


***Подземные пресные воды засушливых регионов юга России и их использование в борьбе с опустыниванием почв**

Залибек Гаджиевич Залибеков , д.б.н., профессор, ORCID 0000-0001-7008-9870,

Мустангер Шарабуттинович Абдуллаев, к.х.н., ORCID 0000-0003-0030-594X,

Сурхай Ахмедович Мамаев, к.т.н., ORCID 0000-0002-0250-7759,

Магомедрасул Абакарович Мусаев, ORCID 0000-0001-9918-0045,

Патимат Джамаловна Мусалаева, Залимхан Валиевич Валиев – Институт геологии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, e-mail: dangeo@mail.ru, 367030, ул. Ярагского, 75, г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия

В решении проблемы продовольственной безопасности важное значение имеет рациональное использование почвенного покрова с применением подземных пресных вод с учетом их качества, запасов и ареалов распространения. Исходя из этой концепции, нами проведены исследования по повышению плодородия почв с использованием нетрадиционных источников воды, пригодных для орошения и находящихся в состоянии категории неиспользуемых резервов, обладающих большими запасами. Это особенно важно для аридных регионов, где высокая степень обеспеченности солнечной энергией и светом, а подземные пресные воды остаются незамеченными среди ресурсов, используемых в отраслях, производящих биологическую продукцию. По результатам наших экспериментов объемы подаваемой воды по используемым видам растений установлены в пределах 120–130 м³/га. Режим поливов, применяемый на площади 6,5 га, осуществляется за 12-14 дней и повторяется 4-5 раз в течение года. В результате повышается плодородие деградированных почв пастбищ и урожайность кормовых растений на 25-30%. Для практического применения рекомендуется представить технологию использования подземных пресных вод в качестве альтернативы к общепринятой системе классических методов орошения.

Ключевые слова: подземные воды, почвы аридных земель, плодородие, гидрогеологические параметры, деградация почв, травосмесь, ресурсоведческий потенциал, естественная возобновляемость, продовольственная безопасность.

Поступила в редакцию: 08.09.2022

Принята к печати: 23.09.2022

Выявление изменений, происходящих в состоянии почвенного покрова и его ресурсоведческого потенциала, рассматривается не только как биологическая, географическая проблема, но и социальная, социально-экономическая. Это связано с тем, что почвенный покров как объект многопланового использования в различных отраслях народного хозяйства является источником производства биологической продукции и регулятором процессов, происходящих в биологическом круговороте веществ. В тоже время почвы отдельных регионов характеризуются ограниченностью ресурсоведческого потенциала с тенденцией формирования отрицательного баланса круговорота веществ между отчуждаемой и синтезируемой массой органического вещества.

Главным фактором формирования негативных процессов является отсутствие научного подхода в осуществлении хозяйственной деятельности человека и ее односторонняя интенсификация в безводных условиях полупустыни, направленная на максимальное извлечение сырьевых, пищевых, кормовых ресурсов. Учитывая ограниченность площадей плодородных почв – с одной стороны, и растущих потребностей общества в продовольствии – с другой, необходимо выявить современ-

ное состояние почв и перспектив их использования как объекта многосторонних интересов человека [6, 11].

Кроме того, в аридных регионах не изучены и не используются нетрадиционные виды водных ресурсов, освоение которых связано с вложением дополнительных средств. К такой группе ресурсов относятся подземные пресные воды, обладающие самовосстанавливающимися запасами.

В настоящей работе приводятся результаты исследований, посвященных освоению ресурсов подземных пресных вод одного из типичных регионов, подверженных опустыниванию юга Европейской части России, – дельты Терека и Терско-Кумской низменности. Преобладающими типами опустынивания в исследуемом регионе являются фитогенный, литогенно-галогеенный, формирующиеся под воздействием дигрессии пастбищ и процессов засоления солонцеватости и ветровой эрозии. Воздействие засушливого климата осложняется отсутствием поверхностных источников воды, усыханием естественных водоемов и озер. В северной половине региона практически нет воды для удовлетворения бытовых потребностей населения.

Процессы опустынивания в максимальной степени проявляются в регионах Калмыкии, северно-

* Статья написана по материалам доклада, представленного на Всероссийской научно-практической конференции «Агроресомелиорация и опустынивание», состоявшейся в Волгограде 22 июля 2022 года в ФНЦ агроэкологии РАН

го Дагестана, Астраханской и Волгоградской области, расположенных между черноморско-Азовской морской системой и Каспийско-Волжской артерией [2, 8]. Здесь смыкается горная система Кавказа с Каспийским морем и приморскими ландшафтами [4]. Пространственные особенности природных регионов, включая гидрологию территории, отражены в материалах Атласа тематических карт

для агролесомелиорации и защитного лесоразведения, составленного ВНИАЛМИ 2007 г. По этой карте видно, что (рис.1) Европейский юг России, включая северную часть Прикаспийской низменности, залегает в форме узкой полосы между Черноморско-Азовской морской системой (с запада) и Каспийско-Волжской артерией (с востока) [1, 2].



Рисунок 1. Космофотоснимок южной части Европейской территории России (ВНИАЛМИ, 2007 г.)

Сужение сухопутной территории между материковообразующими морями и гидрологические особенности указывают на актуальность исследований по использованию нетрадиционных видов водных ресурсов в региональном и межконтинентальном масштабах. Общая площадь засушливых земель юга Европейской части России (по данным разных экспертов) составляет более 15 млн. га.

