

платного водопользования, где допустимая погрешность измерений составляет не более $\pm 5\%$. Основными препятствиями для точного водоучета названы заиливание каналов и их зарастание водной растительностью, что значительно усложняет работу водомерных устройств. В качестве решения предлагается применение переносных водосливов и создание новых типов водомерных сооружений, способных обеспечивать надежный учет воды как в условиях свободного, так и подтопленного истечения. Статья содержит примеры успешной эксплуатации водомерных систем и рекомендации по их модернизации для повышения точности измерений и улучшения эксплуатационных условий.

Внутрихозяйственные каналы получают воду через магистральные и межхозяйственные каналы. В начальной части этих каналов для точного учета подаваемой воды устанавливаются различные типы водоизмерительных сооружений, такие как «стационарные каналы», «водосливы с тонкой стенкой», «лотки» и другие устройства.

Ключевые слова: Водомерные сооружения, Учет воды, Гидравлические параметры, Спокойный режим течения, Переносные водосливы, Точное измерение, Платное водопользование, Заиливание, Зарастание растительностью, Число Фруда, Конструктивные особенности, Эксплуатация водомеров, Водосливы с тонкой стенкой, Параметры каналов

Авторлардың қосқан үлесі: концептуализация Бейсембин Кудайберген Рахимжанович; деректерге жетекшілік ету Бейсембин Кудайберген Рахимжанович; формальды талдау Койшибаева Гульмира; қаржыландыруды сатып алу Койшибаева Гульмира; тергеу Сарбасова Гульмира Азимбаевна; әдістеме Сарбасова Гульмира Азимбаевна; жобаны әкімшілендіру Капар Шекарбань; ресурстар Капар Шекарбань; бағдарламалық қамтамасыз ету Ахметова Мөлдір Полатовна; қадағалау Жакупова Жанар Зиядовна; тексеру Жакупова Жанар Зиядовна; визуализация Ахметова Мөлдір Полатовна; Рөлдер / жазу-бастапқы жоба Бейсембин Кудайберген Рахимжанович; Жазу-шолу және редакциялау Жакупова Жанар Зиядовна.

МРНТИ 70.17.49

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2025/44>

*П.С.Султанбекова¹, А.Е.Дуанбекова¹, Ж.З. Жакупова²,
Г.Р.Нурмашева¹, М.Е.Уразбекова¹, Л.М.Рыскулбекова²*

¹Южно-Казахстанский университет им. М. Ауезова, г.Шымкент, Республика Казахстан, parida.sultanbekova@mail.ru, aiga78@inbox.ru, gnr70@inbox.ru, uraz_maira@mail.ru

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Республика Казахстан, zhakupova.zhanar@kaznaru.edu.kz, ryskulbekova.laura@kaznaru.edu.kz

ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНАЯ ОЦЕНКА КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД С ЦЕЛЬЮ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация

В условиях нарастающего дефицита пресных водных ресурсов усиливается интерес к оценке ирригационного качества коллекторно-дренажных вод (КДВ). Пригодность таких вод для орошения определяется комплексом факторов, включая уровень минерализации, химический состав, водопроницаемость почв и подстилающих пород, глубину и минерализацию грунтовых вод, климатические условия, а также солеустойчивость возделываемых культур. Выбор способа использования КДВ во многом обусловлен доступностью и объемами пресных водных ресурсов.

Существенные объемы коллекторно-дренажных вод, сбрасываемых за пределы орошаемых массивов в водоисточники и естественные понижения рельефа, способствуют загрязнению водных экосистем гербицидами, пестицидами и другими продуктами сельскохозяйственной деятельности. Кроме того, поступление дренажных вод в пониженные участки местности вызывает подъем уровня грунтовых вод и ухудшение мелиоративного состояния прилегающих орошаемых земель. В связи с этим особую актуальность приобретает научно обоснованная организация повторного использования дренажных вод в местах их формирования.

Согласно данным гидрологических наблюдений на гидропостах сбросных систем Туркестанской области, в 2022 году суммарный объем коллекторно-дренажных вод по орошаемым массивам региона составил 597,8 млн м³, из которых на Мырзачульский массив (Мактааральский и Жетысайские районы) приходилось 278,8 млн м³, что составляет около 47% общего стока по области.

В Мирзачульский массив орошения относятся орошаемые земли Мактааральского и Жетысайских районов Туркестанской области и по природно-климатическим условиям относится к зоне полупустынь, которая характеризуется малым количеством атмосферных осадков и неравномерным их распределением по сезонам года, низкими зимними и высокими летними температурами воздуха. Климат территории характеризуется как резко континентальный, крайне засушливый и с очень большим количеством солнечного тепла [1].

В связи с этим оценка динамики ирригационного качества оросительной воды из коллекторно-дренажных вод отводящих коллекторов на оросительной системе обоснована устойчивостью их экологической безопасности.

Ключевые слова: водообеспеченность, коллекторно-дренажные воды, засоление, дефицит воды, мелиоративное состояние, ирригация.

