под влиянием природных факторов – высоких температур, сильных ветров и периодически повторяющихся засух и суховеев.

Определяющим фактором возникновения экологического риска является аридный климатический режим, на фоне которого возникают локальные перераспределения функционирующих площадей почв (ФПП; табл. 2).

Таблица 2. Распределение категорий почв по стадиям опустынивания.

Величина ФПП	ФПП к общей площади, %	Стадии опустынивания	Почвы	Продуктивность
Очень высокая	> 95	Не выражено	Солончаки луговые, пески слабозакрепленные	Низкая
Высокая	90-95	Слабая	Солончаки типичные, светлокаштановые солончаковатые, светлокаштановые солонцеватые	Средняя
Средняя	85-90	Средняя	Луговые солончаковатые, лугово-каштановые	Выше средней
Ниже среднего	80-85		Лугово-каштановые солонцеватые, пески закрепленные	Нестабильная средняя
Низкая	70-85	Средняя	Каштановые солонцеватые, каштановые карбонатные	Средняя
Очень низкая	<70	сильная	Светлокаштановые слаборазвитые, солончаки корковые, солончаки соровые	Выше средней

Перераспределение площадей по категориям почв в зависимости от стадий опустынивания иллюстрирует трансформацию их под влиянием природных и антропогенных факторов. Из природных факторов ведущими здесь являются пустынный климатический режим, а из антропогенных – ненормированная система выпаса скота. Переход одной категории почв в другую происходит при смене стадий опустынивания с затратой энергии и наличия движущихся сил, способных перевести функционирующее состояние почв в нефункционирующие. Для раскрытия механизма распределения биосферных категорий почв целесообразно ввести понятие «деградационного градиента», с которым связана напряженность трансформации категории почв.

Динамика взаимодействия антропогенных и природных факторов, создающая деградационный градиент на фоне изменяющегося равновесия способствует развитию постоянно действующих свойств в соотношении сохраняющейся и нарушенной части почвенного покрова. В результате изменения размера площадей функционирующих почв расширяется нарушенная часть почвенного покрова, формируются признаки ландшафтной неоднородности. Основные направления формирования неоднородных по продуктивности и составу почв характеризуется развитием зональных признаков (Залибеков, 1996).

Климатическая или автономная неоднородность почв обуславливается зональными факторами почвообразования. Существенная особенность распределения биомассы автоморфных почв – значительное преобладание подземной фитомассы, долевое участие которой в общей фитомассе составляет более 80%. Своеобразные отличия органического вещества почв засушливых регионов проявляются во влиянии состава фитомассы растительных сообществ.

Одной из основных закономерностей автономной неоднородности является высокая потенциальная способность накопления во времени и пространстве биомассы живых организмов (Залибеков, 1995).

Гидрогенная неоднородность, связанная с выявлением фактора увлажнения поверхностными и подземными водами. Отчетливое проявление признаков плодородия аридных земель региона при орошении обусловлено дополнительным увлажнением, способствующим сохранению разнообразия функционирующих разновидностей почв. В зависимости от степени обеспеченности почв влагой формируются признаки почвенно-растительного покрова свойственные гидрогенной неоднородности. Действия этих факторов приводят к формированию мозаичности почвенного покрова и пестроте видового состава растений. При воздействии гидрогенного фактора биогеоценозы резко изменяются по продуктивности, устойчивости и физико-химическим свойствам. Формирование разнообразия природных разновидностей почв и растительности при воздействии гидрогенного фактора свидетельствует о значительной напряженности биосферных процессов в аридных условиях. Большая экологическая напряженность и возрастающая плотность антропогенных воздействий ограничивают приспособительные реакции растений, что позволяет утверждать о преобразующей роли гидрогенной неоднородности на функциональные свойства почв (Залибеков, Новикова, 2016; Кондаков и др., 2022).

