

² National Research University «Tashkent Institute of Agricultural Engineers, Irrigation and Reclamation», Tashkent, Republic of Uzbekistan, mabdugodirova78@mail.ru

THE EFFECT OF WASTEWATER ON GROUNDWATER AND ON THE COMPOSITION OF FORAGE CROPS

Abstract

This article presents the hydrogeological and reclamation conditions of the Tasbuget modular biological treatment plant in the city of Kyzylorda (coordinates 44.773133, 65.565948), as well as the impact of wastewater on forage crops and groundwater, as well as research work carried out.

The Republic of Kazakhstan is one of the countries with a shortage of water resources. About 65-70% of water resources are formed outside the country. According to projected studies, by 2030, the volume of water resources in the country may decrease by 15%, which may become a threat to national security. Many countries around the world are facing chronic water shortages due to climate change, inefficient water management, and outdated irrigation technologies in agriculture. Due to these negative factors, the possibilities of reuse of water resources are being considered, including the safe disposal of wastewater for irrigation of tree plantations and forage crops.

Using the example of the city of Kyzylorda, the continuous discharge of wastewater into a pond with an area of 55 hectares, an average of 6400 m³ per day, and the lack of modern wastewater treatment technologies lead to a deterioration of the environmental situation in the city of Kyzylorda. The scientific works of international and domestic researchers note that the most promising area of wastewater reuse is irrigation of forage crops and tree plantations, and today applied research is being carried out in this area in the conditions of the city of Kyzylorda.

In the CIS countries, more than 400,000 hectares of land are irrigated using wastewater. Irrigated areas are located in such cities and regions as Volzhsk, Krivoy Rog, Kharkov, Odessa, St. Petersburg, Moscow, Rostov region, Kiev, Donetsk, Baku, Ashgabat, Yevpatoria, Zhadanov, Omsk and Tashkent. The expansion of wastewater use for irrigation of tree stands and forage crops in Kazakhstan is of great importance. This article is devoted to scientific research conducted within the framework of the BR21882415 project «Development of a technology for safe wastewater disposal for irrigation of forage crops and tree plantations in conditions of water scarcity in the Kyzylorda region», which is being conducted in the city of Kyzylorda, in the village of Tasbuget.

Keywords. Wastewater, forage crops, agriculture, water scarcity, hydrogeological and meliorative conditions, irrigated agriculture, groundwater.

МРНТИ 631.445.56:631

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2025/45>

*П.С.Султанбекова¹, А.Е.Дуанбекова¹, Ш.К.Капар²,
Л.М.Рыскулбекова³, К.Жанымхан², Ж.З.Жakupова²*

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

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан, kapar.sh@kaznaru.edu.kz, kurmanbek.zhanymkhan@kaznaru.edu.kz,
zhakupova.zhanar@kaznaru.edu.kz

³Казахский национальный университет им.Аль-Фараби, Алматы, Казахстан,
Ryskulbekova.Laura@kaznu.kz

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ МИРЗАЧУЛЬСКОГО ОРОШАЕМОГО МАССИВА

Аннотация

Основным потребителем водных ресурсов во всех странах является сельское хозяйство, в частности орошаемое земледелие. Научно-исследовательское сообщество мира уже многие

десятилетия занимаются разработкой и обоснованием водосберегающих способов и технологий поливов сельскохозяйственных культур, благодаря которым достигнуты определенные успехи по снижению уровня водного стресса в маловодные и засушливые годы, по сохранению почв от ирригационной эрозии, засоления, заболачивания и улучшению их водно-физических и агрохимических свойств почв. Кроме того, имеются многочисленные исследования по использованию в орошаемом земледелии нетрадиционных водных источников, таких как повторное использование коллекторно-дренажных минерализованных вод и рациональное управление ими, опреснение сточных сбросных или морских сильноминерализованных вод для орошения сельскохозяйственных культур в условиях глобального дефицита пресной воды.

Поэтому, все с большей остротой встает вопрос об изыскании и использовании новых дополнительных альтернативных водных источников. Такими источниками могут быть неиспользуемые в огромном объеме слабо минерализованные грунтовые воды и сбрасываемые с полей орошения коллекторно-дренажные воды. Например, по результатам гидрологических наблюдений на гидропостах расположенных в сбросных системах Туркестанской области в 2022 году суммарный объем коллекторно-дренажных вод по орошаемым массивам области составил 597,8 млн.м³, в том числе на нашем объекте исследований в Мырзачульском массиве орошения (Мактааральский и Жетысайские районы) 278,8 млн.м³ или около 47% от общего стока по области.

