

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЗАСУШЛИВЫХ РЕГИОНОВ МИРА
В БОРЬБЕ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ ЗЕМЕЛЬ**

© 2019 г. З.Г. Залибеков*, С.А. Мамаев*, А.Б. Биарсланов****,
Р.А. Магомедов*, Д.Б. Асгерова**, У.М. Галимова****

**Институт геологии Дагестанского научного центра РАН*

Россия, 367000, г. Махачкала, ул. М. Ярагского, д. 75. E-mail: dangeogis@mail.ru

***Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН*

****Лаборатория комплексных исследований природных ресурсов ДНЦ РАН*

Россия, 367000, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 45. E-mail: ab.biarсланov@mail.ru

*****Дагестанский государственный университет*

Россия, 367000, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 43а. E-mail: bfdgu@mail.ru

Поступила в редакцию 28.06. 2018. После доработки 17.10. 2018. Принята к публикации 14.12. 2018.

Разработаны теоретические основы и принципы использования пресных подземных вод (ППВ) и их роль в борьбе с опустыниванием и в освоении биологического потенциала засушливых земель. Выявлены преимущества ППВ по сравнению с поверхностными поливными водами: защищенность от загрязнения, испарения, охрана природных запасов и их естественная возобновляемость. Приведены площади аридных земель по континентам, различия в глубине залегания ППВ и параметры рекомендуемого вида капельного орошения на примере одного из аридных регионов Терско-Кумской артезианской низменности. Показано естественное возобновление и близкое по сравнению с условиями экваториальной Африки залегание к поверхности ППВ в дельтово-аллювиальных равнинах Евразии.

Ключевые слова: опустынивание, щелочность почв, подземные пресные воды, капельное орошение, устойчивость к засухе, диафрагменный способ, дельтовые равнины.

DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10048

Определяющим фактором комплекса мероприятий по борьбе с опустыниванием земель и устранения аридной деградации является разработка новых подходов накопления почвенной влаги мобилизацией неиспользуемых водных ресурсов. В решении этой проблемы важное значение имеет использование возобновляемых запасов ППВ с определением глубины залегания и степени эффективности использования. Актуальность, своевременность использования очевидно видна из количественной характеристики аридных земель мира, где подавляющая часть территории подвержена деградации и опустыниванию (Бабаев, 1989). К концу 20 века площади засушливых земель в мире расширились до 10 млн. квадратных километров пустыни. Расширенные площади деградированных засушливых земель показывают, что основные ареалы расположены в Северной Африке (до 60%), Евразии и на американском континенте. Значительная часть их в Евразии сосредоточена в дельтово-аллювиальных равнинах, где сформированы степные, пустынные и тропические почвы с характерными для них подземными водами. Стабильное накопление подземных вод наблюдается в центральной части Евразийского материка, давшее начало развитию огромной территории Прикаспийской, Приазовской, Приволжской равнин. По данным гидрогеологической съемки установлено, что с приближением к морской береговой линии уменьшаются глубина залегания ППВ и сокращаются периоды их самовосстановления. В береговой полосе дельтовых равнин глубина подземных вод уменьшается до 50-100 м, при удалении до 30-50 км от берега увеличивается до 400-600 м. В континентальных областях экваториальной Африки, Южной Австралии глубина залегания ППВ заметно увеличивается и достигает величину, на порядок превышающую показатели дельтово-аллювиальных равнин Евразийского материка. Из этого следует, что запасы ППВ в большей степени доступны и могут быть использованы в дельтовых равнинах аридного климатического пояса. Отмеченные различия в динамике и глубине ППВ и изменение глубины залегания по континентам подчеркивают перспективность междисциплинарных

исследований биосферных функций подземных вод и их значимость в определении будущего состояния аридных земель (Зонн, 1997; Залибеков, 2010).

Методы и объект исследования

Методы обработки материала и его интерпретация имеют междисциплинарный характер, охватываются показатели ППВ в региональном, федеральном и планетарном масштабах. Для оценки различий в глубине залегания ППВ, как определяющего фактора возможностей добычи воды, использованы материалы по южным районам России, странам экваториальной Африки, центральных районов Евразии и юга Австралии (Кунин, 1963). Относительно Терско-Кумского артезианского бассейна установлена глубина залегания в толще геологического (хазарского) яруса четвертичных отложений, в пределах 200-600 м. Современное состояние действующих скважин характеризуются бессистемной эксплуатацией при отсутствии научно-обоснованного подхода в потреблении воды и управлении (контроле) водного баланса. Самоизливающийся и бесконтрольный режим артезианских вод привел к прекращению их существования, а также развитию загрязнения, засоления. Ожидаемые результаты применения ППВ достигаются применением регулируемого способа полива и определением сроков и норм расхода воды (Залибеков, 2011).