Введение

Для регионов, характеризующихся хроническим дефицитом пресных водных ресурсов, типичным является использование дренажного стока для целей орошения. Однако эффективность такого подхода неоднозначна. Многолетняя практика применения высокоминерализованных дренажных вод для орошения в Узбекистане и странах Восточной Азии выявила тенденцию снижения урожайности сельскохозяйственных культур [2–6]. В то же время в США, где дефицит пресной воды отсутствует, основным способом утилизации дренажных вод остается их отведение в водные объекты [7, 8]. Сброс вод за пределы оросительных систем включает две основные составляющие: минерализованные дренажные и пресные сбросные воды. Дренажные воды представляют собой инфильтрационные потоки, поступающие из каналов различных звеньев оросительной системы и с орошаемых площадей в коллекторно-дренажную сеть. К сбросным водам относят сток, образующийся вследствие технических потерь при водораспределении, а также сбросы в концах распределителей и непосредственные потери с полей в процессе полива. По уровню минерализации и химическому составу сбросные воды, как правило, близки к исходным пресным водоисточникам. Смесь дренажных и сбросных вод классифицируется как коллекторно-дренажные или дренажно-сбросные воды. Формирование дренажного стока определяется почвенно-гидрогеологическими условиями, плотностью и конструктивными особенностями дренажной сети, а также рядом природно-технических факторов. Объем сбросных вод зависит от величины водоподачи, способа и технологии полива, конструкции и технического состояния оросительной сети.

Расширение и совершенствование систем водного мелиорирования напрямую зависит от рационального использования и охраны водных ресурсов. Дренажные и сбросные воды, образующиеся на сельскохозяйственных территориях, рассматриваются как потенциальный стратегический резерв для удовлетворения постоянно растущих потребностей в пресной воде. В глобальном масштабе около 70% всего объема потребляемой воды используется в сельском хозяйстве, преимущественно для целей орошения. Например, для производства 1 тонны

пшеницы, реализуемой на мировом рынке, в среднем требуется около 1 тыс. м³ воды. Промышленность потребляет порядка 20% водных ресурсов, тогда как коммунальное хозяйство - около 10%.

Одним из ключевых направлений стратегий устойчивого управления водными ресурсами является повторное использование дренажно-сбросных вод для орошения сельскохозяйственных культур с учетом гидрогеолого-мелиоративных особенностей территории [9]. В настоящее время разработан ряд расчетных методик для оценки пригодности воды к орошению [10, 11]. Существующие методы ирригационной характеристики вод базируются на определении предельно допустимых концентраций растворенных солей, превышение которых может привести к засолению почв и негативному воздействию на рост и развитие растений.

Материалы и методы исследования

Территория Мирзачульского массива орошения характеризуется от светлых сероземов до лугово-сероземных [3]. Основной характеристикой орошаемых почв является их недостаточная обеспеченность питательными веществами и засоления почвогрунтов. Среди мелиоративных процессов, происходящих в почвенном покрове, поступление солей корнеобитаемый слой почвы, которое вызывает серьезную обеспокоенность у мелиораторов, так как засоление почв значительно снижает урожайность сельскохозяйственных культур и является динамичным процессом, требующим постоянного контроля, а также принятия неотложных мер по борьбе с ним [11].

Изучение солевого режима почв является очень важным признаком качества почв. Особенно на орошаемых землях, где основной причиной поступления солей в почву является уровень минерализованных грунтовых вод [12].

В рамках почвенно-солевых обследований, проводимых по установленной методике, определяется степень и тип химизма засоления орошаемых почв, пространственное распределение засоленных участков, а также выявляются причины формирования процессов соленакопления и их взаимосвязь с водохозяйственными условиями и уровнем режимом грунтовых вод [13].

Объектом исследования являлись гидрохимические параметры коллекторно-дренажных вод (КДВ) в период 2021–2023 гг., а также сравнительная оценка их ирригационных свойств.

Для количественного определения пригодности исследуемых вод к орошению использовался ирригационный (щелочной) коэффициент (K_a) по методике Х. Стеблера, вычисляемый по следующей формуле:

$$K_a = \frac{288}{rNa^+ + 4rCl^-}$$

при выполнении условия:

$$rCl^- + 4 rSO_4^{2-} > rNa^+ > rCl^- . \quad (1)$$

Наибольшее отрицательное влияние на качество оросительной воды оказывают соли натрия, такие как Na_2CO_3 , $NaCl$ и Na_2SO_4 , при этом наименее вредным из данного ряда является сульфат натрия [14]. Применяемый коэффициент позволяет учитывать ионный состав воды, определяемый содержанием катионов натрия, а также хлорид- и сульфат-анионов. Критерии оценки качества оросительной воды по ирригационному (щелочному) коэффициенту Х. Стеблера приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Критерии качества оросительной воды в зависимости от значения ирригационного коэффициента

Значение ирригационного коэффициента K_a	Критерий качества оросительной воды (по Х. Стеблеру)
$K_a > 18$	хорошее
$18 \geq K_a \geq 6$	удовлетворительное
$5,9 \geq K_a \geq 1,2$	неудовлетворительное
$K_a < 1,2$	плохое

Для проведения качественной ирригационной оценки были использованы данные о гидрохимических показателях коллекторно-дренажных вод (КДВ) за 2021–2023 гг., полученные в ходе выполнения научно-исследовательских работ в соответствии с тематическим планом-заданием Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. Дополнительно выполнена сравнительная ирригационная оценка вод реки Сырдарья, подаваемых в оросительные системы, за тот же период наблюдений.

