



Научная статья

ПОВЫШЕНИЕ ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА В ЮЖНОМ КАЗАХСТАНЕ

Раушан А. Джайсамбекова¹ к.т.н., Александр В. Басманов¹ , Балжан Ш. Аманбаева¹ PhD ,
Людмила В. Шагарова² к.т.н. , Екатерина Г. Шайдуллина^{1*}

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства», Тараз, Республика Казахстан;

dzhaisanbekova.1967@mail.ru (РАД), a.basmanov@mail.ru (АВБ), amanhaeva88@mail.ru (БША), katiy84@mail.ru (ЕГШ)

²Омский научный центр СО РАН, Институт радиофизики и физической электроники, Омск, Российская Федерация;
mila-rsd@mail.ru (ЛВШ)

*Автор корреспонденции: Раушан А. Джайсамбекова, dzhaisanbekova.1967@mail.ru

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Южный Казахстан,
Мактааральский район,
орошаемое земледелие,
скважины
вертикального дренажа,
водообеспеченность,
мелиоративный и
эксплуатационный
периоды.

АБСТРАКТ

Статья посвящена вопросам повышения водообеспеченности и мелиоративного улучшения орошаемых земель в Южном Казахстане через использование вертикального дренажа. Рассматривается эффективность применения режима работы в условиях ограниченных водных ресурсов и засоления почв. В статье анализируются основные проблемы, связанные с эксплуатацией вертикальных дренажных систем, включая высокую минерализацию дренажных вод и их негативное воздействие на сельскохозяйственные культуры. Особое внимание уделяется методам улучшения качества дренажной воды.

Научная новизна работы заключается в обосновании эколого-мелиоративных режимов работы вертикального дренажа, обеспечивающих создание оптимальных скоростей движения воды в корнеобитаемом слое, способствующих формированию эффективных параметров солеотдачи почв и поддержанию благоприятных уровней залегания грунтовых вод. В результате достигается интенсивное поступление грунтовых вод в зону аэрации, сокращение объемов оросительных норм, оптимизация фильтрационных характеристик, а также установление сбалансированных влаго- и солеобменных процессов между зоной аэрации и грунтовыми водами.

На основе проведенных исследований предлагаются рекомендации по оптимизации работы вертикального дренажа в мелиоративный и эксплуатационный периоды для улучшения экологической ситуации и повышения урожайности на орошаемых участках Мактааральского района. Результаты могут быть успешно применены на орошаемых территориях Арало-Сырдарьинского водохозяйственного бассейна Республики Казахстан.

1. ВВЕДЕНИЕ

Южный Казахстан и особенно Мактааральский район, является одним из ключевых регионов орошаемого земледелия Казахстана. Водообеспеченность действующих ирригационных систем региона варьируется от 75 до 95% в годы с благоприятной гидрологической обстановкой. Учитывая, что в маловодные годы данный показатель может снижаться до 60...70%, аграрное производство здесь сталкивается с проблемами дефицита водных ресурсов, засолением почв и ухудшением мелиоративного состояния орошаемых земель [1]. Нарушение водно-солевого баланса и недостаточная эффективность традиционных систем водоснабжения и дренажа способствуют снижению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. На фоне

По статье:

Получено: 18.06.2025

Пересмотрено: 28.07.2025

Принято: 24.09.2025

Опубликовано: 01.10.2025

Для цитирования:

Джайсамбекова Р., Басманов А., Аманбаева Б., Шагарова Л., Шайдуллина Е.
Повышение водообеспеченности орошаемых земель при эксплуатации вертикального дренажа в Южном Казахстане // Гидрометеорология и экология, 118 (3), 2025, 103-114.

усиления климатических рисков особенно актуальной становится задача повышения водообеспеченности и устойчивого мелиоративного улучшения орошаемых территорий.

Одним из перспективных направлений в решении данной проблемы является использование дренажных вод. Следует учитывать, что вода, откачиваемая с помощью скважин вертикального дренажа, не может быть в чистом виде использована на орошение сельскохозяйственных культур, так как характеризуется высокой минерализацией и значительным содержанием растворённых солей. Использовать для полива возможно только при смешивании с оросительной водой в определённых пропорциях или с добавлением химических мелиорантов, способствующих нейтрализации солей и улучшению водных характеристик. Для минимизации негативного воздействия сбросного стока на окружающую среду в зонах орошения необходимо сократить до минимума поступление в них дренажных вод путем максимального использования на орошение в местах непосредственного формирования.

Для эффективного применения этой технологии требуется научно-обоснованный подход к выбору режима работы дренажных систем и технологических решений, адаптированных к природно-климатическим условиям региона.

Целью исследования является разработка оптимальных условий работы вертикального дренажа и улучшения мелиоративного режима орошаемых земель Мактааральского района Туркестанской области.

Задача исследования: обосновать эколого-мелиоративные режимы функционирования вертикального дренажа, способствующие созданию оптимальных скоростей движения воды в корнеобитаемом слое. Определить условия поддержания благоприятных уровней залегания грунтовых вод при эксплуатации вертикального дренажа.

При подготовке статьи использованы материалы экспедиционных исследований отдела «Мелиорации и экологии орошаемых территорий» Казахского НИИ водного хозяйства и данные из литературных источников [2...4]. На основании обобщения результатов исследований [5...6], проведённых в различных природно-хозяйственных условиях, выявлены ключевые факторы, определяющие режим работы скважин вертикального дренажа. Достоинства и недостатки систем вертикального дренажа указаны в работе [6]. В рамках анализа выделены мелиоративный, эксплуатационный, вегетационный и межвегетационный периоды. В данной статье рассмотрены особенности функционирования дренажных систем мелиоративного (промывок и освоения) и эксплуатационного периодов.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методологическая база полевых и стационарных исследований основана на системном подходе к изучению эколого-мелиоративных процессов в корнеобитаемой зоне почв, выборе репрезентативного участка, применении многофакторных методов оценки водоземельных ресурсов и режимов эксплуатации дренажных систем [3], а также привлечении данных дистанционного зондирования [4]. Такой подход позволяет выработать практические рекомендации, способствующие устойчивому использованию земельно-водных ресурсов и повышению эффективности мелиоративных мероприятий для орошаемого земледелия в условиях засушливого климата Южного Казахстана.