По материалам инвентаризации выявлено, что действующие скважины составляют <10% от общего их количества (3500 единиц). Объем добываемой пресной воды в сохранившихся скважинах уменьшился до 40-50%.

Артезианские скважины делятся на группы: а) действующие, с сохранением 40-60% начального дебита, б) усыхающие, с сохранением <40%, в) исчерпавшие эксплуатационные возможности и полностью потерявшие ресурсы начального дебита.

Эксперименты по использованию действующих скважин размещены на светло-каштановых солонцеватых почвах (*Haplic kastanozem sodic*), ареалы которых занимают более 30% площадей почвенного покрова.

Одним из главных условий создания эффективной технологии применения ППВ в пустынных регионах является организация системы с особым режимом потребляемого объема поливной воды. Рекомендуются применять капельное орошение на отдельных участках, последовательно осваивая прилегающие массивы. Поливные нормы на 1 га не превышают 60-70 м³ воды. Это на порядок меньше принятых норм расхода поверхностных вод при поливе общепринятыми методами (Курбанов, 1969; Курбанов и др., 2009, Мамаев и др., 2009, 2018).

Результаты и обсуждение

Количественный анализ распространения аридных земель показывает развитие процессов деградации в дельтово-аллювиальных областях с формированием засоленных, солонцеватых и эродированных почв. ППВ дельтовых экосистем характеризуются межрегиональной (планетарной) циркуляцией их потоков, обусловленных морскими течениями в пределах толщи геологических слоев: хазарского, бакинского, апшеронского. До 48 % от общей площади суши (14.8 млрд. га) подвержены аридной деградации и опустыниванию (табл. 1), что подтверждает актуальность проблемы.

Таблица 1. Количественные показатели распространения аридных земель мира.

Показатели	Суша земли			Единица измерения
	всего	В том числе деградированных		
		1980 г.	2015 г.	
Занимаемая площадь в мире	14.8	7.8	8.7	млрд. га
Евразия	3.8	1.7	1.8	млрд. га
Северная Америка	2.1	0.4	0.5	млрд. га
Африка	4.2	1.4	1.9	млрд. га
Австралия	2.2	2.1/25.4	2.4/27.1	млрд. га
Россия	2.5	2.2	2.7	млрд. га
Дагестан	5.08	2.1	2.2	млн. га

Преобладающая часть площадей, подверженных аридной деградации, функционирует в условиях высокой антропогенной нагрузки и расположена в дельтовых равнинах с почвами, обладающими высокой биологической продуктивностью. Максимальная площадь земель, подверженных опустыниванию и аридной деградации, характерна Африканскому континенту, где прирост площадей пустынных земель за 1980-2015 гг. составляет 0.5 млрд. га. Деградационные процессы здесь развиваются при ведущей роли природных факторов: острый недостаток атмосферных осадков, стабильно высокая температура воздуха и периодически повторяющиеся длительные засухи. На Евразийском материке уменьшаются различия в площадях деградированных земель, где основным фактором деградации являются антропогенные воздействия (Керимханов, 1973; Мирзоев и др., 1975). Расширение площадей пустынных и полупустынных ландшафтов в Евразии составило 0.2 млрд. га, в России – 0.15 млрд. га. Это наиболее плодородные почвы дельтово-пойменных ландшафтов аридного пояса, где применение ППВ для их восстановления является востребованным мероприятием. В сложившейся ситуации применение ППВ и капельного орошения создает реальную основу организации полигонов «оазисного» типа, характерного засушливым регионам, где осуществляется рациональное использование ограниченного количества ресурсов поверхностных поливных вод. Применение этого способа может привести к коренным изменениям в структуре, составе, разнообразии и продуктивности аридных экосистем Прикаспийской, Приволжской, Приазовской низменностей (Добровольский, 2011).

В региональном плане для оценки состояния аридных земель дельтово-аллювиальных равнин и степени обеспеченности влагой рассматриваются почвы Терско-Кумской низменности и дельты Терека (рис. 1).