В целом возрастающий дефицит оросительной воды на землях Туркестанской области приводит к поиску и внедрению водосберегающих технологий особенно, в Мирзачульском массиве орошения, где основными проблемами являются – недостаточная водообеспеченность и засоление земель. Ежегодный дефицит воды составляет в объеме от 260,0 до 300 млн.м³. Повышение водообеспеченности орошаемых земель данного массива можно решить за счет повторного использования дренажных вод откачиваемых скважинами вертикального дренажа с целью понижения уровня грунтовых вод.

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

Введение

По данным сводного аналитического отчета о состоянии и использовании земель за 2019 год Комитета по управлению земельными ресурсами Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, с 1991 года площадь орошаемых земель в Республике Казахстан уменьшилась на 154,9 тыс. га и при этом практически по всем областям произошло снижение площадей орошаемых земель за исключением Туркестанской области, где отмечен рост орошаемых земель на 52,7 тыс.га [1].

Исходя из этих статистических фактов, необходимо в первую очередь делать упор на южные области страны, где почвенно-климатические условия вполне соответствуют для выращивания теплолюбивых (овощных, кормовых и фруктовых) сельскохозяйственных культур. Однако, как известно именно на юге Казахстана остро испытывается дефицит водных ресурсов, которые поступают из сопредельных стран.

По этой причине в своем Послании народу Казахстана от 1 сентября 2023 года Президент страны К.К.Токаев озвучил о необходимости создания Министерства водных ресурсов и ирригации, главным приоритетом которого несомненно будет ведение государственной стратегии по развитию системы управления водными ресурсами страны, в том числе внедрение во всех отраслях экономики водосберегающих способов и технологий [2].

Как известно, основным потребителем водных ресурсов как и во всех странах является сельское хозяйство, в частности орошаемое земледелие. Научно-исследовательское сообщество мира уже многие десятилетия занимаются разработкой и обоснованием водосберегающих способов и технологий поливов сельскохозяйственных культур таких как – системы капельного орошения, дождевальные машины, полив по мульчированным бороздам т.д., благодаря которым достигнуты определенные успехи не только по снижению уровня

водного стресса в маловодные и засушливые годы, но и по сохранению почв от ирригационной эрозии, засоления, заболачивания, а также улучшению их водно-физических и агрохимических свойств почв.

Кроме того, имеются многочисленные исследования по использованию в орошаемом земледелии нетрадиционных водных источников, таких как повторное использование коллекторно-дренажных минерализованных вод и рациональное управление ими, опреснение сточных сбросных или морских сильноминерализованных вод для орошения сельскохозяйственных культур в условиях глобального дефицита пресной воды. Однако, до сих пор масштабы использования их в орошаемом земледелии Казахстана по-прежнему невелики, особенно в аридных зонах юга страны с высоким уровнем дефицита воды и отсутствием внутренних локальных возобновляемых источников водных ресурсов. Особенно в условиях Мирзачульского массива орошения Туркестанской области, где поливные земли расположены в бассейнах трансграничных рек и водообеспеченность в последние годы достигает критического уровня. Тогда как на этих массивах орошения значительные объемы коллекторно-сбросных и сточных вод, сбрасываются за их пределы и тем самым загрязняет окружающую среду. Данный очевидный факт и является основной предпосылкой к выбору этого массива орошения [1-5].

Материалы и методы исследования

Проведение классических полевых исследований по определению влияния орошения минерализованной коллекторно-дренажной водой на агрохимические, водно-физические свойства почв, на режим грунтовых вод и их минерализации, а также на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур.

Климатические ресурсы являются одним из основных природных факторов, определяющие условие развития орошаемого земледелия в сельском хозяйстве, которое требует рационального размещения по массивам орошения, на основе тщательного учета агроклиматических ресурсов. Учет агроклиматических условий позволяет определить соответствие климата конкретной территории к требованиям видов возделываемых тех или иных сельскохозяйственных культур [6].