Для проведения научного анализа и оценки выбран регион с многолетним опытом мелиорации сельскохозяйственных земель - Мактааральский район Туркестанской области. Выбор территории исследований обусловлен его репрезентативностью для южных регионов страны, где в свете изменения климата возможны дополнительные риски в области водоснабжения и мелиорации. Имеющаяся инфраструктура ирригационных систем Мактааральского района, включая крупный магистральный канал водоподачи МК «Достык», восстанавливаемые сети вертикального и горизонтального дренажа, создают предпосылки для научного обоснования и внедрения эффективных технологий регулирования эколого-мелиоративных режимов. Эти технологии могут

быть использованы для устойчивого развития орошаемых земель с перспективой их распространения на территории Арало-Сырдарьинского водохозяйственного бассейна Республики Казахстан.

Географически Мактааральский массив приурочен к левобережной террасе среднего течения реки Сырдарья и входит в состав казахстанской части Голодностепского орошаемого региона. С севера массив ограничен Шардаринским водохранилищем, с востока граничит с территорией Республики Узбекистан, с юга — с Центральным Голодностепским коллектором, а с запада - с Арнасайским понижением. Район характеризуется равнинным рельефом, полупустынным климатом, слабой естественной дренированностью и высокой агроэкологической значимостью, что предопределяет необходимость применения орошения и мелиоративных мероприятий для устойчивого сельскохозяйственного производства.

Космоплан Мактааральского района представлен на рисунке 1. Для его построения использованы космоснимки Sentinel-1. RGB каналам изображения соответствуют радиолокационные данные за весну, лето и осень 2019 г.

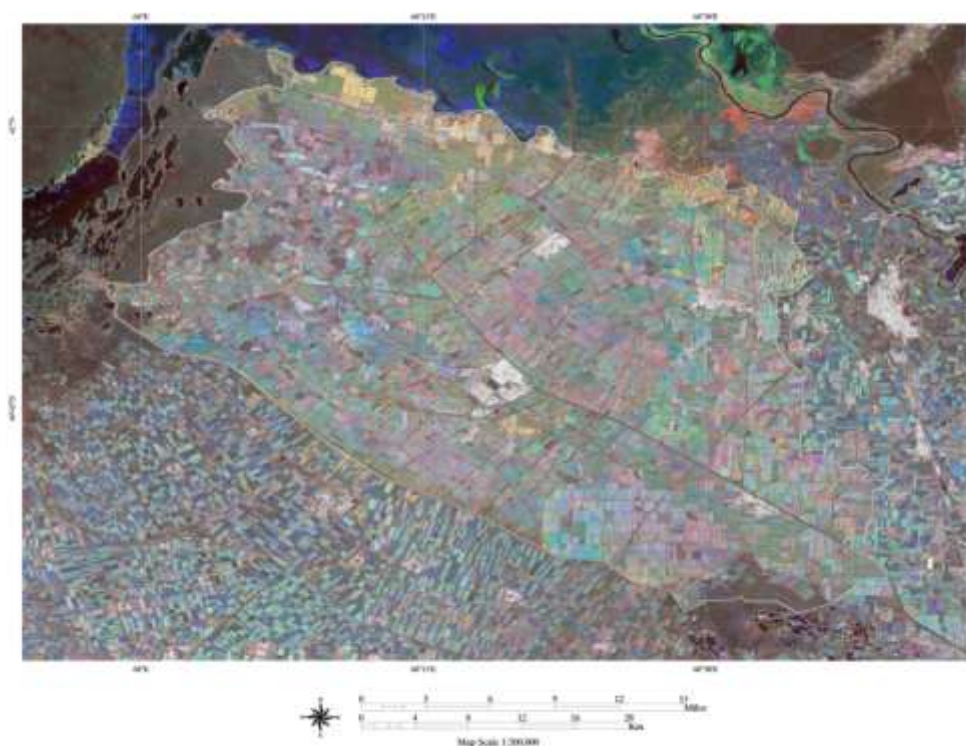


Рисунок 1. Космоплан территории исследований

Природно-климатические и агроэкологические условия Южного Казахстана, отличающиеся высоким уровнем солнечной радиации и продолжительностью светового дня, создают благоприятные предпосылки для возделывания гелиофильных сельскохозяйственных культур. В условиях Мактааральского массива – это хлопчатник, овощебахчевые культуры. Эффективность их производства в системе орошаемого земледелия напрямую зависит от рационального водного режима и соблюдения мелиоративных норм. Реализация аграрного потенциала существенно ограничивается дефицитом влаги в корнеобитаемом горизонте, который восполняется за счёт орошения. Необходимость проведения систематического орошения приводит к подъёму уровня грунтовых вод, что, в свою очередь, инициирует процессы вторичного засоления почвенного покрова. Возникающие гидросоляные трансформации приводят к деградации мелиорированных земель и существенному снижению продуктивности агроэкосистем: даже при слабой степени засоления урожайность сокращается до 20 %, в то время как при высоком уровне засоленности потери могут достигать 70...80 % [4].

Сложившаяся мелиоративная обстановка требует внедрения научнообоснованных инженерных решений, направленных на обеспечение устойчивого водного режима. В качестве практически реализуемых способов борьбы с засолением орошаемых земель рекомендовано искусственное дренирование с применением различных типов дренажных систем [6...8]. Выбор конкретного типа дренажа (горизонтальный, вертикальный или комбинированный) зависит от геолого-гидрологических условий, уровня минерализации грунтовых вод и плотности оросительной нагрузки. С учетом условий исследуемого региона одним из наиболее эффективных методов регулирования уровня грунтовых вод и предотвращения засоления почвенного профиля является организация систем вертикального дренажа.

Введение в эксплуатацию вертикального дренажа требует больших финансовых и энергетических затрат. Объем капитальных и эксплуатационных расходов в значительной степени определяется типом дренажа и конструктивными параметрами системы [9, 10], а разнообразие почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий на орошаемых землях требуют дифференцированного подхода к выбору работы дренажной системы.