В почвенном покрове региона преобладают светлокаштановые солонцеватые почвы (*Haplic kastanozem sodic*), являющиеся типичными представителями острозасушливых условий почвообразования. По данным лаборатории почвенных и растительных ресурсов ПИБР ДНЦ РАН обеспеченность вышеуказанной разности почв влагой в вегетационный период характеризуется влажностью почвы (в слое 0-50 см) в диапазоне ниже устойчивого завядания растений – продолжительностью более 5 месяцев. Главный природный фактор воздействия – климатические условия с острым дефицитом влаги, длительная атмосферная и почвенная засуха, высокие среднесуточные, среднемесячные температуры воздуха, достигающие более 30°C. В качестве общей особенности почвенного покрова выделяется подавляющее (до 90%) значение автоморфного типа почвообразования и производственная деятельность человека, осуществляемая в условиях острого дефицита поливной воды, представленной поверхностными и грунтовыми водами (Баламирзоев, 1997).

Важное значение в эффективном использовании ППВ имеет определение местоположения скважин, учитывающее глубину залегания водоносных пород, координаты которых определяются при гидрогеологической съемке. Глубина водоносных горизонтов в изучаемом регионе составляет 280-350 м. Изменение глубины в большей степени зависит от интенсивности водообмена и периодичности затопления приморской полосы в результате трансгрессий Каспия. Недооценка роли ППВ в борьбе с опустыниванием объясняется отсутствием опыта, традиций и квалификации населения засушливых регионов в использовании подземных вод для полива. Кроме того, выполнение работ по бурению скважин и приобретению необходимой техники для диафрагменного способа связано с дополнительными трудностями. Применение регулируемого способа использования действующей скважины на территории Кочубейской биосферной станции ПИБР ДНЦ РАН при поливах мелкодисперсным дождеванием показал высокую экономическую эффективность.

Для сравнительной оценки региональных особенностей ППВ и разрабатываемой технологии проанализировано использование ресурсов, связанных с материальными и финансовыми затратами 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, здесь 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 дельтово-аллювиальных областей.