Территория характеризуется высотными отметками от минус 26 метров до плюс 100 метров, имеет форму бессточной равнины: координаты региона $46^{\circ}20' - 44^{\circ}50'$ северной широты и $47^{\circ}17' - 43^{\circ}26'$ восточной долготы.

Северная граница простирается до волжских степей, на юге – до передовой цепи Кавказских гор. Севернее Каспийского моря граничит с Казахстаном, с востока территорию ограничивает Каспийское море, а с запада – Кавказские горы, значительная часть которых омывается Черным и Азовским морями. В целом, территория юга Европейской России приобретает вид расширяющегося в северном направлении крупного массива. При

этом образуется обширная депрессионная равнина, располагающаяся между Каспийско-Волжской водной артерией – с востока и Кавказскими горами – с запада [14, 18].

Объектами экспериментальных исследований является полигон и заложенные полевые опыты – территория Кочубейской биосферной станции Дагестанского федерального исследовательского центра РАН.

Цель исследований – разработка теоретических основ восстановления запасов и определение химического состава подземных пресных вод и ареалов их загрязнения. Для практических целей составляется технологическая схема их использования с определением перспектив развития нетрадиционных способов борьбы с опустыниванием почв.

Результаты исследования и их обсуждение. Подземные пресные воды (ППВ), залегающие в Хвалынском и Хазарском ярусах четвертичных отложений, выполняют роль фактора почвообразования, воздействие которых направлено на увеличение запасов влаги в почве в условиях

прогрессирующей аридизации, опустынивания. Определяющим направлением почвенных процессов является иссушение почвенного профиля, усиление солонцеватости, увеличение щелочности почвенной среды, развитие ветровой эрозии и засоления. Одним из основных видов, недостаточно используемых для орошения, обводнения засушливых земель региона являются ППВ, обладающие большими запасами в условиях дельтово-аллювиальных и континентальных равнин юга России.

Определяющим природным фактором проявления деградационных процессов являются климатические условия, острый дефицит влаги и отсут-

ствие поверхностных вод для орошения.

Важное значение имеет определение запасов и ареалов распространения ППВ и местоположения скважин, учитывающее глубину залегания водоносных пород, координаты которых определяются при гидрогеологической съемке. Глубина водоносных горизонтов в изучаемом регионе составляет 280-450 м. Изменение глубины в большей степени зависит от интенсивности водообмена и периодичности затопления приморской полосы в результате трансгрессий Каспия. В недостаточной степени учитывается также влияние морей и речных систем на запасы и ареалы распространения ППВ.

ТИПЫ ПРОЦЕССОВ ОПУСТЫНИВАНИЯ

Обозначение	Типы	Генетическое происхождение	Индекс почвы
Ф _т	Фитогенный	дигрессия пастбищ	К ₁
Л _г	Литогенный	ветровая эрозия, движение песков и мелкозема	К ₁
Л _{га}	литогенно-аккумулятивный	седиментация движущихся песков и мелкозема	К _л
Л _{тг}	литогенно-галогенный	обнажение засоленных пород	К _л +С _к
Л _{тд}	литогенно-гидрогенный	водная эрозия	К _л +С _к
Г _д	Гидрогенный	затопление, плавни	Л _{гб}
Г _{да}	гидрогенно-аккумулятивный	затопление, потопление	Л _г +С _к
Л _{тк}	литогенно-климатический	обсыхание дна сезонно функционирующих озер и водоемов	К ₄
Г _л	Галогенный	вторичное засоление орошаемых почв	С _к
Т _х	Техногенный	отводы земель, физическое разрушение почв	Л _т
З _{гл}	зоогенно-галогенный	вторичное засоление почв при перевыпасе скота	Л _т +С _к
З _{оо}	Зоогенный	физическое разрушение растительности	—
К _л	Климатогенный	иссушение профиля почв	К ₄