Рельеф Туркестанской области в основном равнинный. На севере расположены юго-запад пустыни тасты-сазды Бетпакадала, впадина Ащыкуль, Тогызкентау, нижнее течение реки Чу и западная часть песчаной долины Мойынкум. Центральная часть области разделена хребтом Каратау с северо-запада на юго-восток. Его самая высокая точка - гора Бессаз (2176 м). На юго-востоке Каратау расположен хребет Боралдай (1400 – 1600 м). Юго-восток территории области охватывает хребты Западного Тянь-Шаня (Угамский хребет), Каржантау (2800-2900 м), гора Казыгурт (1700 м), западные отроги Таласского Алатау – горы Малый Аксу (2577 м), Алатау (3137 м). Самая высокая точка области-пик Сайрам (4299 м). На юго-западе находятся пески Кызылкум, горы Каракатау (388 м), на юге-степи Шардары, пески Ызакудык, хребты Каунбай молда (321 м), Белтау (592 м), на юге- Мирзачульский [7].

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 [8].

Территория Мирзачульского массива орошения характеризуется от светлых сероземов до лугово-сероземных [9]. 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 [9-13].

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 [14].

В частности, при проведении почвенно-солевой съемки по принятой методике устанавливается степень и тип химизма засоления орошаемых почв, пространственное распространение засоленных земель, а также выявляются причины развития процессов соленакопления, взаимосвязь засоления почв с водохозяйственными условиями и режимом грунтовых вод [15-16].

Состав и объем работ при почвенно-солевой съемке орошаемых земель на 1000 гектар, а также масштаб и периодичность зависят от сложности природных и ирригационно-хозяйственных условий, степени засоления почв и грунтов зоны аэрации. На орошаемых землях проводится не реже, чем раз в 5 лет и включает в себя три периода - подготовительный, полевой и камеральный.

Результаты и обсуждение

Климат территории характеризуется как резко континентальный, крайне засушливый и с очень большим количеством солнечного тепла.

Здесь зима относительно холодная и непродолжительная по сравнению с другими временами года, отличается большой облачностью. Средняя температура воздуха за зимний период составляет $0,8^{\circ}\text{C}$ и в течение года изменяется от 30 до $+40^{\circ}\text{C}$. Период со среднесуточной температурой ниже нуля градусов равен 45-65 дням. Максимальная глубина промерзания почв колеблется по годам от 20 до 60 см. Снежный покров высотой 10-15 см очень неустойчив и удерживается в течение 30-45 дней. За зимний период выпадает 95 мм осадков, что составляет 37% среднегодовых и в это время относительная влажность воздуха равна 84%.

Весна обычно теплая, непродолжительная и сравнительно влажная. Наибольшее количество атмосферных осадков (41,4%) приходится на весенние месяцы. Средняя температура воздуха за весенний период составляет 14°C . Относительная влажность воздуха 60%.

Лето сухое и жаркое, с устойчивой температурой $25,1^{\circ}\text{C}$. Количество атмосферных осадков колеблется от 0 до 53 мм, а в среднем 10 мм, что не превышает 5% годового количества. Вероятность лет без осадков – 30%. Влажность воздуха составляет 30-50%. Среднегодовая температура воздуха $12,8^{\circ}\text{C}$. Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°C равна 4274.

Осень поздняя, с резким уменьшением температур в ноябре месяце.

Продолжительность вегетационного периода основной возделываемой сельскохозяйственной культуры хлопчатника равна около 170 дням с суммой среднесуточных температур 3850°C .

Среднемноголетняя сумма эффективных температур за период посева до первых осенних заморозков 2170°C , то есть данная территория обладает достаточными новыми ресурсами для возделывания раннеспелого и среднеспелого хлопчатника. Но из-за большой сухости воздуха и незначительного количества осадков в летний период получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур возможно только на базе орошения.

На территории Туркестанской области действуют порядка 12 метеорологических станции РГП «Казгидромет». Для характеристики климатических условий исследуемой территории были использованы метеорологической станции «Жетысай», имеющий непрерывный многолетний ряд наблюдений. Метеорологические условия за исследовательский период 2021-2023 гг. приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Средняя температура воздуха за 2021-2023 гг., °C

Годы	Месяцы												Средне- годовая
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2021	0,6	7,3	9,6	16,4	24,5	28,5	29,9	27,3	21,7	11,3	5,4	5,0	15,6
2022	4,0	6,2	9,0	20,4	22,4	28,0	29,0	25,5	22,4	18,4	6,3	5,6	16,4
2023	0,5	2,2	5,5	18,6	20,1	25,7	30,1	29,2	21,2	16,6	6,9	0,6	14,7
Средне- много- летнее	0,1	4,2	11,6	16,5	22,6	27	28,9	26,1	19,4	12,1	3,6	0,6	14,4

Как видно, в период посевного периода средняя температура воздуха за май месяц составлял по годам исследований 24,5, 22,4 и 20,1 °C соответственно, где средняя температура воздуха в 2023 году была ниже среднемноголетней на 2,5 °C и тем самым отрицательно повлияли на проведение посевов сельскохозяйственных культур в оптимальные сроки.