Основной целью режима работы скважин вертикального дренажа на территории Мактааральского массива орошения является формирование и поддержание такого почвообразовательного процесса, который в сочетании с комплексом агротехнических, химических и мелиоративных мероприятий, позволит достичь устойчивых и максимальных урожаев культур хлопкового севооборота при наименьших затратах водных, трудовых и энергетических ресурсов [11].

В мелиоративный период продолжительностью 3...5 лет работа систем вертикального дренажа направлена на рассоление зоны аэрации и снижения уровня грунтовых вод ниже критического значения.

В эксплуатационный период с помощью вертикального дренажа поддерживается достигнутый в мелиоративный период оптимальный водно-солевой режим почвогрунтов и грунтовых вод в зоне аэрации.

Как показали результаты исследований, на Мактааральском массиве орошения период с января по апрель характеризуется максимальным водозабором и водоподачей, необходимыми для проведения зимних промывок и влагозарядковых поливов весной. В это время выпадает основная часть годового объема атмосферных осадков и наблюдается резкое снижение испарения. Совокупность этих факторов приводит к резкому подъему уровня грунтовых вод, а при недостаточной дренированности территории — к подтоплению орошаемых земель.

В период промывки окислительно-восстановительный процесс в почве на оросительных системах связан с длительным затоплением чеков (2...3 месяца), которые вызывают различные скорости инфильтрации воды в зависимости от дренированности участков и действия дренажа. Исследования на оросительных системах бассейна р.Сырдарья, выполненные А.Г. Рау [12], Л.В. Круглова [13], С.Д. Магай [5] и другими учеными [14...18] показывают, что значения оптимальной инфильтрации составляют: на легких почвах в пределах 3...6 мм/сут, средних 4...8 мм/сут, на тяжелых почвах 7...12 мм/сут. Инфильтрация в указанных пределах благоприятно влияет на окислительно-восстановительные процессы, водно-солевой, питательный и газовые режимы почв на промываемых участках под слоем воды.

С уменьшением инфильтрации не обеспечивается вынос солей из зоны аэрации, прогрессируют восстановительные процессы, отмечается соленакопление в верхних горизонтах почвогрунтов и вторичного засоления земель. С увеличением инфильтрации наблюдается интенсивный вынос солей из почвенного профиля в грунтовые воды. При этом вымываются не только вредные ионные соединения, но также питательные элементы. Это приводит к нарушению агрохимического баланса, снижению естественного плодородия почв и, как следствие, к снижению урожайности

возделываемых сельскохозяйственных культур. Поэтому при разработке режимов эксплуатации вертикального дренажа важно учитывать не только водно-солевой режим, но и сохранение питательных веществ в корнеобитаемом слое.

В условиях Мактааральского региона до начала промывки скважин вертикального дренажа требуется обеспечить понижающие и поддерживающие уровни грунтовых вод на глубине 2,5...3,0 м от поверхности земли. Создание свободной емкости в зоне аэрации почвогрунтов позволяет существенно улучшить условия для проведения промывных поливов и достичь выраженный рассоляющий эффект, обусловленный улучшением дренажных свойств и повышением фильтрационной способности.

Анализ фактической работы систем скважин вертикального дренажа в производственных условиях на Мактааральском массиве по данным РГУ «Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция» [1] показывает, что в период промывки коэффициент полезной работы (КПР) составляет 0.34...0.50. Это в 1.7...2.0 раза ниже утвержденного графика работы СВД для Мактааральского массива.

Проектный дебит скважин вертикального дренажа Мактааральского массива определен 35...40 и 50...60 л/с в зависимости от типа установленного насоса. В процессе эксплуатации скважин происходит снижение дебита, который на данный момент уменьшился более чем на 50% и не превышает 20...30 л/с. Снижение дебита скважин вертикального дренажа обусловлено кольматацией фильтров песком и зарастанием выпадающими из воды осадками. Отметим, что рассматривать изменение дебита нужно не как функцию времени, а как функцию суммарного водозабора, потому что механическая и химическая кольматация фильтров возникает лишь в результате отбора воды.

С целью разработки оптимального режима работы скважин вертикального дренажа в период проведения промывных мероприятий, на территории сельского округа А. Калыбеков был оборудован опытный участок, схема которого приведена на рисунке 2. Наблюдения за режимом грунтовых вод и радиусом фактического действия скважин вертикального дренажа проводились по пробуренным кустам пьезометрам (4, 6, 8 м) и наблюдательным скважинам (3 м), расположенным на участке в широтном и продольном направлениях и удаленных от СВД на расстояния 100, 200, 300, 400, 500 и 600 м. Фотографии скважин приведены на рисунке 3.

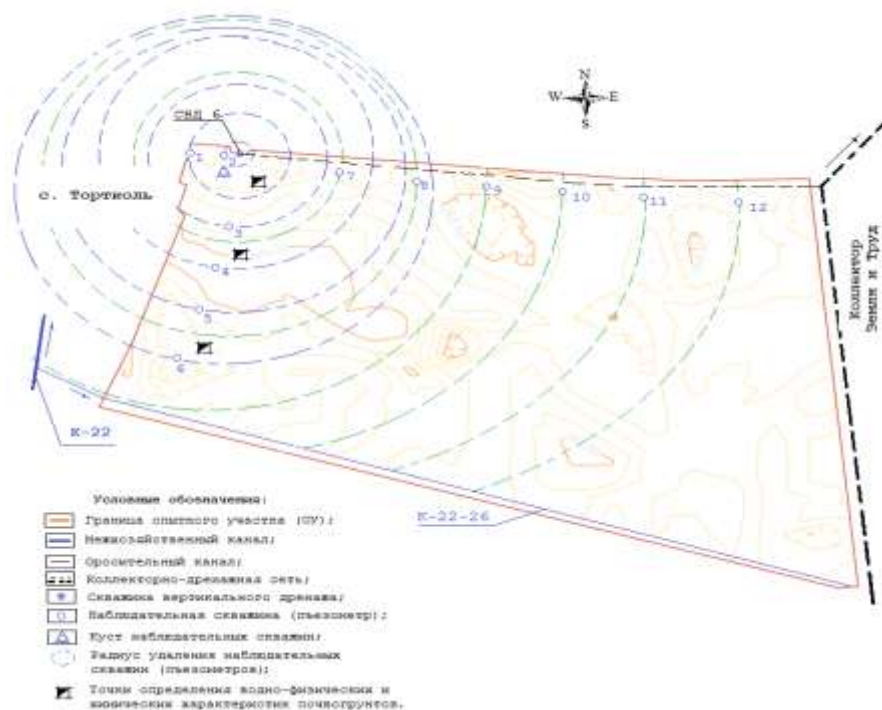


Рисунок 2. Схема опытного участка с вертикальным дренажем (СВД-6)