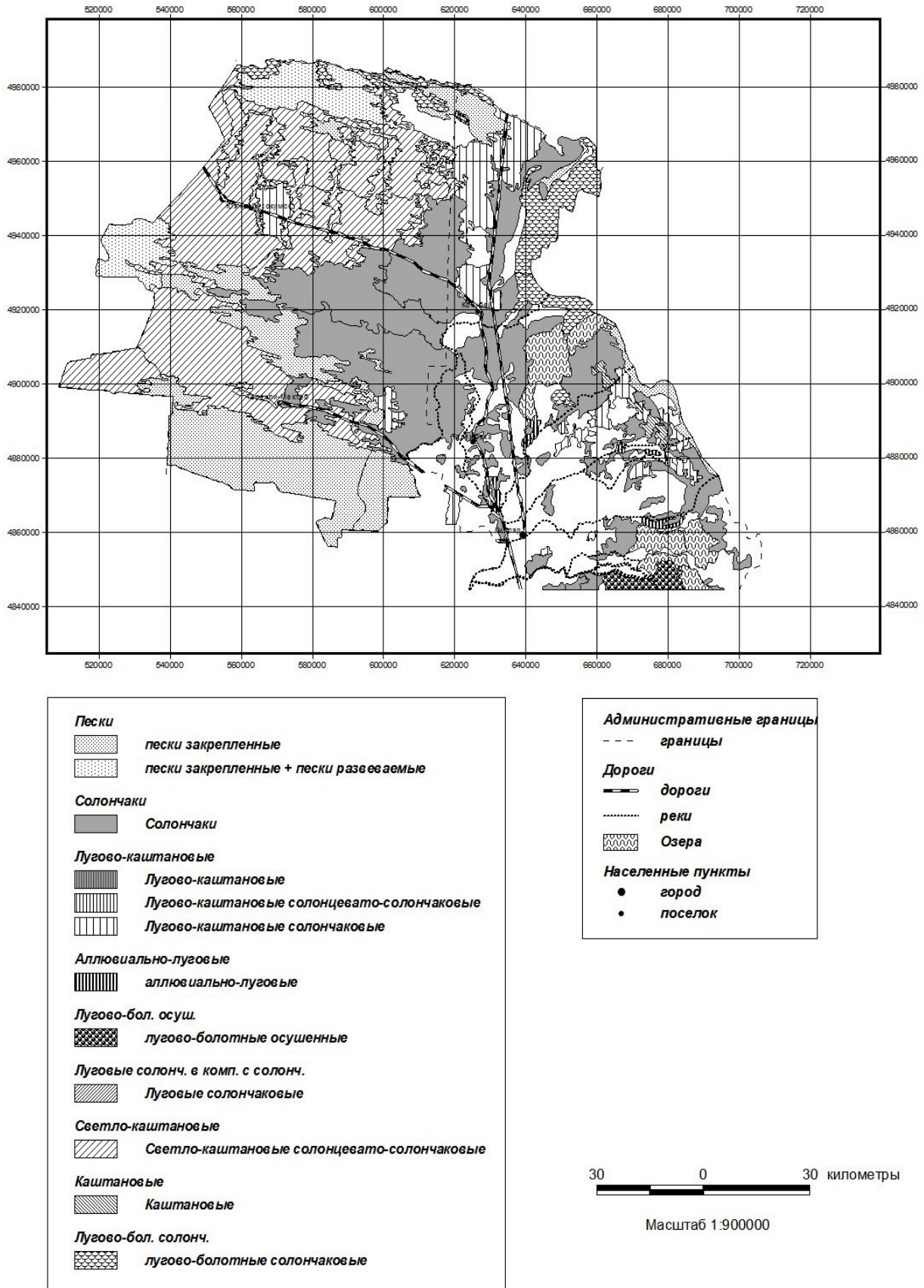


Рис. 1. Почвенная карта Терско-Кумской низменности и дельты Терека.

Повышение плодородия почв и формирование качественных изменений в структуре аридных территорий становится реальным при освоении новых источников ППВ. Определяющими свойствами ППВ являются: отсутствие загрязнения, устранение ирригационной эрозии, возобновляемость и стабильность водных ресурсов, необходимых для орошения. Важным экономическим показателем является быстрая окупаемость затрат, обусловленная высокой эффективностью разработки: во-первых, вовлечение в пашню целинных аридных почв, обладающих благоприятным соотношением питательных элементов, сформированных в процессе эволюционного развития; во-вторых, естественной возобновляемостью запасов ППВ за счет интенсивного водообмена. Разработанная система гарантирует стабильную рентабельность, обусловленную сменяемостью вовлеченных в процесс пастбищных земель целинными (в течение 2-3 лет) на участках площадью 50-100 га. При этом создается новая система смены: естественная растительность пастбищных земель ↔ выращиваемые культуры освоенных земель. Обширная территория полупустынных и пустынных ландшафтов позволяет осуществить планомерную смену освоенных почв новыми, обладающими высокой продуктивностью, в первые годы освоения.

Новая система смены формируется чередованием почв естественных пастбищ сельскохозяйственными культурами продолжительностью не более 2-х лет. Высокое плодородие почв пастбищ с природной (естественной) растительностью проявляется в два сезона. В этой связи, в основу стратегического подхода использования ППВ лежит биологическая особенность плодородия почв аридных территорий – относительно быстрое снижение потенциала до уровня фонового содержания элементов пищи и доступных форм почвенной влаги. После 2-х летнего использования почв пастбищных угодий посеvy культурных растений переносят на другие участки, где почвы (на примере светло-каштановых карбонатных) характеризуются близкими показателями их плодородия. Такой подход сменяемости культур естественной растительностью применяется в ограниченных масштабах, основной причиной которого является недостаток площадей пригодных земель. В аридных территориях засушливого климатического пояса имеются большие резервы для применения ППВ.

Для оценки предлагаемого комплекса мероприятий приводится сравнительная характеристика качественных показателей подземных и поверхностных вод (табл. 2).

По данным гидрогеологической съемки ППВ на расстоянии 2 км от берега Каспийского моря залегают на глубине 150-200 м. Дальнейшее удаление вглубь материка приводит к увеличению высотных отметок поверхности земли и глубины залегания ППВ. При увеличении расстояния от морского берега в сторону суши зона накопления воды углубляется до 300-600 м с сохранением напора, дебита и качества. Важной особенностью напорных вод является вертикальная зональность в содержании химических элементов, вредных для растений солей (включая загрязнения), свойственных различным водоносным горизонтам. Уменьшение содержания солей и отсутствие загрязнителей (мышьяковистых) характерно в пределах глубин хазарского яруса, обусловленного интенсивностью водообмена и водопроницаемости пород.

Залегание ППВ и водоносных горизонтов в определенной глубине гарантирует возобновление, сохранение в экологически чистом состоянии. Орошение обычными способами поверхностных вод (речных, дождевых) защищает от загрязнения 60-70% потребляемого объема. Эффективность применения ППВ в борьбе с опустыниванием зависит также от технологии поливов и степени влияния источников питания на восстановление их запасов. Естественные запасы ППВ в Прикаспийской низменности относятся к категории, где возобновление имеет стабильное равновесие в процессах накопления и потребления. У поверхностных поливных вод отсутствуют необходимые запасы, и наступает дефицит влаги в вегетационный период, когда насыщенность влагой уменьшается до величины устойчивого завядания растений.