Литогенная неоднородность выявляется при анализе влияния почвообразующих пород на обособление границ ареалов почв. Природные варианты пустынных экосистем и их динамика определяются категориями отложений, выходящих на поверхность (глины, суглинки, пески) представленные в переработанном виде на поверхность геологических отложений. Более значительные изменения литогенной неоднородности формируются в условиях распространения движущихся песков, приуроченных к ареалам почв, используемых для выпаса скота. Выявленные неоднородности позволяют говорить об изменении границ и размера площадей функционирующих почв на высшей стадии деградации. Опустынивание и аридная деградация земель свойственная регионам Европейского юга России, сформирована в аналогичных условиях, характерных для Терско-Кумской низменности. Негативные последствия их отразились на состоянии травостоя пастбищ (видовом составе, проективном покрытии), охватывая более 80% территории. Это объясняется: во-первых, острой засушливостью климата и отсутствием возможностей для орошения; во-вторых, отсутствием нормированного процесса выпаса скота и чрезмерно высокой нагрузкой. Способы использования земель кормовых угодий за последние полвека характеризуются нарастанием нагрузок образуемых в основном за счет увеличения поголовья мелкого рогатого скота (Манаенков, 2014). Кроме того, большие изменения формируются в результате увеличения антропогенных нагрузок с последующим созданием производственных кооперативов и разных форм владения землей.

Особо следует упомянуть о влиянии антропогенного фактора, направленного на расширение площадей отчуждаемых земель с созданием новых для рассматриваемого региона отраслей. По статическим данным численность населения в регионе за последние 10 лет удвоилась, а площади занятые населенными пунктами расширились более чем в 1.5 раза. Примером значительного увеличения плотности технических объектов явились строительство железнодорожной линии Кизляр-Махачкала, протяженностью 90 км и расширения автомагистральных шоссе дорог. Зоны отчуждения, влияния техногенных объектов привели к вытеснению продуктивных сельскохозяйственных угодий на площади более 50 тыс. га. Построенные многочисленные технические объекты изменили общебиосферные условия, привели к дополнительному увеличению нагрузок на единицу площади и уменьшению продуктивных площадей почв. Ухудшение экологического состояния почвенного покрова пастбищ связано с падением урожайности травостоя, острым недостатком атмосферных осадков и часто повторяющимися засухами и суховеями (Залибеков, 2018).

Главная закономерность вытекающего из особенностей распространения пастбищных нагрузок – приуроченность максимальной плотности выпасаемого поголовья к участкам подверженным интенсивной деградации. В районах, где распространены очаги опустынивания (северно-западная часть Бажиганских песков), плотность выпасаемого поголовья достигает максимальных величин. В этом же регионе получили развитие и другие виды антропогенных воздействий: отчуждение земель для размещения объектов нефтегазодобывающей промышленности, добычи песка, строительных материалов и другие (Кулик, 2014). Динамика изменения физико-химических свойств почв, подверженных пустынной деградации под влиянием высоких пастбищных нагрузок, показывают, что нарастание величин нагрузок обратно пропорционально хозяйственной продуктивности пастбищных угодий (Горбов, Безуглова, 2022).

Пропорциональное соотношение нагрузок и поедаемой части травостоя отмечается в светло-каштановых карбонатных, лугово-каштановых и луговых почвах. Для остальных типов почв – луговых засоленных в разной степени, солончаков и бурых пустынных почв существенных различий для градации по степени засоления, эродированности, солонцеватости не выделяется. Рекомендуется их включить в группу низкопродуктивных почв кормовых угодий. Выявление форм воздействий и закономерностей, проявляющихся в различных типах почв, имеет определенное значение. Важность этого фактора в современных условиях рыночной экономики возрастает в связи с возникшей необходимостью определения адаптационных ресурсов повышения продуктивности деградированных земель (Ковда, 1977). Учитывая использование природных кормовых угодий с превышением оптимальных нагрузок, оценка адаптивной изменчивости почв осуществляется нормированием выпаса с учетом содержания гумуса, питательных веществ почв и видового разнообразия растений пастбищного травостоя (табл. 3).