а - наблюдательная скважина, б - куст разnogлубинных скважин-пъезметров

Рисунок 3. Скважины на опытном участке

На опытном участке промывка засоленных земель была начата в начале весны - в марте. Согласно проектным рекомендациям, норма промывки для данного района составляет 10...11 тыс. м³/га. Для повышения эффективности использования водных ресурсов применена тактовая подача воды, при которой разовая промывная норма составляла 2000...2500 м³/га. Ширина чеков достигала 30...40 м, длина - 50...70 м. Фотографии на рисунке 4 иллюстрируют этап промывки.



Рисунок 4. Промывка засоленных земель по малым и большим чекам

Основной задачей вертикального дренажа в период промывки является усиление нисходящих фильтрационных токов грунтовых вод из покровной толщи, чтобы обеспечить гидравлическую связь между грунтовыми водами и водами каптируемого пласта путем создания перепада давлений в результате откачек. Поэтому водопримная поверхность скважин вертикального дренажа должна принимать подземные воды из всего водоносного комплекса.

Проводимые поливы и работа скважин вертикального дренажа оказывают влияние на динамику уровня грунтовых вод на посевах хлопчатника. Скорость спада уровня грунтовых вод при работающих скважинах вертикального дренажа находится в прямой зависимости от расстояния до вертикальной дрены. Как показано на рисунке 5, чем ближе наблюдательная скважина-пъезометр расположена к работающей дрене, тем больше скорость снижения уровня грунтовых вод и наоборот. При этом скорость снижения изменяется в зависимости от градиента напора, который снижается с увеличением дебита скважины. В начальный период работы скорость снижения всегда больше, со временем она постепенно уменьшается и уровень стабилизируется.

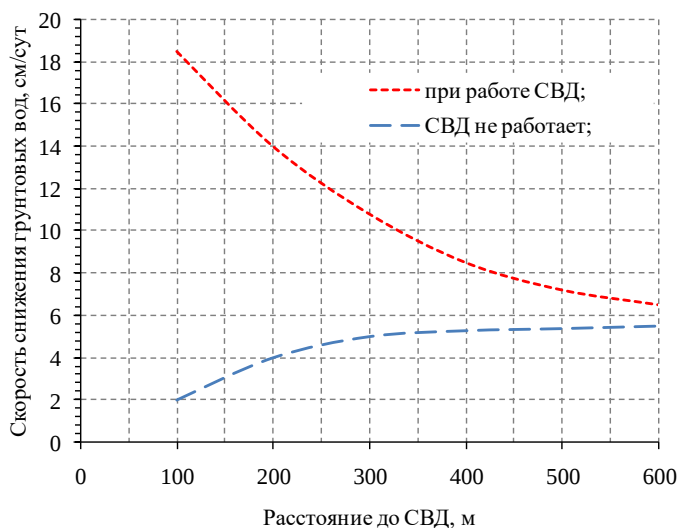


Рисунок 5. Скорость снижения УГВ после промывки орошаемых земель на опытном участке

За 5...6 суток до начала промывных поливов на опытном участке было включено СВД №6, в результате создана свободная емкость в почвогрунтах (2.5...3.0 м), что способствовало повышению их мелиоративной эффективности.

График работы скважин вертикального дренажа в период промывки приведен на рисунке 6.

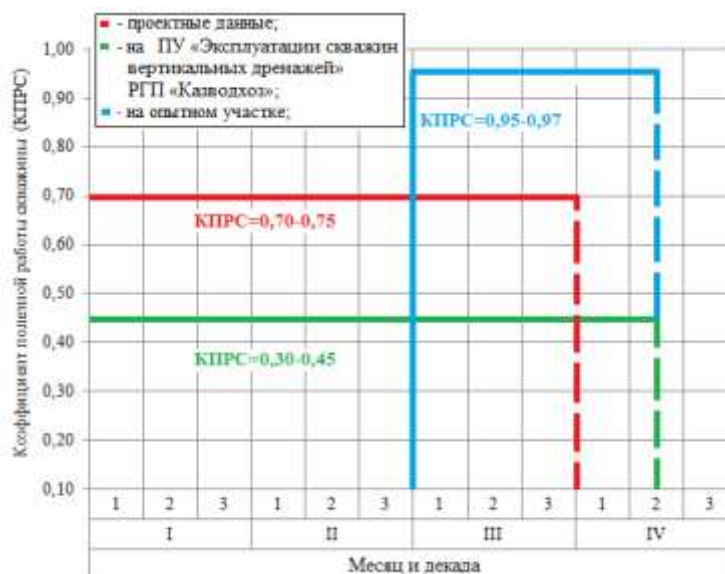


Рисунок 6. График работы скважин вертикального дренажа в период промывки

Режим работы СВД в период промывки должен быть таким, чтобы обеспечить:

- создание на полях промывки фильтрации в пределах 5...8 мм/сут и отвода фильтрационных вод и растворенных в них солей в нижний песчаный горизонт с последующим отводом их за пределы орошаемого участка;
- создание оптимальных глубин залегания уровня грунтовых вод в весенний период, обеспечивающих своевременное проведение весенних полевых работ.