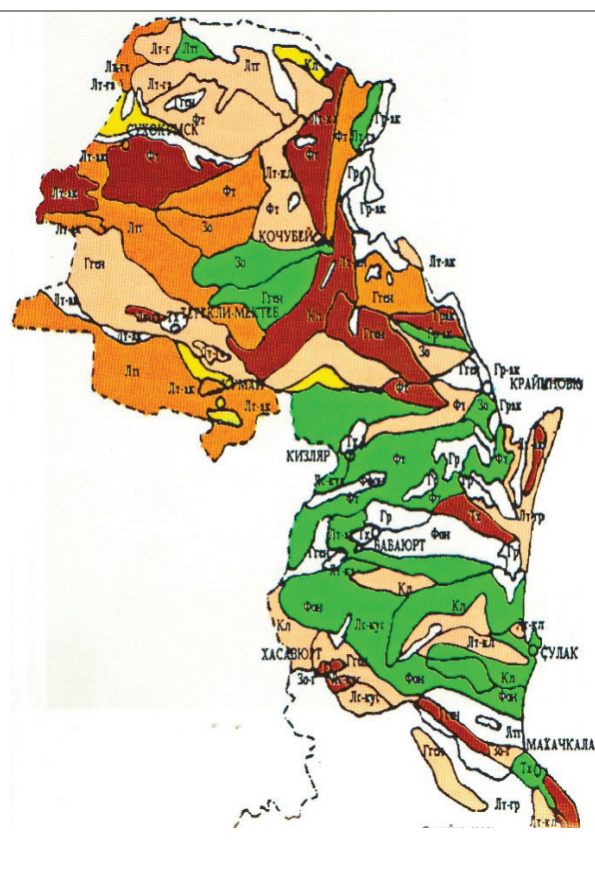


Рис. 2. Карта опустынивания почв северной части равнинной зоны Дагестана

Экологически важными свойствами ППВ является наличие возможностей дифференциации ареалов залегания, формирующихся в условиях отсутствия загрязнения без признаков содержания мышьяковистых и других вредных соединений. В качестве положительных качеств следует отметить также отсутствие процессов ирригационной эрозии у водоносных горизонтов. Высокая экономическая эффективность применения ППВ объясняется несколькими причинами, среди которых важными являются вовлечение почв в обработку и категорию пахотных угодий, обладающих устойчивыми показателями плодородия, естественной возобновляемостью запасов ППВ за счет интен-

сивного водообмена между водоносными геологическими породами суши и акватории Каспия. Для оценки типов опустынивания приводится характеристика качественных показателей поверхностных и пресных подземных вод (табл. 1).

По сравнительной оценке качества используемых подземных пресных вод с поверхностными поливными водами выделяются стабильность, защищенность от воздействий человека и оптимальная температура воды. Кроме того, при применении капельного орошения ППВ устраняются процессы ирригационной эрозии, уменьшается испарение и равномерно распределяется поливная вода по распределительным каналам и от-

дельным участкам [15].

На исследуемой территории КБС, расположенной в центральной части Терско-Кумской низменности, использованы подземные пресные воды по технологии, разработанной в Институте гео-

логии ДФИЦ РАН, с параметрами, характерными литогенному типу опустынивания. Такие опыты по технологии применения ППВ ранее в аридных условиях не применялись.

Таблица 1 – Сравнительная оценка подземных пресных и поливных (поверхностных) вод, рекомендуемых для орошения почв Терско-Кумской низменности

Определяющие параметры	Единицы измерения	Типы потребляемой воды		Примечание
		Пресные подземные	Поверхностные поливные	
Глубина залегания	м	200-600	-	-
Защищенность от загрязнения	%	98-100	60-70	
Запасы	м ³	Не ограничены	Отсутствуют	
Стабильность	циклы	Полувековые, вековые	Отсутствуют	
Источники питания	м ³	Дренажные потоки вод морей, океанов, осадки	Речные воды, атмосферные осадки	Продолжительность действия не определена
Экологическое состояние	Стандартная	Гарантированная	Условная	
Стоимость бурения 1 скважины	млн. руб.	3-4	-	Для данного региона
Затраты	руб./га	300-400	200-300	Денежные средства
На 1 га полива	м ³ /га	40-50	400-500	Воды
Испарение	%	<1	10-25	
Ирригационная эрозия	%	<1	10-20	На единицу площади
Продолжительность функционирования природных показателей плодородия почв	годы	3-4	-	Рекомендована ротация культур

Особое значение имеют показатели, характеризующие различия в источниках питания ППВ и поверхностных вод. Для ППВ источниками являются речные, озерные воды, атмосферные осадки, включая подземные дренажные водные потоки, формирующиеся атмосферными осадками и поверхностным стоком. Восстанавливающая способность запасов ППВ и ее потенциал обуславливается факторами планетарного и регионального значения: Каспийское море, речные системы Волги, Урала, Терека и др. Относительно роли мирового океана можно полагать о наличии косвенных связей формирования запасов подземных вод в отличие от поверхностных вод. Здесь действуют разные факторы, обуславливающие режимы мирового океана: температурный, газовый, солнечная энергия и силы тяготения, обусловленные планетарными процессами. Экологическое состояние ППВ отличается стабильностью химического состава, связанное с исключением вмешательства человека и воспроизводстве их ресурсов. Продолжительность функционирующих природных свойств – незагрязненность, отсутствие испарения, наличие источников питания – характеризует ППВ как незаменимого водного ресурса [9, 10].

Неограниченный характер накопления запасов ППВ и стабильная динамика поступления воды из скважины независимо от недостатка осадков

и сильного испарения подчеркивают, что в современных условиях обеспечения водой потребностей человека нет альтернативы в экологической, экономической целесообразности использования ППВ.

Экспериментальные исследования проводятся на почвах Кочубейской биосферной станции, расположенной на северной части Тарумовского административного района РД общей площадью 3045 га.

Рельеф полигона представлен слабонаклонной на север и северо-восток равниной с небольшими повышениями, направленными на северо-восток. Северо-западная часть имеет вид депрессионной равнины с небольшими полосами, вытянутыми в меридианном направлении. Климатические условия характеризуются слабо выраженной континентальностью: летний максимум достигает температуры +40° – +45° С, нижний – снижается до минимума: -20° – -25° С. Количество атмосферных осадков: 200 – 250 мм в год, преобладающая часть выпадает в летне-осенний период. Снежный покров неустойчивый, количество дней со снегозалегами не превышает 15 – 20, толщина снежного покрова 5 – 20 см. Характерной особенностью климата являются летние максимумы температур с часто повторяющимися суховеями, сильными ветрами, пыльными бурями, обуславливающими развитие процессов опустынивания (рис. 3).