Стабильность запасов напорных вод обеспечивается заполненными водоносными горизонтами, ограниченной водонепроницаемой подошвой у основания и водонепроницаемой кровли сверху, защищающей от миграции вод (Богомолов, 1975; Плотников, 1959). Значительная величина напора формируется разностью абсолютных высот области питания, где вода накапливается в чашеобразной (мульдеобразной) форме подземного пространства. Напорные водоносные горизонты, связанные с геологическими породами различного возраста, имеющими этажное расположение, контролируются параметрами артезианских скважин.

Таблица 2. 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	200-800	-	-
Защищенность от загрязнения	%	98-100	60-70	
Способ применения	Технология	Дождевание, капельное орошение	Напуск по полосам	Для надземных вод
Запасы	м ³	Не ограничены	Отсутствуют	
Стабильность	циклы	Полувековые, вековые	Отсутствуют	
Источники питания	м ³	Дренажные потоки вод морей, океанов	Речные воды, атмосферные осадки	
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
Окупаемость затрат	годы	3-4	-	В данном регионе
Продолжительность функционирования природных показателей плодородия	годы	3-4	-	Рекомендована ротация

На территории артезианского бассейна области напора и питания обладают высокой активностью. Вследствие этого распространение напорных водоносных горизонтов и миграция воды в восходящем направлении региональной особенностью (Курбанов, 2003). Используя общую схему артезианского бассейна и результаты исследований по динамике накопления ППВ (Курбанов и др., 2009), составлена схема Терско-Кумского артезианского бассейна с мульдеобразным залеганием водоносных горизонтов. Напорные слои здесь имеют более 200 км протяженности с отметками в областях питания 600-800 м, в областях разгрузки 200-300 м. В Терско-Кумской низменности выделяются несколько напорных водоносных горизонтов (рис. 2).

Они залегают слабонаклонной на северо-восток плоскостью, направленной к источникам питания. Основными источниками питания являются Каспийской море и речные системы Терека и Кумы. Области питания (а) и разгрузки (в) располагаются поблизости, тогда как область распространения напора (б) – в удаленных на определенное расстояние участках с низкими отметками (рис. 2а, б, в.). Такая структура бассейна характерна регионам Прикаспийской низменности, где платформенная поверхность способствует образованию стабильно функционирующих водоносных горизонтов. Напорные воды характеризуются чередованием процессов засоления слабой, средней степени, укладываемых в диапазоне концентрации вредных солей, рекомендуемом для орошения.

В условиях рассматриваемого региона наиболее перспективным является нормированное

потребление ППВ методом капельного орошения, где сухой остаток солей менее 3 г/л. Увлажнительный эффект при применении капельного орошения исключает развитие процессов засоления в корнеобитаемом слое почвы, так как солевывносильные растения (люцерна степная, амаранта круентус) поглощают корневой системой соли, содержащиеся в почве (Солдатов, 1964; Михайлов, 1982). При нормированном капельном поливе исключаются процессы вторичного засоления почв, потери гумуса и питательных веществ. Это явление, характерное засушливым регионам, выступает в качестве одного из ведущих показателей будущего состояния аридных земель (Виноградов, 1996). Важным обстоятельством оценки степени влияния полива на ППВ на почвы – начало формирования нового направления – эволюция почвенного покрова под влиянием подземных вод.