После завершения промывочных мероприятий наблюдается минимальный водозабор в период с апреля по май. Это связано с выпадением значительного количества атмосферных осадков и началом интенсивного испарения. Во второй половине мая

водозабор возобновляется в небольших объёмах, необходимых для проведения первых поливов. Вследствие ирригационно-хозяйственной обстановки происходит снижение уровня грунтовых вод. Таким образом, установлен характер протекания процессов, происходящих при мелиорации.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обследование 75 скважин вертикального дренажа позволило оценить минерализацию дренажных вод [1]. Распределение СВД по уровням минерализации дренажных вод представлено на рисунке 7.

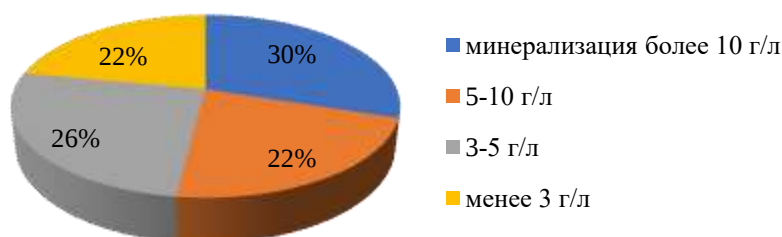


Рисунок 7. Распределение скважин вертикального дренажа (СВД) по минерализации дренажных вод

Результаты мониторинга режима работы скважин вертикального дренажа приведены в таблице 1 и подтверждают, что в период промывки скважины должны работать на максимальную нагрузку с коэффициентом полезной работы (КПР) не менее 0.95...0.97.

Таблица 1

Режим работы СВД-6 на опытном участке при промывке засоленных земель

Период работы, март (декады)	Продолжительность работы СВД, сут.	Средний дебит, л/с	Объем откачиваемой воды, тыс. м ³	Затрата электроэнергии, кВт/час	КПР
1	10	38	325.45	4467.2	0.97
2	10	38	325.45	4407.2	0.96
3	8	38	260.35	416.6	0.96

Повышение КПР относительно проектных значений (КПР=0.70...0.75) объясняется снижением дебита скважины вертикального дренажа (СВД-6) за период её работы с 2012 г. с 55 л/с до 38 л/с.

Проведённые на опытном участке комплексные мониторинговые исследования позволили получить данные, необходимые для научного обоснования параметров работы дренажной системы:

-природно-климатические условия региона, уровень засоленности почвогрунтов и грунтовых вод, литологическое строение покровных отложений, а также водно-физические свойства почвогрунтов, оказывающие влияние на фильтрационные процессы;

-гидрогеологические условия, включая глубину залегания и динамику уровня грунтовых вод, а также степень их минерализации;

-уточнены проектные нормы промывки засоленных земель с учётом почвенно-гидрологических условий участка,

-изучены технические инструкции по эксплуатации электрических сетей, контрольно-измерительных приборов, средств автоматики, а также наземных

комплексов сооружений, обеспечивающих функционирование скважин вертикального дренажа.

-установлена продолжительность работы СВД, средний дебит, затраченная электроэнергия.

Эксплуатация системы вертикального дренажа в условиях засоленных земель позволяет скорректировать объёмы и режим подачи промывной воды для достижения максимального рассоляющего эффекта при минимальных водо- и энергозатратах.

Эксплуатация скважин с фильтрами, которые не обеспечивают требуемого расхода воды, нарушает баланс мелиоративной системы [11], и может привести к значительным экономическим и техническим потерям.

Полученные результаты легли в основу рекомендаций по рациональной эксплуатации скважин вертикального дренажа в засоленных зонах региона исследований и могут быть использованы для масштабирования мероприятий на аналогичных территориях.

В Мактааральском районе в условиях слабой естественной дренированности территории, интенсивное орошение привело к резкому подъему высокоминерализованных грунтовых вод.

Изучения минерализации откачиваемых вод из СВД на Мактааральском массиве показало, что их концентрация варьируется от 1.2 до 22 г/л. Такие колебания обусловлены неоднородностью гидрогеологических условий, степенью засоления водоносных горизонтов, а также интенсивностью водообмена в зоне дренажного воздействия. Качественный состав откачиваемых дренажных вод свидетельствует о том, что с точки зрения риска осолонцевания почв предельная минерализация составляет 2.5...3.0 г/л, тогда как по критерию соленакопления допустимые значения находятся в пределах 2.0...2.5 г/л. Учитывая ирригационные коэффициенты и агромелиоративные условия массива, допустимо использование 20...25% объема откачиваемых дренажных вод для полива культур хлопкового севооборота без существенного риска ухудшения агроэкологических характеристик почв [1].

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В зависимости от периодов освоения засоленных орошаемых земель режим работы системы вертикального дренажа будет различным. В мелиоративный период режим работы обеспечивает отвод дренажных вод при рассолении почвогрунтов, в эксплуатационный - оптимальный водно-солевой режим.

Наиболее ответственный этап в функционировании скважин вертикального дренажа приходится на предпосевной период, когда проводятся механизированные агротехнические работы (вспашка, предпосевная обработка, посев). На этом этапе четкая и бесперебойная работа всех скважин направлена на понижение уровня грунтовых вод до отметки 1.5...1.6 м. Для достижения указанного уровня в короткий срок (16...20 суток) скважины вертикального дренажа должны работать на сброс с максимальной нагрузкой. Эффективность их работы, выраженная через коэффициент полезного действия, должна составлять не менее 0.30...0.40.

В оросительный период вертикальный дренаж влияет на формирование режима грунтовых вод, при этом выделяются две характерные зоны. Первая «активная зона» (в пределах 500 м от скважины), где уровень грунтовых вод находится в прямой зависимости от величины поливной и оросительной нормы возделываемой культуры, а также продолжительности работы вертикального дренажа. При удалении от скважины наблюдаются значительные колебания уровня - от 1.6 до 3.5 м от поверхности. Вторая «пассивная зона» (на расстоянии более 500 м от скважины), в которой уровень грунтовых вод в период полива и до конца оросительного периода изменяется незначительно, в пределах 0...100 см [1].