Изменение оценочных показателей почв, показывает наличие широкого диапазона условий, обусловленных различиями в степени засушливости климата. Такая дифференциация проявляется в продолжительности и количестве засушливых дней в течение вегетационного периода.

Самым продолжительным периодом является градация засушливого климата с гидротермическим коэффициентом 0.2-0.4. Острозасушливый период характеризуется по продолжительности 26 дней. Общая продолжительность засушливого климата составляет 70-80 дней, охватывая подавляющую часть вегетационного периода растений. Оценка продуктивности растительных сообществ произведена по величине накопленной фитомассы за выделенные периоды вегетации. Оценочные факторы определены по показателям отдельных свойств: содержанию гумуса, питательных веществ и водопроходной почвенной структуры (Гунин, Панкова, 2016).

Большое значение имеет определение эффективных способов использования земель в зависимости от степени засушливости климата. Острозасушливыми, умеренно-засушливыми условиями характеризуются более 80% территории региона, где стабильно, устойчиво освоены в пастбищном хозяйстве (Неронов, 2012). Увлажненные условия, включая влажные, имеют островной характер распространения в ограниченных масштабах в прилегающих земельных участках к внутренним водоемам, орошаемым землям поверхностными и подземными пресными водами. Данные, характеризующие количество дождливых дней за вегетационный период, иллюстрируют широкий диапазон различий между выделенными градациями по количеству дождливых дней за 1 год. Климатические условия в разных географически удаленных участках региона зависят от положения широтно-зонального климатического пояса (Баламирзоев, Шахмирзоев, 2004). Аналогичный характер наблюдается и в распределении атмосферных осадков по отдельным районам, расположенным в Терско-Кумской низменности. Минимальное количество осадков (16 мм) за вегетационный период выпадает в острозасушливых условиях (Терекли Мектеб, Бажиганские пески), где формируются почвы подверженные в сильной степени опустынивания (Шумова, 2021). К югу, юго-востоку количество осадков увеличивается за вегетационный период растений (до 40-60 мм), где процессы аридной деградации сильной степени переходят к стадиям засушливого, умеренно-засушливого климата. В стадиях увлажнения ослабляются процессы аридизации, улучшается водный режим почв, где развитие наземных экосистем протекает в направлении остепнения, олуговения. Следует упомянуть об активной роли ветровой эрозии, являющейся одним из главных факторов, который определяет адаптивные показатели почв пастбищных экосистем. Максимальное количество дней с сильными ветрами отмечается в стадии острозасушливого климата, распространенного в

пределах Тереклинских и Бажиганских песков. Высшая стадия развития ветровой активности (<15 м/сек) в окрестностях населенных пунктов Кумли, Боранчи, Уйсалган силы ветров и пыльных бурь достигают 20-30 м/сек, повреждая посевы, дорожные объекты, жилые дома, хозяйственные и мелиоративные комплексы (Биарсланов, 2015).

Таблица 3. Изменения оценочных показателей почв сельскохозяйственных угодий по степени засушливости климата Терско-Кумской низменности.

Показатели	Степень засушливости климата					Примечание
	остро-засушливая	засушливая	умеренно-засушливая	увлажненная	влажная	
Продолжительность засушливого периода, в днях	26	30	18	20	17	–
Гидротермический коэффициент (ГТК)	<0.2	0.2-0.4	0.4-0.5	0.5-0.7	–	–
Типы почв	светлокаштановая, бурая полупустынная	светло-каштановая	каштановая, лугово-каштановая	темно-каштановая	темно-каштановая	–
Оценка продуктивности	0	112	203	305	40	учитывается хозяйственная продукция
Бонитировочная цена в руб.	0	104	185	400	400	учитывается хозяйственная продукция
Способы использования земель	пастбище	пастбище	пашня условно орошаемая	пашня орошаемая	поливные луга сенокосы	–
Количество дождливых дней за вегетационный период	8	14	25	28	31	средние показатели за 10 лет наблюдений
Сумма атмосферных осадков за вегетационный период	16	49	109	120	250	–
Число дней с сильными ветрами	75	70	44	33	19	–
Сумма температур > 10°C	3800	3820	3650	3600	3600	–
Использование подземных вод	10-летний период	5-10 лет	< 5 лет	–	–	сроки стабильного обеспечения
Обогащение видового разнообразия растений с коротким периодом вегетации	популяция кормовых растений	отдельные виды кормовых растений	фитомелиорация		–	–