В целом среднегодовая температура воздуха по годам исследований варьировалась от 14,7 до 15,6 °C, тогда как этот показатель за среднемноголетний период не превышает 14,4 °C.

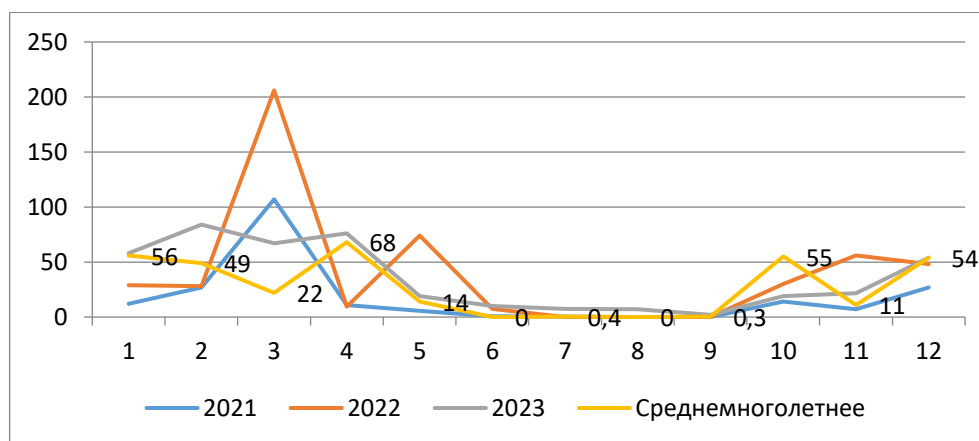
Максимальная среднемесячная температура воздуха во все года исследований достигало в июле, а минимальная - в январе, где средняя температура воздуха в 2023 году опускалась до 0,5 °C.

Таблица 2 - Количество выпавших осадков, мм

Годы	Месяцы												Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2021	12	27	107	11	5,7	0,7	0,4	0	0	14	7,1	27	211,9
2022	29	28	206	9,5	74	7,3	0	0	0	30	56	48	487,8
2023	58	84	67	76	19	10	7,3	7	2	19	21,6	54	424,9
Средне- много- летнее	56	49	22	68	14	0	0,4	0	0,3	55	11	54	329,7

Годовое количество осадков по годам исследований варьируется от 211,9 до 487,8. Осадки в виде дождя выпадают в основном в весенний период, в отдельные годы – в мае. В 2022 году количество выпавших осадков превысило среднемноголетние – 487,8 против 211,9 мм, а 2021 год был засушливым, где количество осадков было в 1,5 раза меньше среднемноголетних (рис. 1).

Влажность воздуха также влияет на процесс роста и развития лесных насаждений. Низкая влажность воздуха в период вегетации, означающая сухость воздуха вызывает интенсивное испарение и отрицательно влияет на растение [15].


Рисунок 1 – Динамика выпавших осадков за 2021-2023 годы исследований, мм

Относительная влажность воздуха от 83% зимой снижается до 35% летом, среднегодовая относительная влажность воздуха составляет 58%. Ветровая деятельность выражена слабо, среднегодовая скорость ветра 1,9 м/сек. Преобладают ветры северо-восточного и северного направления. Немаловажным фактором климата в зоне орошения является величина испаряемости, которая составляет 1300-1500мм в год, что в 5-6 раз превышает количество осадков. Учитывая разницу между величиной осадков и величиной испарения, исследуемый массив орошений относится к аридной зоне. Высокая испаряемость при незначительных осадках определяет выпотной тип водного режима. В условиях гидроморфного режима почвообразования и высокоминерализованных грунтовых вод выпотной тип водного режима усиливает отрицательные процессы в почвообразовании, главным образом засоляя верхние горизонты почв легкорастворимыми солями [16-17].

В целом анализ данных погодных условий массива орошения в годы проведения полевых исследований были оптимальными для роста и развития возделываемых в данном регионе сельскохозяйственных культур.

С целью выявления динамики изменения площади орошаемых земель с различной степенью засоления по архивным материалам подготовлен следующий анализ, приведенный в таблице 3, по которым видно что с 1995 года по 2020 год четко отмечается увеличение площадей со средней степенью засоления в 2 раза, сильной и очень сильной степенью засоления в 3 раза. Причем, это происходит на фоне уменьшения не только слабозасоленных, но и незасоленных земель.