На территории Мырзачульского массива орошения проведена оценка качества КДВ с использованием ирригационного (щелочного) коэффициента и показателя сульфатной солености. В целях обоснования экологической устойчивости и анализа динамики изменения качества КДВ в исследуемых коллекторах также были рассчитаны значения указанных параметров по результатам наблюдений за 2021–2023 гг. Полученные данные о гидрохимических характеристиках КДВ, представленные в таблице 2, свидетельствуют о том, что практически во всех случаях выполняется условие [1].

Главной особенностью орошаемых почв является низкое содержание в них питательных элементов и засоления почвогрунтов. Среди мелиоративных процессов, происходящих в почвенном покрове, поступление солей корнеобитаемый слой почвы, которое вызывает серьезную обеспокоенность у мелиораторов, так как засоление почв значительно снижает урожайность сельскохозяйственных культур и является динамичным процессом, требующим постоянного контроля, а также принятия неотложных мер по борьбе с ним.

Таблица 2 – Гидрохимическая характеристика коллекторно-дренажных вод коллекторов оросительной системы Мырзачульского массива орошения (данные 2021–2023 гг.).

Коллектор	Месяц	Минерализация, мг/дм ³	Химический состав мэкв/дм ³			Сульфатная соленость rSO_4^{2-} / rCl^-	K _a
			rNa ⁺	rCl ⁻	rSO ₄ ²⁻		
1	2	3	4	5	6	7	8
К-1	IV	2107	11.27	9.96	8.92	0.9	5.57
	V	1126	3.92	4.69	3.31	0.78	12.56
	VI	1411	6.23	6.18	4.92	0.68	9.09
	VII	1352	6.583	6.25	0.66	0.54	9.14
	VIII	945	5.28	4.51	2.37	0.56	13.78
	IX	833	3.15	3.18	1.86	0.59	17.18
	X	2088	4.71	12.31	8.46	0.67	5.33
К-2	IV	4111	13.27	9.92	9.92	0.91	6.57
	V	1211	3.99	4.79	3.31	0.78	12.56
	VI	991	6.23	6.18	4.92	1.3	9.09
	VII	817	6.583	7.25	0.66	1.2	9.14
	VIII	778	5.28	4.51	2.37	2.21	13.78
	IX	770	3.15	3.18	1.86	0.59	17.18
	X	2871	4.71	12.31	8.46	0.67	5.33
К-3	IV	2151	12.27	9.06	9.92	0.9	5.57
	V	1280	4.92	5.69	3.31	0.78	12.56
	VI	1003	6.23	7.18	4.89	0.88	9.39
	VII	698	8.53	6.25	0.89	0.54	9.24
	VIII	685	6.38	4.51	2.37	0.86	12.78
	IX	961	3.25	3.18	1.86	0.59	16.18
	X	1685	4.71	12.31	8.46	0.67	6.33

По результатам распределения орошаемых земель по степени засоления почвогрунтов подготовлены цифровые картографические материалы (рисунок 1). На рисунке 1 приведены цифровые картографические данные Мырзачульского массива орошения.

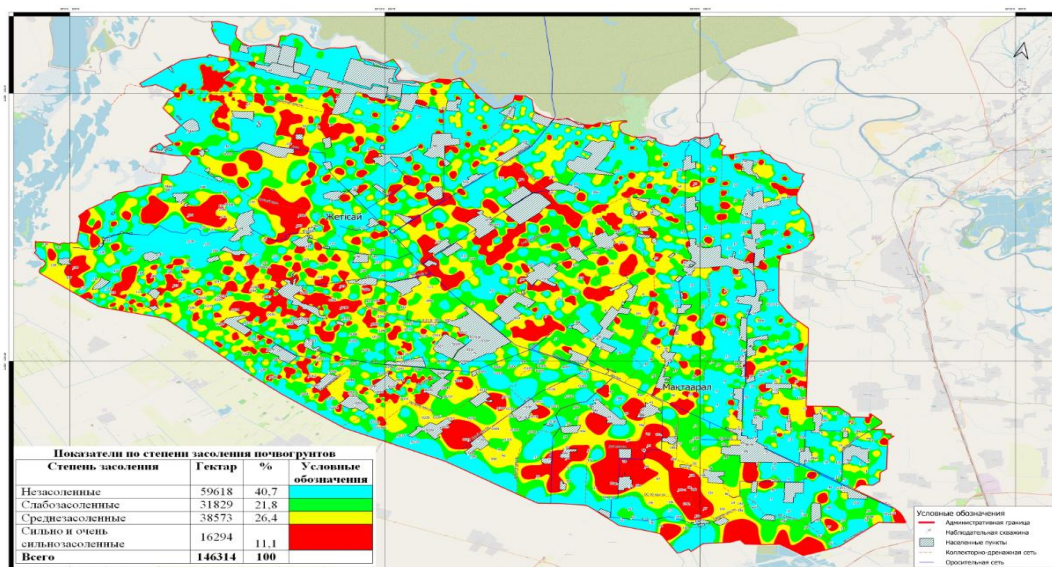


Рисунок 1- Карта распределение орошаемых земель по степени засоления почв Мирзачульского массива орошения за 2022 год

Главной причиной засоления почв на юге Казахстана является поступление солей в почву из грунтовых минерализованных вод в процессе их испарения. Грунтовые воды на недопустимый уровень поднимаются в последствие неэффективной работы оросительных и дренажных систем, которые длительное время эксплуатируются без надлежащего технического оснащения и ремонта.