Сумма активных температур ($>10^{\circ}\text{C}$) на территории региона остается стабильной в пределах $3500\text{-}4000^{\circ}\text{C}$, указывая на теплообеспеченность сельскохозяйственных культур (Бананова, 1989). Потенциальные ресурсы аридных почв оцениваются по наличию возможностей использования подземных пресных вод и развития орошения. Использование подземных пресных вод в настоящее время ограничено из-за недостаточной обеспеченности материальной базы сельского хозяйства. Однако, перспективы применения подземных пресных вод в приморских равнинах определяются в значительном масштабе, что связано с относительно неглубоким залеганием запасов подземных пресных вод и их самовосстановительной способностью. Учитывая эти обстоятельства, мы представили научное обоснование о создании самостоятельного направления прикладных исследований «Мелиорация и подземные воды». Мобилизация нетрадиционных видов водных ресурсов и их рациональное использование связаны с восстановлением разнообразия кормовых растений и технологий их возделывания.

Выводы

Динамика развития аридного климатического режима и возрастающая роль антропогенного фактора свидетельствуют о расширении, углублении значимости региональных аспектов адаптации систем использования почвенного покрова.

1. Выявление водных ресурсов исследованием нетрадиционных источников воды – запасов подземных пресных вод, залегающих на глубине 300-500 м. Резервы пресных незагрязненных подземных вод в пределах исследуемого района характеризуются самовосстановлением, стабильностью и высоким качественным составом.

2. Установлено, что влияние климатических рисков уменьшается с увеличением соотношения площадей почв гидроморфного режима. Максимальная величина ареалов функционирующих почв характерна для низкоплодородных почв (светлокаштановых, бурых пустынных, солончаков типичных). Эти показатели выступают в качестве факторов уменьшения риска засушливых климатических условий. Биосферная роль низкоплодородных почв сохраняется из-за ограниченности вмешательства человека в острозасушливых условиях.

3. Для раскрытия механизма распределения и взаимодействия биосферных категорий почв, введено понятие «деградационного градиента». Суть его сводится к описанию нарушенного равновесия между ареалами, перешедшими в техносферу (объекты индустрии и городского хозяйства) и сохранившимися продуктивными площадями почвенного покрова. В результате изменения состава почв и расширения нарушенной их части формируются признаки ландшафтной неоднородности.

4. Выявленные неоднородности (климатические, гидрогенные, литогенные) характеризуются накоплением органического вещества почв, с дифференциацией степени влияния факторов почвообразования, включая процессы опустынивания, аридизации. Ведущее значение литогенной неоднородности связано с формированием ареалов движущихся песков, формированием эрозионного рельефа, засыпкой, погребением объектов жилищного, промышленного, дорожного строительства.

5. Оценка адаптивной изменчивости деградированных земель, климатических элементов, возможностей применения подземных пресных вод, раскрывают перспективы освоения аридных земель в народном хозяйстве. Эти показатели представляют основу для определения региональных факторов адаптации аридных земель в современных условиях климатического потепления.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУНД ФЕНЙ РД по теме № НИР: 122021800247-5 (FNMN-2022-0010) «Совершенствование адаптивно-ландшафтной системы земледелия на основе разработки новых ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур и агроэкологической оценки земель. Совершенствование организационно-экономического механизма повышения эффективности сельскохозяйственного производства Республики Дагестан».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Адаптация почвенных животных к условиям среды. 1977 / Ред. М.М. Гиляров. М.: Наука. 191 с.
Бабаев Л.Г. 1989. Историко-географический анализ динамики пустынных экосистем // Проблемы освоения пустынь. № 5. С. 18-25.