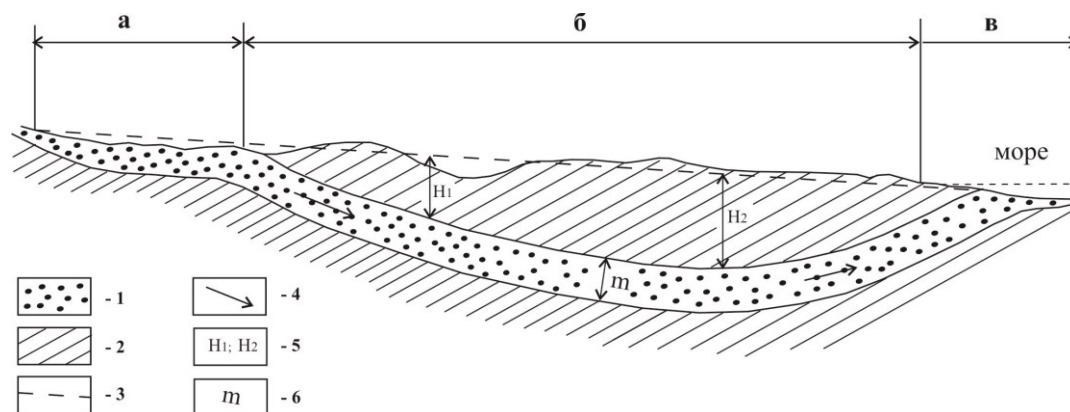


Рис. 2. Схема артезианского бассейна при мульдеобразном залегании пород. *Условные обозначения:* 1 – водонасыщенный горизонт, 2 – водоупорные породы, 3 – пьезометрический уровень напорных вод, 4 – направление движения подземных вод, 5 – величина напора, 6 – мощность водонасыщенного горизонта.

Мульдеобразная структура залегания водонасыщенных геологических горизонтов и самовозобновляемость ППВ в пределах относительно небольших глубин, характерные для Терско-Кумского артезианского бассейна, создают условия для мобилизации биологических ресурсов опустыненных земель при существующей организационной системе. Региональные особенности формирования подземных пресных вод и их динамика в Прикаспийской низменности свидетельствуют о наличии новых перспективных видов неиспользуемых водных ресурсов в борьбе с опустыниванием засушливых земель. Кроме того, региональные особенности строения литосферы, гидросферы дельтовых областей указывают на экологическую, экономическую обоснованность проводимых исследований, способствуя освоению природного потенциала почв и растительности.

По данным лаборатории почвенных и растительных ресурсов Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН рассоляющее, увлажняющее действие капельного орошения способствует поглощению, выносу возделываемыми популяциями растений вредных солей при величине сухого остатка их 0.3-0.5%. Постепенное рассоление корнеобитаемого слоя систематически проводимыми поливами обуславливается стабильностью, возобновляемостью потребляемого объема воды и диафрагменной (нормированной) ее подачей при поливах. Уровень обеспеченности почвы влагой при этом и ее динамика поддерживается выше диапазона завядания растений. Одним из важных показателей подземных вод является отсутствие процессов испарения. Глубинное расположение, отсутствие капиллярного подъема и миграция воды в естественных условиях функционирования водонасыщенных горизонтов исключают потери на испарение. Поверхностные поливные воды (атмосферные осадки, речные, морские, грунтовые) в регионах Прикаспийской низменности подвергаются физическому испарению, а также транспирации растительностью; в результате теряется до 30% их запасов. Особенно важно учесть потерю на физическое испарение с поверхности орошаемых земель, где пересыхание почвы нередко приводит к потере доступной почвенной влаги, развитию солончакового процесса. Показатели ППВ и их динамика в дельтово-аллювиальных равнинах аридных территорий выдвигают в разряд первостепенной важности в борьбе с опустыниванием земель и получении экологически чистой продукции. Параметры возобновления потребляемой для орошения объема ППВ различаются по типам, характеризующим распространение

в пространстве, глубине залегания водоносных горизонтов и продолжительности периодов пополнения запасов (табл. 3).

Выделенные типы имеют условный характер, основными критериями которых являются значимость акваторий, оказывающих влияние на накопление и водообмен между гидросферой и литосферой. Континентальный тип формируется в условиях, где влияние мирового океана сведено к минимуму – регионы экваториальной Африки, Австралии, где выявлена максимальная глубина ППВ (более 2 км). Океанический тип имеет связи и обуславливается влиянием мирового океана и морей. Озерно-морской смешанный тип объединяет внутренние водоемы, озера и речные системы, где уровень залегания ППВ заметно уменьшается (0.3-0.8 км) и значительно сокращается продолжительность времени, необходимого для пополнения потребляемых запасов.

Таблица 3. Параметры возобновления потребляемой части запасов артезианских вод по континентам, м³.