В частности, в Мактааральском районе, где нами проводятся научно-исследовательские работы площади засоленных земель составляет порядка 37,2 тыс.га, из которых 21,3 тыс.га по степени засоления средnezасоленные и сильнозасоленные почвы.

Таблица 3 - Динамика изменения площади орошаемых земель Туркестанской области с различной степенью засоления за период 1995-2020 годы

Наименование районов	Наличие орошаемых земель, тыс.га (на 01.11.2020 г.)									
	Всего	в том числе с различной степенью засоления почв								
		1995г.			2005г.			2020г.		
		СЛЗ	СЗ	СОЗ	СЛЗ	СЗ	СОЗ	СЛЗ	СЗ	СОЗ
г.Арысь	28,8	4,9	0,8	0,8	4,8	1,6	1,9	3,9	2,3	2,8
Байдибекский	14,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Казыгуртский	14,8	0,6	-	-	-	-	-	1,4	-	-
Мактааральский и Жетысайский	146,5	52,9	22,5	6,1	54,9	34,1	4,1	31,3	40,0	16,9
Ордабасинский	39,4	4,9	0,3	0,1	4,9	0,3	0,1	2,9	0,7	0,3
Отырарский	48,1	11,7	4,9	3,9	9,9	4,9	5,6	14,3	6,4	7,1
Сайрамский	20,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сарыагашский	27,5	0,7	-	-	-	-	-	2,5	-	-
Келесский	24,1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Сузакский	7,2	0,2	-	0,7	0,3	-	0,7	0,3	-	0,7
Толедийский	16,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сауранский	71,1	4,5	1,3	0,8	4,1	1,2	0,8	3,5	1,1	2,1
Тюлькубасский	21,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Шардаринский	68	9,8	4,5	2,7	21,1	7,5	4,9	16,9	9,3	11,4
г.Шымкент	25,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего	574,4	90,8	34,3	15,1	100,1	49,6	18,1	77,0	60,0	41,3

Примечание: СЛЗ – слабозасоленные; СЗ – средnezасоленные; СОЗ – сильно и очень сильнозасоленные.

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.

По данным агрометрического обследования большинство существующих на сегодняшний день скважины вертикального дренажа простаивают в вегетационный период, а на работающих скважинах коэффициент полезной работы не достигают проектного (0,75-0,85). Горизонтальные дренажи из-за длительной эксплуатации, отсутствия ремонта и обслуживания также на большей площади орошаемых земель неэффективны.

Общая орошаемая площадь Туркестанской области составляет 576,6 тыс.га, количество обслуживающих фермеров в составе СПК, ПК, ТОО – 87374 шт. Ремонтно-восстановительные работы по оросительным и коллекторно-дренажным системам выполняются Туркестанским филиалом РГП «Казводхоз» и районными коммунальными хозяйствами, финансирование которых производится из областного бюджета через Управление сельского хозяйства Акимата Туркестанской области.

Выводы

На сегодняшний день из общей протяженности оросительных систем порядка 9,3 тыс. км или около 78% имеют низкое КПД 0,5-0,6 и тем самым их техническое состояние неудовлетворительное. Очевидно, что при полном и качественном выполнении ремонтно-восстановительных работ будут обеспечены водой все орошаемые земли области, что позволит повысить эффективность орошаемого земледелия в условиях нехватки воды.

Что касается коллекторно-дренажной сети, то их общая протяженность по области составляет 5941 км, в том числе в государственной собственности 2982 км, коммунальной собственности 2955 км и бесхозных 3,3 км.

Из общей протяженности коллекторно-дренажных систем 4,9 тыс. км или около 83% имеют низкое КПР и тем самым их техническое состояние неудовлетворительное. Анализируя эти данные можно сказать, что в настоящее время из-за заиливания сбросных систем и зарастания камыша водопропускная способность снизилась. В связи с этим повышается уровень грунтовых вод на близлежащих орошаемых землях, что может привести к засолению почвы.

Здесь 40-50 лет назад, при освоении орошаемых земель области, с учетом гидрогеологических условий орошаемых земель были созданы скважины вертикального дренажа в общей сложности в количестве 1655 штук, все они находились в государственной собственности. В частности, в результате создания системы скважин вертикального дренажа уровень грунтовых вод и водно-солевой баланс орошаемых земель находился в нормальном состоянии и способствовали полному использованию земель.