Рисунок 3. Территория, подверженная сильной степени опустынивания в центральной части Терско-Кумской низменности, 2022 г.

Почвенный покров представлен светло-каштановыми, лугово-каштановыми карбонатными слабо-среднезасоленными разновидностями. Значительную площадь, до 20%, занимают почвы лугового, лугово-степного режимов разной степени засоления. Опытные поля размещаются на светло-каштановых карбонатных и лугово-каштановых слабосолонцеватых почвах, подверженных сильной степени опустынивания [7].

Для сравнительной оценки региональных особенностей ППВ и разрабатываемой технологии проанализировано использование ресурсов, связанных с материальными и финансовыми за-

тратами по отдельным регионам. В пустынных ландшафтах Алжирской Сахары, Эфиопии ППВ залегают на глубине более 1000 м с большой продолжительностью периодов самовозобновления. Затраты, необходимые для бурения одной скважины, там на порядок выше, чем в Терско-Кумской низменности. Полученные данные по Терско-Кумской низменности и материалы гидрогеологической съемки по другим регионам позволяют отметить, что фундаментальной основой освоения аридных земель и борьбы с опустыниванием является использование ППВ засушливых регионов Европейской части юга России [13, 16].

Таблица 2 – Мероприятия по подготовке технологии поливов подземными пресными водами почв деградированных пастбищ

№	Мероприятия	Характеристики	Сроки выполнения
1	Подготовка артезианской скважины	Глубина 300 м, дебит воды 1 л/сек	01.01.2021
2	Водопроводные трубы	Диаметр – 65 мм, длина – 2000 м	15.07.2021
3	Накопитель влаги	Емкость – 1500 м ³ , размеры 30x40x1,5 м	20.08.2021
4	Распределитель воды по делянкам опыта	Установка на подставке высота – 4,5 м Емкость 5000 л	10.08.2021
5	Посадка защитной лесополосы	Площадь – 0,5 га, длина – 200 м	15.11.2021
6	Приобретение семян	Люцерна – 30 кг, рапс яровой – 12 кг Травосмесь – 30 кг	03.02.2022
7	Объем накопленной воды	1500 м ³	31.03.2022
8	Экспериментальные посевы кормовых культур	Люцерна – 4 га, рапс яровой – 1 га Травосмесь – 1,5 га	10.04.2022

Для практического применения исследованы технологические основы проведения поливов ППВ, учитывающие местные условия региона (табл. 2). Для этой цели заложены эксперименты с подбором и подготовкой необходимого оборудования, почвообрабатывающей техники. Перечень мероприятий включает разнообразие приобре-

таемого оборудования с указанием сроков их использования. Накопитель и водопроводные трубы являются дорогостоящими с большим объемом земляных и транспортных работ. Остальные виды оборудования являются также необходимыми, стоимость которых определяется в пределах доступных величин.

Основной объект создаваемой системы – накопитель воды емкостью 1,5 тыс м³, расположенный в центральной части полигона, где вода поступает самотеком из скважины (рис. 4). Подача воды по

опытным делянкам осуществляется насосной системой. Регулируется норма подачи воды, исходя из потребностей кормовых растений с учетом влажности почвы.

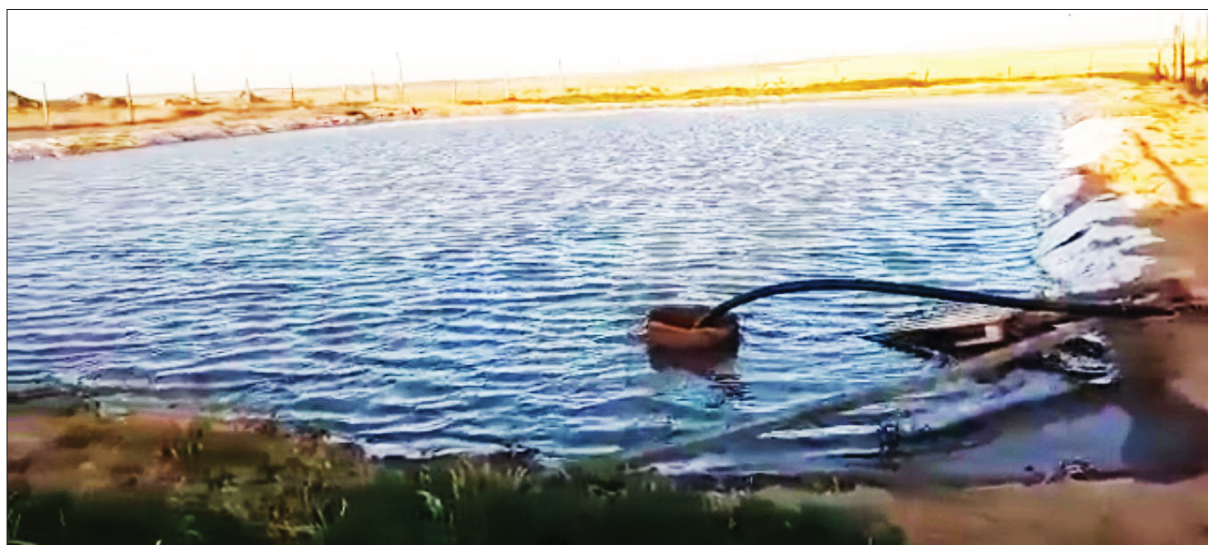


Рисунок 4. Накопитель пресной подземной воды, поступающей самотеком из скважины, 2022 г.