Континенты, регионы	Типы геологического круговорота воды	Глубина залегания, км	Время необходимое для пополнения запасов воды
Африка, регион северная Сахара	Континентальный	1.0-1.5	6-12 месяцев
Центральная Индия	Океанический	0.6-1.0	4-6 месяцев
Южная Африка, Эфиопия, Судан	Континентальный	1.5-1.8	6-8 месяцев
Причерноморская низменность Краснодарский край, РФ	Океанический	0.3-0.8	По мере потребления
Терско-Кумская низменность, Республика Дагестан, РФ	Морской	0.3-0.6	То же
Приморская низменность, Казахстан	Морской	0.3-0.8	То же

В целом можно отметить, что чем ближе земельный участок к морским и океаническим областям, тем меньше глубина их залегания и продолжительность периодов возобновления. В регионах, относящихся к морским и океаническим типам круговорота (Прикаспийская низменность, Приаралье, Приазовье), глубина ППВ значительно уменьшается (Салманов, 1956). В Терско-Кумской низменности круговорот воды характеризуется ресурсами, значительно превышающими других регионов. Потенциал их формируется:

- а) формированием благоприятных условий питания, водосбора и выхода на уровень поверхностных горизонтов;
- б) мульдеобразной формой залегания водоносных горизонтов;
- в) разгрузкой их под действием силы напора с последующим возобновлением потребляемой для орошения объема ППВ;
- г) высокой энергией напорных слоев между областями питания и разгрузки (Богомолов, 1975; Толстихин, 1972).

Применение капельного орошения в комплексе мероприятий отмечается высокой экономической эффективностью. На первом этапе рекомендуется применять его на небольших площадях (50-100 га), позволяющих создать производственный полигон «оазисного» типа с регулируемой нормой для полива. Поливы в течение вегетации проводятся при уменьшении влажности почвы до показателей устойчивого завядания растений. Оптимальным считается содержание влаги в корнеобитаемом слое почвы в пределах 25-35% от полной полевой влагоемкости. При этом для орошения используется чистая незагрязненная вода, отвечающая требованиям к качеству поливных норм, необходимых для выращивания экологически чистой растительной продукции. Кроме того, для капельного орошения 1 га затрачивается объем воды (60-70 м³), что на порядок меньше производимых затрат при поливе поверхностными водами. Освоение целинных бурых полупустынных, светло-каштановых карбонатных и лугово-каштановых почв, плодородие которых сформировалось в течение длительного эволюционного развития, раскрывает потенциал, способный продуцировать биомассу в первые два года освоения до высоких показателей.

Для вовлечения в сферу применения ППВ пригодны до 60% территории Прикаспийской низменности, что составляет более 20 млн. га земель. Если экстраполировать для занимаемых площадей почвы дельтово-аллювиальных равнин аридного пояса, то площади рассматриваемых почв достигают значительных размеров – 80-100 млн. га. Выявленные экономические преимущества научных разработок становятся реальными при применении ППВ с естественной возобновляемостью, являющейся основой борьбы с опустыниванием земель в засушливых регионах мира.

Выводы

Применение традиционных методов и технологий не меняет существующего положения, а в отдельных случаях ухудшает и приводит к развитию деградиционных процессов. Возникла необходимость в разработке новых подходов и приемов, направленных на выявление неиспользуемых ресурсов и разработку научных, прикладных основ их использования.

1. Разработаны новые подходы, методы улучшения влагообеспеченности почв мобилизацией ресурсов ППВ, обладающих важным свойством – естественной возобновляемостью запасов. Установлено, что расширение площадей деградированных засушливых земель происходит в большинстве регионов мира, где напорные подземные воды с большими запасами залегают в пределах глубин 200-600 м.

2. В регионах Прикаспийской, Приаральской, Приволжской низменностей с приближением к морской береговой линии закономерно уменьшается глубина залегания ППВ. В континентальных областях Африки, Австралии, удаленных от морских, океанических акваторий, глубина их залегания примерно на порядок больше по сравнению с показателями дельтово-аллювиальных равнин. Представляется возможность определения экологической и экономической эффективности использования ППВ в борьбе с опустыниванием земель в регионах экваториального пояса.

3. ППВ дельтовых равнин обладают высокими качественными показателями, отличающими их от поверхностных поливных вод: гарантией сохранения запасов, защищенностью от загрязнения, испарения и отсутствием признаков, способствующих развитию ирригационной эрозии. Оптимальный объем потребляемого количества воды для полива на единицу площади значительно меньше по сравнению с принятыми нормами полива поверхностными водами.

4. В вертикальном распределении химического состава ППВ дельтово-аллювиальных равнин выявлено содержание загрязнителей мышьяковистых соединений, в одном из ярусов четвертичных отложений: хазарского, бакинского, апшеронского. Для рассматриваемого региона, одного из типичных для дельтовых равнин Терско-Кумской низменности, ППВ накапливаются в хазарском ярусе в экологически чистом составе. Возникла необходимость в учете и определении региональных особенностей ППВ с применением материалов гидрогеологической съемки в качестве программных мероприятий по борьбе с опустыниванием почв.