Результаты исследований рассматриваются в качестве фундаментальной базы для комплексной научной оценки экологической безопасности коллекторно-дренажных вод.

Результаты и обсуждение

При применении коллекторно-дренажных вод эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель существенно зависит от степени их минерализации и химического состава растворенных солей в поверхностных водах [14].

Соответственно, эколого-мелиоративная оценка орошаемых территорий прежде всего предполагает определение степени и типа засоленности вод с последующим сравнением с предельно допустимыми концентрациями (ПДК). Пригодность коллекторно-дренажных вод для орошения сельскохозяйственных культур оценивалась по следующим критериям: риск засоления почв, риск осолонцевания почв и токсичность отдельных ионов..

Для комплексной характеристики качества поливной воды анализировались: общее содержание солей, количественные показатели катионов и анионов, различные ионные соотношения, наличие соды, а также содержание токсичных и нетоксичных солей.

Химический анализ коллекторно-дренажных вод выполнялся на пробах, взятых из основных коллекторов Мирзачульского массива орошения. При гидрогеологических и гидрологических наблюдениях проводились замеры за уровнем залегания грунтовых вод, минерализация и химизм оросительных и коллекторно-дренажных вод по наблюдательным скважинам и гидрометрическим постам (рисунок 2) установленных на участках полевых исследований. Частота наблюдений за динамикой уровня грунтовых вод - один раз в декаду.



Рисунок 2 - Наблюдательная скважина и гидрометрический мостик для гидрологических работ

Кроме агрохимических, водно-физических и почвенно-мелиоративных исследований с целью определения влияния орошения минерализованной дренажной водой на развитие сельскохозяйственных культур ежемесячно проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием растений в каждом опытном варианте.

Полив сельскохозяйственных культур дренажными и сбросными водами проводился по следующим технологическим схемам [15]:

I – снижение минерализации воды на начальном этапе без изменения химического баланса солей;

II – предварительное снижение минерализации с одновременным улучшением химического и солевого состава воды;

III – без снижения минерализации, однако с улучшением химического и солевого состава;

IV – без снижения минерализационного уровня и без модификации химико-ионо-солевого состава.

1 технологический вариант был реализован в зерно-кормовых севооборотах посредством подкачки дренажных и сбросных вод в межхозяйственные распределительные каналы. В течение всего вегетационного периода минерализация усреднённой смеси вод не превышала 0,5 г/дм³. При этом суммарный объём используемых дренажных и сбросных вод по данной технологии составлял не более 20 млн м³ в год.

Результаты проведённых исследований в засушливых и полузасушливых районах Мырзачульского массива в сухой сезон показали, что орошение дренажными водами оказывало значительное снижение урожайности хлопчатника и клевера только при солесодержании воды, достигающем 12 Ds/м [16]. Эти данные позволяют сделать вывод о высокой эффективности 1 технологического варианта при умеренном уровне минерализации воды и ограниченных объёмах дренажного стока.

2 технологический вариант применения коллекторно-дренажных вод предполагает не только снижение их минерализации путём разбавления, но и создание благоприятных условий для соотношения натрия и кальция в обменных основаниях. При этом рекомендуется, чтобы отношение $Ca^{2+} : Mg^{2+}$ было ниже единицы, а показатель $Na^{+} / (Ca^{2+} : Mg^{2+})$ — меньше 0,7. Достижение этих условий возможно посредством внесения химических мелиорантов, таких как гипс, фосфогипс или известь. Два последних варианта технологических решений применяются в случае низкой минерализации дренажных и сбросных вод (до 3 г/дм³) и без предварительного снижения минерализации, но с улучшением состава обменных оснований за счёт внесения гипса в воду или почву.

Сравнительный анализ показал, что водоотведение с орошаемых земель районов Мырзачульского массива составляет 29,2% от объёма водоподачи, что указывает на высокую дренированность земель. В то же время минимальные показатели дренажного стока — 2,4–

2,7% от водоподачи — наблюдаются на некоторых орошаемых участках, что свидетельствует о недостаточной дренированности. При близком залегании и высокой минерализации грунтовых вод это приводит к засолению почв зоны аэрации.

Исследования минерализации коллекторно-дренажных вод показали, что в вегетационный период на территории Мырзачульского массива значения варьируют в пределах 0,909–2,919 г/л. Анализ катионного состава вод выявил, что в большинстве коллекторов доминируют Na^+ и Mg^{2+} , а в некоторых — Mg^{2+} . С увеличением минерализации коллекторно-дренажных вод разница в концентрации Na^+ и Mg^{2+} резко возрастает. Так, в коллекторе К-3 минерализация Na^+ составляет 2,021 г/л, а Mg^{2+} — 0,280 г/л (соответственно 87,88 и 23,0 мг-экв). Катионы Ca^{2+} во всех коллекторах демонстрируют минимальные значения.