Территория опытного полигона представлена светло-каштановыми почвами деградированных пастбищ. Испытуемые виды растений – пырей ползучий, рапс озимый, люцерна полевая и травосмесь, представляющая фитоценозы пастбищ.

Накопитель воды имеет конфигурацию параллелепипеда, площадью 30×40 м, борта засыпаны грунтом, имеет глубину 1,5 м. Для профилактики и охраны боковых стен и донной поверхности накопитель облицован полиэтиленовой пленкой. Вокруг накопителя посажена защитная лесополоса, установлено ограждение. Наблюдения за динамикой накопления воды осуществляются измерением ее глубины через каждые 3 дня. Одновременно проводится учет потребляемой воды для полива по каждой культуре в отдельности.

Режим подземных пресных вод в регионе отличается стабильностью. Пьезометрический уровень режима ППВ практически не меняется в течение круглого года, что связано с односклонным залеганием водоносного горизонта в сторону Каспийского моря.

Особое значение имеет определение качества ППВ по степени минерализации и динамика ее показателей во времени и в пространстве. При этом важно провести учет ареалов распространения ППВ по степени мышьяковистого загрязнения. Поэтому мы использовали гидрогеологическую карту, составленную ИГ ДФИЦ РАН, и на основании картографических данных определили земельную территорию, незагрязненную, где показатели загрязнения не превышают ПДК. На территории Терско-Кумской низменности почвы, ниже ПДК, занимают площадь 0,5 млн. га, т.е. более 40% площадей почв данной территории находится в условиях, где исключено загрязнение при поливе

подземными водами. Почвы здесь деградированы, но обладают потенциальным плодородием, рациональное использование которых может быть достигнуто при улучшении водного режима [3, 5, 17].

Для характеристики химического состава поступающей воды из скважины и аккумулируемой части ее в накопителе проведена сравнительная оценка поведения отдельных элементов после годового контакта с атмосферой (табл.3).

Таблица 3 – Анализ химического состава подземной пресной воды из скважины и накопителя, расположенных на территории Кочубейской биосферной станции

Компоненты	Содержание (мг/л)		ПДК (мг/л)
	из скважины	из накопителя	
Натрий	562,4	340,0	-
Магний	8,5	20,8	-
Кальций	10,0	29,8	-
Железо	0,07	0,07	0,3
Медь	0,002	0,002	1,0
Цинк	0,007	0,007	5,0
Мышьяк	0,023	0,023	0,05
Фториды	0,7	0,7	1,5
Хлориды	296,0	394,3	350
Нитраты	14,2	14,4	45
Сульфаты	2,4	40,3	500
Бикарбонаты	1037,0	400,8	-
Общая жесткость	1,2	1,5	7,0
Минерализация	1931,2	1242,4	1000
Ph	8,7	8,2	6 – 8

Результаты анализов свидетельствуют о широком наборе элементов (щелочных, щелочно-земельных), характерных регионам аридного климатического режима. Для орошения сельскохозяйственных культур и повышения плодородия деградированных почв лимитирующими элементами, включая и комплексные органические соединения, являются токсические формы легкорастворимых солей и концентрация мышьяка и его соединений.

Общая минерализация поступающей из скважины воды характеризуется в пределах ПДК. Содержание мышьяка составляет 0,023 мг/л, тогда как ПДК <0,05 мг/л, по остальным элементам – содержание их ниже величин ПДК. Учитывая эти особенности, предлагается квалифицировать подземную пресную воду, добываемую из скважины, пригодной для использования при орошении без ограничений. Это позволяет рекомендовать в качестве технологической основы использование подземных пресных вод в сельском хозяйстве в целях повышения плодородия почв. Большое значение имеет учет показателей динамики изменения химического состава подземных пресных вод при накоплении и хранении в специальном искусственно созданном земляном накопителе (водоеме).

Выход подземной воды на поверхность земли и смена контактирующей с нею поверхности водоносных горизонтов четвертичных отложений приводит к формированию новых процессов, связанных с взаимодействием атмосферы в условиях высокого содержания кислорода, водорода и других элементов. При этом уменьшается минерализация (от 1931,2 мг/л до 1242 мг/л), что связано с отсутствием в накопителе водоносных известняковых пород, характерных области формирования подземных пресных вод. Заметные изменения в составе аккумулярованной воды отмечаются в содержании хлоридов, количество которых подвергается увеличению; из скважины – 296,0 мг/л, а в накопителе за 1 год составило 394,3 мг/л. Это связано с содержанием хлористых солей в верхних горизонтах почвы и их переходом в растворенное состояние в накапливаемой воде. Вследствие общей сухости бассейна и наличия минеральных соединений в грунте под водой увеличивается минерализация аккумулярованной воды. Внутригодовая динамика минерализации, включая содержание токсичных солей, характеризуется сезонным максимумом летнего периода. Влияние испарительного процесса летнего периода на увеличение минерализации и содержание солей остается на уровне величин, допустимых ПДК. Общей особенностью сезонных изменений и качества незагрязненных подземных вод является отсутствие негативной роли испарительного процесса, засоление грунта под накапливаемой водой и других явлений, возникающих в борьбе с опустыниванием земель и повышением плодородия почв [12, 19].