5. Применение ППВ в опытном полигоне привело к увеличению мощности гумусового горизонта светло-каштановой карбонатной почвы, валового содержания гумуса и степени увлажнения корнеобитаемого слоя (0-50 см). Появляются новые признаки почвообразования: увеличение диапазона колебания щелочности гумусового слоя, водопроницаемости и значительное углубление корневой системы возделываемых растений. Получены данные об изменении в соотношении надземной фитомассы в общей ее структуре; значительное превышение синтезируемой биомассы по сравнению с величиной отчуждаемой части фитомассы.

6. Выделенные типы круговорота воды в почвенных процессах дельтовых равнин способствуют формированию областей питания, водосбора и выхода на уровень поверхностных слоев. К разгрузке водоносных горизонтов способствует корневая система растений, являющихся потребителями почвенной влаги. Высокая эффективность использования потребляемой воды обеспечивается применением капельного орошения диафрагменного способа подачи воды и созданием «оазисного» типа производственных полигонов. Поэтапное расширение площадей применения ППВ и новых методов борьбы с опустыниванием послужат основой перехода к интенсивной системе улучшения аридных земель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабаев А.Г. 1989. Историко-географический анализ динамики пустынных экосистем // Проблемы освоения

пустынь. № 5. С. 18-25.

- Богомолов Г.В.* 1975. Гидрогеология с основами инженерной геологии. М.: «Высшая школа». 320 с.
- Виноградов Б.В.* 1996. Исследование индикаторов при мониторинге опустынивания Юга России // Аридные экосистемы. Т. 2. № 2. С. 38-47.
- Баламирзоев М.А.* 1997. Качественная оценка почв Прикаспийской низменности // Экологические проблемы Прикаспийской низменности. Вып. III. Махачкала. С. 35-49.
- Добровольский Г.В.* 2011. Роль и значение почвы в становлении и эволюции жизни на Земле. 2011. М.: Издательство «КМК». С. 7-15.
- Залибеков З.Г.* 2010. Почвы Дагестана. Наука. 248 с.
- Залибеков З.Г.* 2011. Аридные земли мира и их динамика в условиях современного климатического потепления // Аридные экосистемы. Т. 17, № 1. С. 1-14.
- Зонн И.С.* 1997. Конференция ООН «Проблемы опустынивания 20 лет спустя» // Аридные экосистемы. Т. 3. № 4. С. 12-20.
- Керимханов С.У.* 1973. О влиянии экспозиции склонов на размещение почв в горном Дагестане // Почвоведение. № 2. С. 3-10.
- Курбанов М.К.* 1969. Северо-дагестанский артезианский бассейн. Махачкала: Дагестанское книжное издательство. 92 с.
- Курбанов М.К., Мамаев С.А., Базманова П.М., Мамаева А.С.* Ресурсы и современные проблемы загрязнения и рационального использования подземных вод Северо-Дагестанского артезианского бассейна // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. г. Махачкала, "Алеф" (ИП Овчинников М.А.) 2009. № 55. С. 36-41.
- Кунин В.Н.* 1963. Линзы пресных вод пустыни. Изд. АН СССР. 88 с.
- Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г.* Разработка трехмерных компьютерных моделей геологических объектов // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Махачкала: "Алеф" (ИП Овчинников М.А.) 2009. № 55. С. 73-75.
- Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Сулейманов В.К., Гусейнова А.Ш., Курбанисмаилова А.С., Абдулганиева Т.И., Мамаев А.С.* 2018. Гидрогеолого-математическая модель формирования и управления ресурсами и качеством пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Махачкала: "Алеф". № 2 (73). С. 62-71.
- Мирзоев Э.М.-Р., Гаджиев И.Ш., Магомедов З.М.* 1975. О теоретических основах борьбы с опустыниванием в аридных регионах // Экологические проблемы Прикаспийской низменности. Вып. III. С. 11-16.
- Плотников Н.А.* 1959. Оценка запасов подземных вод. М.: Госгеотехиздат. 112 с.
- Михайлов Л.Е.* 1982. Грунтовые воды. Ленинград. 40 с.
- Салманов А.Б.* 1956. Об основных направлениях биологических исследований в Дагестане // Труды отдела биологии Дагестанского филиала АН СССР. Вып I. С. 5-12.
- Солдатов А.С.* 1964. Перспективы рассеяния почв Терско-Сулакской низменности Дагестана. Махачкала. 116 с.
- Толстихин Н.И.* 1972. Классификация подземных вод // Труды Ленинградского Горного института. Вып. 2. С. 48-60.