Эти результаты подчеркивают необходимость применения 2 технологического варианта для регулирования химического состава воды и поддержания устойчивого эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель.

Выводы

Использование коллекторно-дренажных вод для орошения сельскохозяйственных культур рекомендуется в период острого дефицита поливных ресурсов. Применение возвратных вод в такие критические фазы способствует достижению удовлетворительной урожайности. Однако постоянное использование минерализованных возвратных вод для орошения приводит к повышению степени засоления почв и снижению урожайности сельскохозяйственных культур. В связи с этим, в Махтааральском районе, где грунтовые воды применяются для субиригации и орошения, ежегодно проводится эксплуатационная промывка орошаемых земель.

В условиях усиливающегося дефицита водных ресурсов одним из эффективных способов повышения водообеспеченности орошаемых территорий является использование коллекторно-дренажных вод для орошения и промывки. При этом ключевым требованием является соблюдение соотношения минерализации воды и почвенного раствора: минерализация используемых коллекторно-дренажных вод должна быть ниже минерализации почвенного раствора. Контроль минерализации почвенного раствора ($S_{пр}$) и её сравнение с минерализацией возвратных вод ($S_{ор}$) позволяет предотвратить процессы засоления корнеобитаемой зоны, так как при $S_{пр} > S_{ор}$ наблюдается накопление солей в почве. Следовательно, соблюдение условия $S_{пр} > S_{ор}$ является одним из основных требований при использовании подземных и дренажных вод для орошения и промывки.

Благодарность. Авторы благодарят анонимного рецензента за полезные замечания и редактора журнала "Исследования, результаты" за организацию, анализ, редактирование.

Список литературных источников

[1] Сводные мелиоративные отчеты Мактааральского отдела мониторинга орошаемых земель за 2000-2022 гг. : сводные отчеты / РГУ «ЮК ГГМЭ» МСХ РК. – Шымкент, 2022. – С. 56 – № 14227.

[2] Анзельм, К. А. Использование коллекторно-дренажных вод на орошаемых землях южного Казахстана как резерв повышения водообеспеченности / К. А. Анзельм, М. Ю. Эсанбеков. // Водное хозяйство Казахстана. – 2019. – № 1. – С. 48-53. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000315473000004>

[3] Султанбекова, П., Дуанбекова, А., Капар, Ш., Рыскулбекова, Л., Жанымхан, Қ., & Жакупова, Ж. (2025). ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ МИРЗАЧУЛЬСКОГО ОРОШАЕМОГО МАССИВА. *Izdenister Natigeler*, (2 (106), 452–463. <https://doi.org/10.37884/2-2025/45>

[4] Alvaro-Francisco, Morote. Critical review of desalination in Spain: a resource for the future / Antonio-Manuel Rico, Enrique Molto. – Direct text. // *Geographical Research*. – 2017. – № 4. – P. 412-423. <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12232>