В составе накопленной воды за 1 год произошли некоторые изменения в химическом составе, где

отмечается уменьшение общей минерализации от 562,4 мг/л до 340,0 мг/л. При этом отмечено увеличение хлоридов до 394,3 мг/л, что укладывается в пределах допустимых норм (ПДК). Формирование указанных различий связано с переходом растворимых соединений донных отложений в водную среду, создаваемую в искусственном накопителе воды. Существенных изменений в концентрации соединений мышьяка, аккумуляруемой в воде накопителя, не обнаруживается.

Формирующиеся различия в содержании других элементов незначительны: они характерны содержанию Na, Mg, Ca и не являются лимитирующими в оценке загрязнения. Уменьшение Ph щелочной среды проявляется с тенденцией снижения и стабилизации. В остальных показателях химического состава ППВ при контакте с атмосферой в накопителе изменений не наблюдается.

Заключение. Разработаны научные и прикладные основы использования пресных подземных вод в засушливых регионах Европейской части юга России. Определены качественные показатели и степень пригодности для практического использования. Представлены данные по увеличению гумуса до 2,5% – 2,8%, где изменения связаны с условиями микрорельефа. Такой подход является основой радикальных изменений, направленных на повышение плодородия деградированных почв, развитие орошаемого земледелия и получение экологически чистой продукции.

Установлено, что наиболее важными из региональных факторов повышения плодородия почв в безводных острозасушливых условиях является использование нетрадиционных видов водных ресурсов. К такой категории ресурсов относятся пресные подземные воды, залегающие относительно на небольшой глубине и обладающие способностью самовосстановления запасов.

В рассматриваемых регионах подземные воды залегают в толще четвертичных отложений на глубине 200 – 500 м и обладают значительным самовосстанавливающимся запасом. ППВ приморских равнин юга Европейской части России обладают межрегиональной планетарной циркуляцией потоков, обусловленных речными и морскими течениями в пределах глубины Хазарского, Бакинского и Апшеронского ярусов.

Определены координаты и местоположения скважин, глубина залегания водоносных пород, динамика миграции, разгрузки и накопления запасов ППВ в пространственном плане. Интенсивный водообмен между геологическими породами, почвенным покровом суши и поверхностных вод морей и речных систем способствует сохранению стабильности самовосстанавливающегося запасов ППВ. Планетарный характер взаимодействия элементов суши и водных источников проявляется в уменьшении глубины залегания подземных вод с приближением к морям, озерам и речным системам.

Установлены параметры экологических свойств ППВ: значительный объем самовосстанавливаю-

щихся запасов воды, дифференциация ареалов незагрязненных мышьяковистыми соединениями и тяжелыми металлами, отсутствие ирригационной эрозии. Выявлена также стабильность химического состава по сезонам года в наземных условиях, защищенность от воздействий человека, испарения и высоких летних температур.

Выявленные экологические показатели и параметры химического состава ППВ приняты в качестве основы для разработки технологии накопления, хранения ППВ. Определены режимы работы и эксплуатации технологических средств и оборудования для подачи накапливаемого объема ППВ к заложенным производственным опытам. Составлен график учета суточной динамики влажности, солевого состава почв и содержания питательных элементов при поливе ППВ. Применяемая технология защищает накапливаемую воду от пыльных бурь, суховея, испарения в летний период, а также просачивания воды в глубокие слои грунта, находящегося под аккумулятивной водой.

Рекомендуемые для использования в безводных условиях пустыни ППВ и создание накопителя в форме водоема для аккумуляции и хранения являются нетрадиционными. Их освоение и использование связано с обоснованием норм расхода воды на единицу площади, повышением продуктивности пастбищ и плодородием деградированных почв. Исследования по этой проблеме в аридных регионах мира, включая юг Европейской части России, не производились. Полагаем обоснованным, что применение ППВ является одним из главных факторов, определяющих в современных условиях мировое состояние опустынивания почвенного покрова.

Литература:

1. Акимцев В.В. Почвы Прикаспийской низменности Кавказа. Ростов на Дону, 1957. 282 с.
2. Атлас тематических карт для агроресурсомелиорации и защитного лесоразведения. ВНИАЛМИ. Волгоград. 2007. 150 с.
3. Баламирзоев М.А., Мирзоев Э. М-Р. О современном состоянии почвенных ресурсов Дагестана и способах их улучшения // Биологические проблемы и перспективы их изучения в регионах Каспийского моря. Махачкала, 1995. С. 112 – 120.
4. Герасимов И.П. Коричневые почвы Средиземномор-

ских областей. Доклад на V Международном конгрессе почвоведов // Наука. АН СССР, 1954. С. 181 – 192.

5. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука, 1990. 261 с.
6. Добровольский Г.В. Значение биосферы в сохранении биоразнообразия // Почвоведение, 1966. № 6. С. 694 – 699.
7. Докучаев В.В. К учению о зонах природы. Горизонтальные и вертикальные почвенные зоны. Соч. Т. 4. М – Л, 1951. С. 398 – 414.
8. Залибеков З.Г., Мамаев С.А., Биарсланов А.Б., Асгирова Д.Б. Об использовании пресных подземных вод засушливых регионов мира // Аридные экосистемы. Т. 25. № 2, 2019. С. 3-12.
9. Залибеков З.Г., Биарсланов А.Б. Методы изучения разнообразия почв западного Прикаспия по космическим снимкам // Исследование земли из космоса. 2018. № 5. С. 162 – 166.
10. Залибеков З.Г. Типы опустынивания почв и критерии оценки деградационных процессов // Изв. вузов. Северокавказский регион, естественные науки, 2017. № 2. С. 50 – 56.
11. Зонн С.В. Почвы Дагестана. Сб. «Сельское хозяйство Дагестана». Т. 1. Изд. АН СССР, 1940. С. 43 – 56.
12. Керимханов С.У. Почвенно-эрозионное районирование территории Дагестана // Вопросы рационального использования и повышения плодородия почв Дагестана. Махачкала, 1972. С. 18 – 35.
13. Кондаков В.М., Газалиев И.М., Курбанова Л.М., Ибаев Ж.Г. Геологические аспекты формирования макро – микрокомпонентного состава подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна // Геология и ресурсы Кавказа. Махачкала, 2019. С. 5 – 21.
14. Кулик К.Н., Петров В.И. Изменение климата, хозяйственная деятельность человека в аридных районах и современные проблемы. // Природные и антропогенные изменения аридных экосистем и борьба с опустыниванием. Труды Института геологии ДНЦ РАН. Махачкала. 2016. С. 94 – 98.
15. Курбанова Л.М., Меликов М.М, Гусейнова А.Ш. Геолого-экономические аспекты контаминации использования подземных вод Северо-дагестанского бассейна // Горный журнал. № 3, 2018. С. 77 – 81.
16. Курбанов М.К. Северо-дагестанский артезианский бассейн. Махачкала. Даг. книгоиздательство. С. 92 – 105.
17. Плотников П.А. Оценка запасов подземных вод. М.: ГосТехГеоиздат, 1969. 112 с.
18. Солдатов А.С. Каштановые почвы // Тр. Отдела почвоведения Даг. филиала АН СССР, Махачкала. 1956. С. 40 – 52.
19. Фридланд В.М. О структуре (строении) почвенного покрова // Почвоведение. № 4. 1965. С. 16 – 28.

DOI: 10.34736/FNC.2022.118.3.002.14-22

Underground Fresh Waters of Southern Russia Arid Regions and Their Use in Combating Against Soil Desertification

Z.G. Zalibekov[✉], D.S-Kh.N., Professor, ORCID 0000-0001-7008-9870,

M.Sh. Abdullaev, K.Ch.N., ORCID 0000-0003-0030-594X, S.A. Mamaev, K.T.N., ORCID 0000-0002-0250-7759,

M.A. Musaev, ORCID 0000-0001-9918-0045, P.D. Musalaeva, Z.V. Valiev –

Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, e-mail: dangeo@mail.ru, 367030, 75 Yaragskogo str., Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia

Abstract. In solving the problem of food safety, rational use of soil cover with the use of underground fresh water, taking into account their quality, reserves and distribution areas, is important. Based on this

concept, we have carried research to increase soil fertility using unconventional water sources suitable for irrigation and in the category of unused reserves with large stocks. This is especially important for arid

regions, where there is a high degree of solar energy and light provision, and underground fresh water remains unnoticed among the resources used in manufacturing biological products industries. According to the results of our experiments, the volumes of supplied water for the plant species are set within 120-130 m³/ha. The irrigation regime applied on an area of 6.5 hectares is carried out in 12-14 days and is repeated 4-5 times throughout the year. As a result, the fertility of degraded pasture soils and the yield of forage plants increases by 25-30%. For practical application, it is recommended to present the technology of using underground fresh water as an alternative to the generally accepted system of classical irrigation methods.

Keywords: groundwater, soils of arid lands, fertility, hydrogeological parameters, soil degradation, grass mixture, resource potential, natural renewability, food safety

Received: 08.09.2022

Accepted: 23.09.2022

References:

1. Akimtsev V.V. *Pochvy Prikaspijskoj nizmennosti Kavkaza* [Soils of the Near-Caspian lowland of the Caucasus], Rostov-on-Don. 1957. 282 p.
2. Atlas of thematic maps for agroforestry melioration and protective afforestation. Volgograd. VNIALMI Publ. house. 2007. 150 p.
3. Balamirzoev M.A., Mirzoev E. M-R. *O sovremennom sostoyanii pochvennykh resursov Dagestana i sposobakh ikh uluchsheniya* [On the current state of Dagestan's soil resources and ways to improve them]. *Biologicheskie problemy i perspektivy ikh izucheniya v regionakh Kaspijskogo morya* [Biological problems and prospects for their study in the regions of the Caspian Sea]. Makhachkala. 1995. pp 112-120.
4. Gerasimov I.P. *Korichnevye pochvy Sredizemnomorskikh oblastej. Doklad na V Mezhdunarodnom kongresse pochvovedov* [Brown soils of the Mediterranean regions. Report at the V International Congress of Soil Scientists]. Nauka [Science]. USSR Academy OF Sciences Publ. house, 1954. pp 181-192.
5. Dobrovolskiy G.V., Nikitin E.D. *Funktsii pochv v biosfere i ekosistemakh* [Soil functions in the biosphere and ecosystems]. M. «Nauka» Publ. house. 1990. 261 p.
6. Dobrovolskiy G.V. *Znachenie biosfery v sokhranении bioraznoobraziya* [The importance of the biosphere in the conservation of biodiversity]. *Soil science*. 1966. 6. pp. 694-699.
7. Dokuchaev V.V. *K ucheniyu o zonakh prirody. Gorizontal'nye i vertikal'nye pochvennye zony* [On the doctrine of the zones of nature. Horizontal and vertical soil zones]. Essays. Vol. 4. M – L. 1951. pp. 398-414.
8. Zalibekov Z.G., Mamaev S.A., Biarslanov A.B., Asgerova D.B. *Ob ispol'zovanii presnykh podzemnykh vod zasushliviyykh regionov mira* [On the use of fresh groundwater in arid regions of the world]. *Arid ecosystems*. T. 25. 2. 2019. pp 3-12.
9. Zalibekov Z.G., Biarslanov A.B. *Metody izucheniya*