В период промывки, как показывают результаты исследований режимов функционирования скважин вертикального дренажа, они должны работать на максимальную нагрузку с КПР не менее 0.95...0.97.

Непременным условием эффективного функционирования системы вертикального дренажа является установление такого проектного КПР скважины существующей сети СВД, чтобы пьезометрические уровни напорных вод были ниже уровня грунтовых вод.

Таким образом, система скважин вертикального дренажа выполняя роль первичных дрен, повышает дренированность орошаемых земель, позволяет активно и целенаправленно воздействовать на солевой режим почвогрунтов и грунтовых вод, предотвращает вторичное засоление почв, что в свою очередь, повышает урожайность возделываемых культур.

ВКЛАД АВТОРОВ

Концептуализация - РАД, АВБ; управление данными - РАД, АВБ; формальный анализ - ЛВШ, БША; методология - ЛВШ, БША; программное обеспечение - АВБ, ЕГШ; отслеживание - РАД, ЕГШ, БША; Визуализация - ЕГШ; написание исходного проекта - РАД, АВБ; написание и редактирование обзора - ЕГШ.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований при выполнении бюджетной программы 254 ПЦФ 2024...2026гг. по проекту: «Научно-техническое обеспечение сохранения, воспроизводства и эффективного распределения водных ресурсов для обеспечения водной безопасности Республики Казахстан» (ИРН BR23791322) и источником финансирования является Министерство водных ресурсов и ирригации Республики Казахстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчеты о мелиоративном состоянии орошаемых земель Южно-Казахстанской области за 2015–2021 гг. // РГУ «ЮКОГТМЭ». – Шымкент, 2016–2022.
2. Dzshaysambekova, R.A. Hydrochemical regime of groundwater and salt regime of soil in open horizontal drainage areas of Maktaaral district of Turkestan region [Text] / R.A. Dzshaysambekova, A.V. Basmanov // International scientific journal "Science and World". – 2020. – № 9 (85), Vol. I. – P. 42–46.
3. Магай, С.Д. Методические рекомендации по обоснованию мелиоративных режимов и работы дренажных систем на орошаемых землях [Текст] / С.Д. Магай, К.Т. Райымбаев. – Тараз, 2001. – 21 с. – Одобрено и рекомендовано к изданию НАЦАИ (протокол № 1 от 22.02.2001 г.) и КазНИИВХ (протокол № 3 от 09.06.2000 г.).
4. Рекомендации по выбору режима работы дренажных систем, обеспечивающего управление мелиоративными процессами в почвогрунтах (утв. ТОО «КазНИИВХ», протокол №5 от 05.08.2014 г.) / С.Д. Магай, Р.К. Бекбаев, Е.Д. Жапаркулова и др. – Тараз: КазНИИВХ, 2014. – 23 с.
5. Отчет по НИР «Разработка режима работы горизонтального и вертикального дренажа и технологии регулирования мелиоративного режима орошаемых земель» за 2020г. [Текст] // КазНИИВХ. – Тараз, 2020. (№ госрегистрации 0118PK01220)
6. Джумабеков, А.А. Режим грунтовых вод на участках открытого горизонтального дренажа на Мактааральском массиве орошения [Текст] / А.А. Джумабеков, П.У. Буланбаева, А.Е. Серимбетов [и др.] // Вестн. науки Казах. агротехн. ун-та им. С. Сейфуллина. – 2020. – № 4(107). – С. 21–29.
7. Абиров, А. Управление соевым режимом почв при различных параметрах дренажа [Текст] / А. Абиров, У.А. Садикова, Л.Ф. Узакбаева // Вестн. мелиорат. науки. – 2021. – № 2. – С. 51–55.
8. Вышпольский, Ф.Ф. Обоснование параметров дренажа на засоленных или склонных к засолению землях [Текст] / Ф.Ф. Вышпольский // Научные исследования в области мелиорации и водного хозяйства: труды КазНИИВХ. – Тараз, 2000. – С. 50–75.
9. Магай, С.Д. Параметры дренирования орошаемых земель и определяющие факторы на юге Казахстана [Текст] / С.Д. Магай // Научные исследования в области мелиорации и водного хозяйства. – Тараз, 2000. – С. 161–171.
10. Sultonov, R.S.u. Energy efficient technology in vertical drainage system [Text] / R.S.u. Sultonov, K.T. Rakhimov, M.Y. Otakhanov, S.M.u. Melikuziev // Science and Innovative Development. – 2024. – Vol. 7, No. 6. – P. 92–103.
11. Tumkert, V.A. Influence of the hydrogeological mode of operation on the character of collating of the filter and the filter zone of seasonal wells [Text] / V.A. Tumkert, Zh.K. Kasymbekov, R.A. Dzshaisambekova, E.V. Tumkert, B.Sh. Amanbayeva // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2023. – Vol. 3, No. 459. – P. 295–304. – DOI: <https://doi.org/10.32014/2023.2518-170X.314>
12. Рау, А.Г. Водораспределение на рисовых системах [Текст] / А.Г. Рау. – М.: Агропромиздат, 1988. – 86 с.
13. Круглов, Л.В. Режим работы скважин вертикального дренажа на рисовых системах [Текст] / Л.В. Круглов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 128 с.
14. Кисилев, М.В. Вертикальный дренаж и использование подземных вод на орошение в Бухарской области [Текст] / М.В. Кисилев // Сельское хозяйство Узбекистана. – 1982. – № 2. – С. 14–20.
15. Техническая эксплуатация дренажа на мелиоративных системах: научный обзор [Текст] / В.Н. Щедрин, А.С. Капустян, В.Д. Гостищев [и др.]. – Новочеркасск: ФГБНУ «РосНИИПМ», 2012. – 222 с.
16. Корелис, Л.Л. Режим работы вертикального дренажа на территории северо-западной части Голодной степи [Текст] / Л.Л. Корелис // Инженерные мероприятия по борьбе с засолением орошаемых земель: сб. науч. ст. САНИИРИ. – Ташкент, 1973. – Вып. 139. – С. 80–91.
17. Ирригация Узбекистана. Т. 2: Современное состояние и перспективы развития ирригации в бассейне р. Сырдарьи [Текст]. – Ташкент: Фан, 1975. – 357 с.