- [5] Esam, Helal. A comprehensive management model to maximize the benefits of agriculture drainage water reuse / Helal Esam, Mohamed Shaban, Ehab Abd El-Karim, Ashraf Ellayen. – Direct text. // *Water Environment Research*. – 2021. – № 9. – P. 1722-1733. <https://doi.org/10.1002/wer.1559>
- [6] Найденов В.И., Швейкина В.И. Нелинейные модели колебания речного стока // *Вод. ресурсы*. – 2002. – Т. 29, № 1. – С. 62-68.
- [7] Bepalov, N. F. Dostupnaya mineralizaciya polivnoj vody dlya orosheniya hlopchatnika v staroj zone osvoeniya Golodnoj stepi / N. F. Bepalov, A. V. SHuravilin, V. P. Afanas'ev. – *Melioraciya i oroshenie hlopchatnika : trudy Soyuz NICKHI*, выпуск 38. – Tashkent, 2017. – S. 21-26. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000274758000010>
- [8] Дуанбекова А.Е., Султанбекова П.С., Бектасов Б., Эсанбеков М.Ю., Саркынов Е.С. Альтернативные источники оросительной воды как резерв повышения водообеспеченности орошаемых земель в условиях маловодья на юге Казахстана // *Научно-практический журнал Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана*. № 4-2 (73) 2023
- [9] Султанбекова, П. С. Оценка почвенно-мелиоративного состояния орошаемых земель Туркестанской области в зависимости от гидрохимических режимов коллекторно-дренажных вод / П. С. Султанбекова, А. Е. Дуанбекова. Перспективные направления инновационного развития и подготовки кадров : материалы междунар. науч.-практ. конф. Том1. Брест 2022. – С. 18-19. <https://rep.bstu.by/handle/data/16841>
- [10] Aigul, A. Assessment of the Current Soil-Reclamation State of the Soils of Myrzashol in the Kazakhstan Part (The Hungry Steppe) / A.Aigul, A.Tokbergenova, B.Kanat, A. Zulpukharov, M. Damira, M. Kaliyeva, Y. Meirzhan, A. Essanbekov. – Direct text. // *Polish Journal of Environmental Studies*. – 2023. – № 1. – P. 789-805. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000343392300007>
- [11] Султанбекова П. Түркістан облысы суармалы жерлерінің мелиорациялық жай күйін бағалау және суармалы алқаптар қолайсыздығы себептерін талдау // *Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің хабаршысы*. – 2021. – №1 (56). – В. 61-69. https://vestnik.korkyt.kz/journals/kharbarchi_56.pdf
- [12] Haijun, Yan. Development in sprinkler irrigation technology in China / Yan Haijun, Lu Junsheng, Lihui Ma, Tiantian Hu, Chenming Geng, Shicheng Yan. – Direct text. // *Irrigation and Drainage*. – 2020. – № 2. – P. 75-87. <https://doi.org/10.1002/ird.2435>
- [13] Сводные отчеты и кадастры о мелиоративном состоянии орошаемых земель Туркестанской области за период 1990-2021гг. : сводные отчеты / РГУ «ЮК ГГМЭ» МСХ РК. – Шымкент, 1995-2022. – С. 187 – №01.2006. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000286301600011>
- [14] Мұстафаев Ж. С., Рябцев А. Д., Сағаев Ә. Ә., Қозыкеева Ә. Т., Қалманова Г. Қ. Суландыру жүйесін пайдалану. – Тараз, 2007. – 321 б.
- [15] Water pollution from agriculture: a global review. Javier Mateo-Sagasta (IWMI) // Sara Marjani Zadeh (FAO) and Hugh Turrall with contributions from Jacob Burke (formerly FAO) Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations. - Rome. - FAO and IWMI, 2017. – 35 p. <http://www.fao.org/3/a-i7754e.pdf>
- [16] Duanbekova A. E., Sultanbekova P. S., Sarkynov Ye., Zhakupova Zh. Z. Environmental aspects of the use of collector and drainage waters for irrigation of crops under low-water conditions / *Geography and water resources* 2024 №4 | Journal article <https://doi.org/10.55764/2957-9856/2024-4-34-43.37>

References

- [1] Svodnye meliorativnye otchety Maktaaral'skogo otdela monitoringa oroshaemyh zemel' za 2000-2022 gg. : svodnye otchety / RGU «YUK GGME» MSKH RK. – SHymkent, 2022. – S. 56 – № 14227. [in Russian]

- [2] Anzel'm, K. A. Ispol'zovanie kollektorno-drenaznyh vod na oroshaemyh zemlyah yuzhnogo Kazahstana kak rezerv povysheniya vodoobespechennosti / K. A. Anzel'm, M. YU. Esanbekov. // Vodnoe hozyajstvo Kazahstana. – 2019. – № 1. – S. 48-53. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000315473000004> [in Russian]
- [3] Sultanbekova , P., Duanbekova , A., Kapar , Sh., Ryskulbekova , L., Zhanyman , K., & Zhakupova, Zh. (2025). ISPOLZOVANIYa KOLLEKTORNO-DRENAZhNYH VOD DLYa POVYShENIYa VODOOBESPEChENNOSTI MIRZACHULSKOGO OROShAEMOGO MASSIVA. Izdenister Natigeler, (2 (106), 452–463. <https://doi.org/10.37884/2-2025/45> [in Russian]
- [4] Alvaro-Francisco, Morote. Critical review of desalination in Spain: a resource for the future/ Antonio-Manuel Rico, Enrique Molto. – Direct text. // Geographical Research. – 2017. – № 4. – P. 412-423. <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12232> [in English]
- [5] Esam, Helal. A comprehensive management model to maximize the benefits of agriculture drainage water reuse / Helal Esam, Mohamed Shaban, Ehab Abd El-Karim, Ashraf Ellayen. – Direct text. // Water Environment Research. – 2021. – № 9. – R. 1722-1733. <https://doi.org/10.1002/wer.1559> [in English]
- [6] Najdenov V.I., Shvejkina V.I. Nelinejnye modeli kolebaniya rechnogo stoka // Vod. resursy. - 2002. - T. 29, № 1. - S. 62-68. [in Russian]
- [7] Bepalov, N. F. Dostupnaya mineralizaciya polivnoj vody dlya orosheniya hlochatnika v staroj zone osvoeniya Golodnoj stepi / N. F. Bepalov, A. V. SHuravilin, V. P. Afanas'ev. Melioraciya i oroshenie hlochatnika : trudy Soyuz NICKHI, vypusk 38. – Tashkent, 2017. – S. 21-26. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000274758000010> [in Russian]
- [8] Duanbekova A.E., Sultanbekova P.S., Bektasov B., Esanbekov M.Yu, Sarkynov E.S. Alternativnye istochniki orositelnoj vody kak rezerv povysheniya vodoobespechennosti oroshaemyh zemel v usloviyah malovodya na yuge Kazahstana // Nauchno-prakticheskij zhurnal Zapadno-Kazahstanskogo agrarno-tehnicheskogo universiteta imeni Zhangir hana. № 4-2 (73) 2023 [in Russian]
- [9] Sultanbekova, P. S. Ocenka pochvenno-meliorativnogo sostoyaniya oroshaemyh zemel' Turkestanskoy oblasti v zavisimosti ot gidrohimicheskikh rezhimov kollektorno-drenaznyh vod / P. S. Sultanbekova, A. E. Duanbekova. // Perspektivnye napravleniya innovacionnogo razvitiya i podgotovki kadrov : materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Tom1. Brest 2022. – S. 18-19. <https://rep.bstu.by/handle/data%20/16841> [in Russian]
- [10] Aigul, A. Assessment of the Current Soil-Reclamation State of the Soils of Myrzashol in the Kazakhstan Part (The Hungry Steppe) / A. Aigul, A. Tokbergenova, B. Kanat, A. Zulpkharov, M. Damira, M. Kaliyeva, Y. Meirzhan, A. Essanbekov. – Direct text. // Polish Journal of Environmental Studies. – 2023. – № 1. – R. 789-805. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000343392300007> [in English]
- [11] Sultanbekova P. Tүrkistan oblysy suarmaly zherleriniң melioraciyalық zhaj kыjin baғalau zhәne suarmaly alqaptar қolajsyzdyғы sebepterin taldau // Қorkyt Ata atyndағы Kyzylorda universitetiniң habarshysy. – 2021. – №1 (56). – B. 61-69. https://vestnik.korkyt.kz/journals/kharbarchi_56.pdf [in Kazakh]
- [12] Haijun, Yan. Development in sprinkler irrigation technology in China / Yan Haijun, Lu Junsheng, Lihui Ma, Tiantian Hu, Chenming Geng, Shicheng Yan. – Direct text. // Irrigation and Drainage. – 2020. – № 2. – P. 75-87. <https://doi.org/10.1002/ird.2435> [in English]
- [13] Svodnye otchety i kadastry o meliorativnom sostoyanii oroshaemyh zemel' Turkestanskoy oblasti za period 1990-2021gg. : svodnye otchety / RGU «YUK GGME» MSKH RK. – SHymkent, 1995-2022. – S. 187 – № 01.2006. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000286301600011> [in Russian]
- [14] Mustafaev J. S., Ryabtsev A. D., Sagaev A. A., Kozykeeva A. T., Kalmanova G. K. Use of irrigation system. Taraz, 2007. 321 p. [in English]
- [15] Water pollution from agriculture: a global review. Javier Mateo-Sagasta (IWMI) // Sara Marjani Zadeh (FAO) and Hugh Turrall with contributions from Jacob Burke (formerly FAO)

Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations. - Rome. - FAO and IWMI, 2017. – 35 p. <http://www.fao.org/3/a-i7754e.pdf> [in English]

[16] Duanbekova A. E., Sultanbekova P. S., Sarkynov Ye., Zhakupova Zh. Z. Environmental aspects of the use of collector and drainage waters for irrigation of crops under low-water conditions /Geography and water resources 2024 №4 | Journal article <https://doi.org/10.55764/2957-9856/2024-4-34-43.37> [in English]

*P.S.Sultanbekova¹, A.E.Duanbekova¹, Zh.Zhakupova²,
G.R.Nurmasheva¹, M.E.Urazbekova¹, L.M.Ryskulbekova²*

¹South Kazakhstan University. M.Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan,
parida.sultanbekova@mail.ru, aiga78@inbox.ru, gnr70@inbox.ru, uraz_maira@mail.ru,

²Kazakh National Agrarian research University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
zhakupova.zhanar@kaznaru.edu.kz, ryskulbekova.laura@kaznaru.edu.kz

ECOLOGICAL AND RECLAMATION ASSESSMENT OF COLLECTOR AND DRAINAGE WATERS FOR THE PURPOSE OF RATIONAL USE IN IRRIGATION SYSTEMS

Abstract

In conditions of increasing shortage of fresh water resources, there is increasing interest in the irrigation quality of collector and drainage waters. The suitability of water for irrigation depends on many factors: mineralization and chemical composition of irrigation water, water permeability of soils and underlying rocks, depth of occurrence and mineralization of groundwater, climate, salt tolerance of cultivated crops. The method of disposal of collector and drainage waters largely depends on the volume of fresh water resources.

A significant amount of collector and drainage water discharged into water sources and the natural lowering of the terrain outside the irrigated areas leads to contamination of water sources with herbicides, pesticides and other agricultural waste. In addition, the discharge of drainage and collector-drainage waters into natural depressions causes a rise in the groundwater level and a deterioration in the reclamation condition of adjacent irrigated lands. In this regard, the scientifically based organization of the reuse of drainage waters at educational sites is of no small importance.

According to hydrological observations at the discharge system monitoring stations in the Turkestan region, the total volume of collector-drainage water from the irrigated areas of the region amounted to 597.8 million m³ in 2022, of which the Myrzachul massif (Maktaaral and Zhetysai districts) accounted for 278.8 million m³, representing about 47% of the total runoff in the region.

The Mirzachul irrigation massif includes the irrigated lands of the Maktaaral and Zhetysai districts of the Turkestan region. According to natural and climatic conditions, it belongs to the semi-desert zone, which is characterized by low precipitation and uneven distribution by seasons, low winter and high summer air temperatures. The climate of the territory is characterized as sharply continental, extremely arid and with a very large amount of solar heat.