raznoobraziya pochv zapadnogo Prikaspiya po kosmicheskim snimkam [Methods of studying the diversity of soils of the Western Near-Caspian Region by satellite images]. *Issledovanie zemli iz kosmosa* [Earth exploration from space]. 2018. 5. pp. 162-166.

10. Zalibekov Z.G. *Tipy opustynivaniya pochv i kriterii otsenki degradatsionnykh protsessov* [Types of soil desertification and degradation processes assessing criteria]. *Izv. vuzov. Severokavkazskij region, estestvennye nauki* [News of universities. North Caucasus region, natural sciences]. 2017. 2. pp. 50-56.

11. Zonn S.V. *Pochvy Dagestana. Sb. «Sel'skoe khozyajstvo Dagestana»* [Soils of Dagestan. Compilation «Agriculture of Dagestan»]. T. 1. USSR Academy OF Sciences Publ. house. 1940. pp. 43-56.

12. Kerimkhanov S.U. *Pochvenno-erozionnoe rajonirovanie territorii Dagestana* [Soil-erosion zoning of the Dagestan territory]. *Voprosy ratsional'nogo ispol'zovaniya i povysheniya plodorodiya pochv Dagestana* [Issues of rational use and improvement of soil fertility of Dagestan]. Makhachkala. 1972. pp. 18-35.

13. Kondakov V.M., Gazaliev I.M., Kurbanova L.M., Ibaev Zh.G. *Geologicheskie aspekty formirovaniya makro – mikrokomponentnogo sostava podzemnykh vod Tersko-Kumskogo artezijskogo bassejna* [Geological aspects of the formation of macro-micro-component composition of the Terek-Kuma interfluvial artesian basin underground waters]. *Geologiya i resursy Kavkaza* [Geology and resources of the Caucasus]. Makhachkala. 2019. pp. 5-21.

14. Kulik K.N., Petrov V.I. *Izmenenie klimata, khozyajstvennaya deyatel'nost' cheloveka v aridnykh rajonakh i sovremennye problemy* [Climate change, human economic activity in arid areas and current problems]. *Prirodnye i antropogennye izmeneniya aridnykh ekosistem i bor'ba s opustynivaniem* [Natural and anthropogenic changes in arid ecosystems and combating desertification]. Proceedings of the Institute of Geology of the DFRC RAS. Makhachkala. 2016. pp.94-98.

15. Kurbanova L.M., Melikov M.M, Guseynova A.S.H. *Geologo-ekonomicheskie aspekty kontaminatsii ispol'zovaniya podzemnykh vod Severo-dagestanskogo bassejna* [Geological and economic aspects of groundwater use contamination in the North Dagestan basin]. *Gornyy zhurnal* [Mining Journal]. 2018. 3. pp. 77-81.

16. Kurbanov M.K. *Severo-dagestanskij artezijskij bassejn* [Dagestan artesian basin]. Makhachkala. pp. 92-105.

17. Plotnikov P.A. *Otsenka zapasov podzemnykh vod* [Assessment of groundwater reserves]. M.: «GosTekhGeoizdat» Publ. house. 1969. 112 p.

18. Soldatov A.S. *Kashtanovye pochvy* [Chestnut soils]. Proceedings of the Department of Soil Science of the Dag. branch of the USSR Academy of Sciences. Makhachkala. 1956. pp. 40-52.

19. Fridland V.M. *O strukture (stroenii) pochvennogo pokrova* [About the structure (composition) of the soil cover]. *Pochvovedenie* [Soil Science]. 4. 1965. pp. 16-28.

Цитирование. Залибеков З.Г., Абдуллаев М.Ш., Мамаев С.А., Мусаев М.А., Мусалаева П.Д., Валиев З.В. Подземные пресные воды засушливых регионов юга России и их использование в борьбе с опустыниванием почв // Научно-агрономический журнал. 2022. №3(118). С. 14-22. DOI: 10.34736/FNC.2022.118.3.002.14-22

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Zalibekov Z.G., Abdullaev M.Sh., Mamaev S.A., Musaev M.A., Musalaeva P.D., Valiev Z.V. Underground Fresh Waters of Arid Regions of Southern Russia and Their Use in Combating Soil Desertification. *Scientific Agronomy Journal*. 2022. 3(118). pp. 14-22. DOI: 10.34736/FNC.2022.118.3.002.14-22

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.