18. Rakhimov, K. Importance of vertical drainage wells in irrigated fields [Text] / K. Rakhimov, M. Otakhonov, R. Sultonov // Proceedings of the International Conference on Thermal Engineering (ICTEA). – 2024. – Vol. 1, No. 1.

REFERENCES

1. Otchety o meliorativnom sostoyanii oroshaemykh zemel' Yuzhno-Kazakhstanskoy oblasti za 2000–2019 gg. [Reports on reclamation state of irrigated lands of South Kazakhstan Region 2000–2019]. Shymkent: RGU "YUKGGMÉ", 2000–2020. (In Russian).
2. Dzhaisambekova R.A., Basmanov A.V. Gidrokhimicheskiy rezhim podzemnykh vod i solevoy rezhim pochv na uchastkakh otkrytogo gorizontal'nogo drenazha Maktaaralskogo rayona Turkestanskoy oblasti [Hydrochemical regime of groundwater and salt regime of soil in open horizontal drainage areas of Maktaaral district of Turkestan region]. International scientific journal "SCIENCE AND WORLD", 2020, no. 9(85), vol. I, pp. 42–46. (In Russian).
3. Magay S.D., Rayymbaev K.T. Metodicheskie rekomendatsii po obosnovaniyu meliorativnykh rezhimov i raboty drenazhnykh sistem na oroshaemykh zemlyakh [Methodical recommendations for justification of drainage regimes and drainage system operation on irrigated lands]. Taraz, 2001, 21 p. (In Russian).
4. Magay S.D., Bekbaev R.K., Zhaparkulova E.D. et al. Rekomendatsii po vyboru rezhima raboty drenazhnykh sistem, obespechivayushchego upravlenie meliorativnymi protsessami v pochvogruntakh [Recommendations for selecting drainage system regimes ensuring management of reclamation processes in soil]. Taraz: KazNIIVKH, 2014, 23 p. (In Russian).
5. Otchet po NIR «Razrabotka rezhima raboty gorizontal'nogo i vertikal'nogo drenazha i tekhnologii regulirovaniya meliorativnogo rezhima oroshaemykh zemel'» (№ gosregistratsii 0118RK01220). KazNIIVKH. (2020). Taraz, Kazakhstan. (In Russian).
6. Dzhumabekov A.A., Bulanbaeva P.U., Serimbetov A.E. et al. Rezhim gruntovykh vod na uchastkakh otkrytogo gorizontal'nogo drenazha na Maktaaral'skom massive orosheniya [Groundwater regime in open horizontal drainage areas of the Maktaaral irrigation massif]. Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seyfullina, 2020, no. 4(107), pp. 21–29. (In Russian).
7. Abirov A., Sadikova U.A., Uzakbaeva L.F. Upravlenie solevym rezhimom pochv pri razlichnykh parametrokh drenazha [Management of soil salinity regime under different drainage parameters]. Vestnik meliorativnoy nauki, 2021, no. 2, pp. 51–55. (In Russian).
8. Vyshpol'skiy F.F. Obosnovanie parametrov drenazha na zasolennykh ili sklonnykh k zasoleniyu zemlyakh [Justification of drainage parameters on saline or potentially saline lands]. Trudy KazNIIVKH. Nauchnye issledovaniya v oblasti melioratsii i vodnogo khozyaystva. Taraz, 2000, pp. 50–75. (In Russian).
9. Magay S.D. Parametry drenirovaniya oroshaemykh zemel' i opredelyayushchie faktory na yuge Kazakhstana [Drainage parameters of irrigated lands and determining factors in southern Kazakhstan]. Nauchnye issledovaniya v oblasti melioratsii i vodnogo khozyaystva. Taraz, 2000, pp. 161–171. (In Russian).
10. Sultonov R.S.u., Rakhimov K.T., Otakhonov M.Y., Melikuziev S.M.u. Energy efficient technology in vertical drainage system. Science and Innovative Development, 2024, vol. 7, no. 6, pp. 92–103. (In Uzbek).
11. Tumler V.A., Kasymbekov Zh.K., Dzhaisambekova R.A., Tumler E.V., Amanbayeva B.Sh. Influence of the hydrogeological mode of operation on the character of collating of the filter and the filter zone of seasonal wells. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2023, vol. 3, no. 459, pp. 295–304. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-170X.314>. (In English).
12. Rau A.G. Vodoraspredelenie na risovykh sistemakh [Water distribution on rice systems]. Moscow: Agropromizdat, 1988, 86 p. (In Russian).
13. Kruglov L.V. Rezhim raboty skvazhin vertikal'nogo drenazha na risovykh sistemakh [Operating mode of vertical drainage wells in rice systems]. Penza: PGUAS, 2014, 128 p. (In Russian).
14. Kisilev M.V. Vertikal'nyy drenazh i ispol'zovanie podzemnykh vod na oroshenie v Bukharskoy oblasti [Vertical drainage and use of groundwater for irrigation in Bukhara region]. Sel'skoe khozyaistvo Uzbekistana, 1982, no. 2, pp. 14–20. (In Russian).
15. Shchedrin V.N., Kapustyan A.S., Gostishchev V.D. et al. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya drenazha na meliorativnykh sistemakh [Technical operation of drainage on reclamation systems]. Novocherkassk: FGBNU "RosNIIPM", 2012, 222 p. (In Russian).
16. Korelis L.L. Rezhim raboty vertikal'nogo drenazha na territorii severo-zapadnoy chasti Golodnoy stepi [Operating regime of vertical drainage in the northwestern part of the Hungry Steppe]. Inzhenernye meropriyatiya po bor'be s zasoleniem oroshaemykh zemel'. Tashkent: SANIIRI, 1973, vyp. 139, pp. 80–91. (In Russian).
17. Irrigatsiya Uzbekistana. T. 2: Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya irrigatsii v basseine r. Syrdar'i [Irrigation of Uzbekistan. Vol. 2: Current status and development prospects of irrigation in the Syrdarya basin]. Tashkent: Fan, 1975, 357 p. (In Russian).
18. Rakhimov K., Otakhonov M., Sultonov R. Importance of vertical drainage wells in irrigated fields. Proceedings of the International Conference on Thermal Engineering (ICTEA), 2024, vol. 1(1). (In English).