In this regard, the assessment of the dynamics of the irrigation quality of irrigation water from the collector and drainage waters of the drainage reservoirs in the irrigation system is justified by the sustainability of their environmental safety.

Key words: water availability, collector and drainage waters, salinization, water scarcity, reclamation status, irrigation.

*П.С.Султанбекова¹, А.Е.Дуанбекова¹, Ж.З. Жакупова²,
Г.Р.Нурмашева¹, М.Е.Уразбекова¹, Л.М.Рыскулбекова²*

¹М.Әуезов атындағы Оңтүстік-Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан Республикасы, parida.sultanbekova@mail.ru, aiga78@inbox.ru, gnr70@inbox.ru,
uraz_maira@mail.ru

²Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
zhakupova.zhanar@kaznaru.edu.kz, ryskulbekova.laura@kaznaru.edu.kz

ИРРИГАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕ КОЛЛЕКТОРЛЫҚ-ДРЕНАЖДЫҚ СУЛАРДЫ ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУ МАҚСАТЫНДА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-МЕЛИОРАЦИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Тұщы су ресурстарының жетіспеушілігі артып келе жатқан жағдайда, суаруда қолданылатын коллекторлық-дренаждық сулардың (КДС) сапасы қызығушылық тудыруда. Суару суының жарамдылығы бірнеше факторларға тәуелді: суғару суының құрамының минералдану деңгейі мен химиялық құрамына, топырақ пен астындағы қабаттардың су өткізгіштігіне, жер асты суларының жату тереңдігіне және минералдану деңгейіне, климатқа, өсірілетін дақылдардың тұзға төзімділігіне. Коллекторлық-дренаждық суларды пайдалану әдісі көбінесе тұщы су ресурстарының көлеміне байланысты болады.

Суармалы алқаптардан тыс орналасқан су көздеріне және жер бедерінің табиғи ойыстарына жіберілетін коллекторлық-дренаждық сулардың едәуір көлемі, су көздерінің гербицидтермен, пестицидтермен және егіншілік қалдықтарымен ластануына әкеледі. Сонымен қатар, дренаждық және коллекторлық-дренаждық сулардың табиғи ойыстарға ағызылуы жер асты сулары деңгейінің көтерілуіне және оған іргелес жатқан суармалы жерлердің мелиорациялық жағдайының нашарлауына себеп болады. Осыған байланысты дренаждық суларды пайда болған орындарда қайталама пайдалануды ғылыми негізде ұйымдастыру маңызды рөл атқарады.

2022 жылы Түркістан облысының су ағызу жүйелерінде орналасқан гидробекеттерде жүргізілген гидрологиялық бақылау нәтижелері бойынша облыстың суармалы алқаптарынан ағызылған коллекторлық-дренаждық суларының жалпы көлемі 597,8 млн м³-ті құрады. Соның ішінде Мырзашөл суармалы массиві (Мақтаарал және Жетісай аудандары) бойынша бұл көлем 278,8 млн м³ немесе облыс бойынша жалпы коллекторлық дренаждық ағынның шамасы 47%-ды құрайды.

Мырзашөл суармалы массивіне Түркістан облысының Мақтаарал және Жетісай аудандарының суармалы жерлері кіреді. Табиғи-климаттық жағдайларына қарай бұл аумақ шөлейт аймаққа жатады. Ол атмосфералық жауын-шашынның аз мөлшерімен және олардың маусымдар бойынша біркелкі бөлінбеуімен, қыстағы төмен және жаздағы өте жоғары ауа температураларымен сипатталады. Аумақтың климаты – күрт континенттік, аса құрғақ және күн жылуының жоғары мөлшерімен ерекшеленеді [3].

Осыған байланысты, суару жүйесінде коллекторлық-дренаждық суларды пайдаланудың экологиялық қауіпсіздігін ескере отырып, суару сапасының (ирригациялық сапасының) динамикасын бағалау – ғылыми тұрғыдан негізделген маңызды міндет болып табылады.

Кілт сөздер: су ресурстарымен қамтамасыз етілуі, суармалы жерлер, коллекторлық-дренаждық сулар, тұздану, су тапшылығы, мелиорациялық жағдай, ирригация.

Вклад авторов: Концептуализация Султанбекова Парида Сынабаевна; Курирование данных Султанбекова Парида Сынабаевна; Формальный анализ Жакупова Жанар Зиядовна; Приобретение финансирования Жакупова Жанар Зиядовна; Расследование Дуанбекова Айгуль Еркинбаевна; Методология Дуанбекова Айгуль Еркинбаевна; Администрирование проекта Султанбекова Парида Сынабаевна; Ресурсы Нурмашева Гулназ Рахымжановна; Программное обеспечение Нурмашева Гулназ Рахымжановна; Надзор Рыскулбекова Лаура Молдахановна; Проверка Рыскулбекова Лаура Молдахановна; Визуализация Уразбекова Майра Егизбаевна; Роли/Письмо – первоначальный проект Уразбекова Майра Егизбаевна; Написание – обзор и редактирование Рыскулбекова Лаура Молдахановна.