- Бананова В.А.* 1989. Методы изучения очагов опустынивания на пастбищах Западного прикаспия // Проблемы освоения пустынь. № 5. С. 56-61.
- Баламирзоев М.А., Шахмирзоев Р.А.* 2004. Критерии бонитировки почв Западного прикаспия // Почвенные и биологические ресурсы южных регионов России. Махачкала: ПИБР ДНЦ РАН. С. 87-94.
- Биарсланов А.Б.* 2015. О применении ГИС – технологий в мониторинге почвенных ресурсов Терско-Кумской низменности // Труды молодых ученых БФ ДГУ. Вып. I. Махачкала. С. 14-20.
- Горбов С.Н., Безуглова О.С.* 2022. Органическое вещество в почвах Ростовской агломерации // Почвоведение. № 7. С. 894-909.
- Гунин П.Д., Панкова Е.И.* 2016. История формирования и основные понятия концепции опустынивания в отечественной науке. Природные и антропогенные изменения аридных экосистем и борьба с опустыниванием // Труды Института геологии ДНЦ РАН. С. 15-20.
- Залибеков З.Г.* 1995. Опыт экологического анализа почвенного покрова Дагестана // Дагестанский научный центр, Прикаспийский институт биоресурсов. 146 с.
- Залибеков З.Г.* 1996. Роль экотонов в формировании биологического разнообразия в аридных зонах // Аридные экосистемы. № 2-3. С. 26-32.
- Залибеков З.Г.* 2018. О закономерностях формирования продукционных ресурсов засоленных почв Терско-Кумской низменности // Аридные экосистемы. № 2. С. 3-10. [Zalibekov Z.G. Regularities of the Formation of Production Resources on Saline Soils of the Terek-Kuma Lowland // Arid Ecosystems. Vol. 08. No. 2. P. 83-88.].
- Залибеков З.Г., Новикова Н.М.* 2016. Научные и прикладные основы планетарной борьбы с опустыниванием // Природные и антропогенные изменения аридных экосистем и борьба с опустыниванием. Махачкала: ИГ ДНЦ РАН. С. 5-14.
- Ковда В.А.* 1977. Аридизация суши и борьба с засухой. М.: Наука. 272 с.
- Кондаков В.М., Газалиев И.М., Курбанова Л.М., Курбанисмаилова А.С., Гусейнова А.Ш.* 2022. Прогнозно-эксплуатационные ресурсы подземных вод // Аридные экосистемы. № 2. С. 94-101. [Kondakov V.M., Gazaliev I.M., Kurbanova L.M., Kurbanismailova A.S., Huseynov A.Sh. Projected Exploitable Groundwater Resources in the Dagestan Piedmonts // Arid Ecosystems. Vol. 12. No. 2. P. 200-207.].
- Кулик К.Н.* 2014. Агролесомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов. Волгоград. ВНИАЛМИ. 248 с.
- Манаенков А.С.* Лесомелиорация арен засушливой зоны. Волгоград. ВНИАЛМИ. 2014. 420 с.
- Неронов В.В.* 2012. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы. 176 с.
- Шумова Н.А.* 2021. Количественные показатели климата в приложении к оценке гидротермических условий в республике Калмыкия // Аридные экосистемы. № 4. С. 11-24. [Shumova N.A. 2021. Quantitative Climate Indicators Applied to the Assessment of Hydrothermal Conditions in the Republic of Kalmykia // Arid Ecosystems. Vol. 11. No. 4. P. 327-335.].