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДА ТІК ДРЕНАЖДЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ СУАРМАЛЫ ЖЕРЛЕРДІ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТІЛУІН ҰЛҒАЙТУ

Раушан А. Джайсамбекова¹ к.т.н., Александр В. Басманов¹, Балжан Ш. Аманбаева¹ PhD,
Людмила В. Шагарова² к.т.н., Екатерина Г. Шайдуллина¹

¹"Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, Тараз, Қазақстан; dzhaisambekova.1967@mail.ru, a.basmanov@mail.ru, amanbaeva88@mail.ru, katiy84@mail.ru

²Ресей ғылым академиясы Сібір бөлімшесінің Омск ғылыми орталығы (Радиофизика және физикалық электроника институты), Ресей Федерациясы; mila-rsd@mail.ru

*Автор корреспонденции: Раушан А. Джайсамбекова, dzhaisambekova.1967@mail.ru

ТҮЙІН СӨЗДЕР

Оңтүстік Қазақстан,
Мақтаарал ауданы,
суармалы егіншілік,
тік дренаждық ұңғымалар,
сумен қамтамасыз ету,
мелиоративті және
эксплуатациялық кезеңдер

Мақала жайында:

Жіберілді: 18.06.2025
Қайта қаралды: 28.07.2025
Қабылданды: 24.09.2025
Жарияланды: 01.10.2025

АБСТРАКТ

Мақала тік дренажды пайдалану арқылы Оңтүстік Қазақстандағы суармалы жерлердің сумен қамтамасыз етілуін арттыру және мелиоративтік жақсарту мәселелеріне арналған. Шектеулі су ресурстары мен топырақтың тұздануы жағдайында жұмыс режимінің тиімділігі қарастырылады. Мақалада тік дренаж жүйелерін пайдалануға байланысты негізгі мәселелер, соның ішінде дренаждық сулардың жоғары минералдануы және олардың дақылдарға теріс әсері талданады. Дренажды судың сапасын жақсарту әдістеріне ерекше назар аударылады. Жұмыстың ғылыми жаңалығы тік дренаж жұмысының экологиялық-мелиорациялық режимдерін негіздеуден тұрады, бұл тамырлы қабатта судың оңтайлы қозғалу жылдамдығын құруды қамтамасыз етеді, топырақтың тұздануының тиімді параметрлерін қалыптастыруға және жер асты суларының қолайлы деңгейлерін сақтауға ықпал етеді.

Нәтижесінде аэрация аймағына жер асты суларының түсуінің жоғары қарқындылығына, суару нормаларының көлемін азайтуға, сүзу сипаттамаларын оңтайландыруға, сондай - ақ аэрация аймағы мен жер асты сулары арасында теңгерімді ылғал мен тұз алмасу процестерін орнатуға қол жеткізіледі. Жүргізілген зерттеулер негізінде Мақтаарал ауданының суармалы учаскелерінде экологиялық жағдайды жақсарту және өнімділікті арттыру үшін мелиоративтік және пайдалану кезеңдерінде тік дренажды пайдалануды оңтайландыру бойынша ұсыныстар ұсынылады. Нәтижелер Қазақстан Республикасы Арал-Сырдария су шаруашылығы бассейнінің суармалы аумақтарында сәтті қолданылуы мүмкін.

INCREASING WATER SUPPLY OF IRRIGATED LANDS WITH THE USE OF VERTICAL DRAINAGE IN SOUTHERN KAZAKHSTAN

Raushan Dzhaisambekova¹ Candidate of Technical Sciences, Alexander Basmanov¹, Balzhan Amanbayeva¹ PhD, Lyudmila Shagarova² Candidate of Technical Sciences, Shaydullina Yekaterina^{1*}

¹LLP "Kazakh Scientific Research Institute of Water Economy", Taraz, Kazakhstan; dzhaisambekova.1967@mail.ru, a.basmanov@mail.ru, amanbaeva88@mail.ru, katiy84@mail.ru

²Omsk Scientific Center of the Siberian Branch of the RAS (Institute of Radiophysics and Physical Electronics), Russia; mila-rsd@mail.ru

* Corresponding author: Raushan Dzhaisambekov, dzhaisambekova.1967@mail.ru

KEY WORDS

South Kazakhstan,
Makhtaaral district,
irrigated agriculture,
vertical drainage wells,
water supply,
melioration and operational
periods

About article:

Received: 18.06.2025
Revised: 28.07.2025
Accepted: 24.09.2025
Published: 01.10.2025

ABSTRACT

The article is devoted to the issues of increasing water availability and land reclamation improvement of irrigated lands in Southern Kazakhstan through the use of vertical drainage. The effectiveness of applying the work regime in conditions of limited water resources and soil salinization is being considered. The article analyzes the main problems associated with the operation of vertical drainage systems, including the high mineralization of drainage waters and their negative impact on crops. Special attention is paid to methods of improving the quality of drainage water. The scientific novelty of the work is to substantiate the ecological and reclamation modes of vertical drainage, which ensure optimal water flow rates in the root layer, contribute to the formation of effective soil salt recovery parameters, and maintain favorable groundwater levels. As a result, a high intensity of groundwater flow into the aeration zone is achieved, a reduction in irrigation standards, optimization of filtration characteristics, as well as the establishment of balanced moisture and salt exchange processes between the aeration zone and groundwater.

Based on the conducted research, recommendations are proposed for optimizing the operation of vertical drainage during the reclamation and operational periods to improve the environmental situation and increase yields in irrigated areas of the Makhtaaral district. The results can be successfully applied in the irrigated territories of the Aral-Syrdarya water basin of the Republic of Kazakhstan.

Примечание издателя: заявления, мнения и данные во всех публикациях принадлежат только автору (авторам), а не журналу "Гидрометеорология и экология" и/или редактору (редакторам).