Однако с 1990 года состояние водного хозяйства резко изменилось, системы орошения и сброса стали бесхозными, уровень грунтовых вод повысился, что привело к повторному засолению земель. Так, на Мирзачульском массиве засоление земель увеличилось в два раза, площадь орошаемых земель с высоким уровнем грунтовых вод увеличилась в три-четыре раза, а минерализация увеличилась в 1,5-2,0 раза.

В связи с этим, начиная с 2002 года и в настоящее время восстанавливаемые в рамках различных инвестиционных проектов коллекторы всех видов необходимо приобретать в государственную собственность, вести строгий контроль и работать в проектом режиме.

На сегодняшний день, на всех массивах орошения основным способом полива остается бороздковый. В целом возрастающий дефицит оросительной воды на землях Туркестанской области приводит к поиску и внедрению водосберегающих технологий, таких как: капельное, капельно-струйное, полив через борозду, полив по мульчированным бороздам, полив дождеванием, внутрипочвенное орошение или применять альтернативные источники воды (коллекторно-дренажные воды) с целью увеличения водообеспеченности орошаемых земель.

Список литературных источников

[1] Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «Справедливое государство. Единая нация. Благополучное общество» <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-181130>

- [2] Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2019 год http://cawater-info.net/bk/land_law/files/kz-land2019.pdf
- [3] Сводные мелиоративные отчеты Мактааральского отдела мониторинга орошаемых земель за 2000-2022 гг. : сводные отчеты [Текст] / РГУ «ЮК ГТМЭ» МСХ РК. – Шымкент, 2022. – С. 56 – № 14227. непосредственный.
- [4] Анзельм, К. А. Использование коллекторно-дренажных вод на орошаемых землях южного Казахстана как резерв повышения водообеспеченности [Текст] / К. А. Анзельм, М. Ю. Эсанбеков. – Текст : непосредственный // Водное хозяйство Казахстана. – 2019. – № 1. – С. 48-53. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000315473000004>
- [5] Олжабаева, А., Байманов, Ж. ., Умбетова, Ш. ., Шегенбаев, А., & Айбекқызы, А. . (2024). Влияние орошения и удобрений на урожайность риса в условиях Кызылординской области. *Izdenister Natigeler*, (1 (101), 141–153. <https://doi.org/10.37884/1-2024/15>
- [6] Мүсіреп А.П., Баймаханов О.С., Акылбаев К.И., Шегенбаева Р.К. Қазалы суару массивінің топырақ режиміне жер асты суларының әсері / Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің ХАБАРШЫСЫ. Ауыл шаруашылығы ғылымдары сериясы – 2025. – № 1. – С. 18-26 <https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v72.i1.217>
- [7] Esam, Helal. A comprehensive management model to maximize the benefits of agriculture drainage water reuse [Текст] / 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>
- [8] Калиева, М., Джангарашева, Н., Айдарова, А., Жоламанов, К., Серикбаева, Г., & Сагандыкова, Д. (2024). ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ. *Izdenister Natigeler*, (4 (104), 375–389. <https://doi.org/10.37884/4-2024/39>
- [9] Акылбаев К.И., Шомантаев А.А., Далдабаева Г.Т., Буланбаева П.У., Шегенбаев А.Т., Баймаханов О.С. Технология возделывания и режим орошения древесных насаждений сточными водами модульной станции биологической очистки (мсбо) в поселке Тасбогет, г. Кызылорда/ ВЕСТНИК Кызылординского университета имени Коркыт Ата. Серия сельскохозяйственных наук – 2025. – № 1. – С. 198-212 <https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v72.i1.233>
- [10] 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
- [11] Sultanbekova, P. S. Ocenka pochvenno-meliorativnogo sostoyaniya oroshaemyh zemel' Turkestanskoy oblasti v zavisimosti ot gidrohimicheskikh rezhimov kollektorno-drenaznykh vod [Текст] / P. S. Sultanbekova, A. E. Duanbekova. – Текст : neposredstvennyj // Perspektivnye napravleniya innovacionnogo razvitiya i podgotovki kadrov : materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Tom1. Brest 2022. – S. 18-19. <https://rep.bstu.by/handle/data/16841>
- [12] Aigul, A. Assessment of the Current Soil-Reclamation State of the Soils of Myrzashol in the Kazakhstan Part (The Hungry Steppe) [Текст]/ A.Aigul, A.Tokbergenova, B.Kanat, A. Zulpykharov, 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>
- [13] Sultanbekova, P. S. Tүrkistan oblysy suarmaly zherleriniң melioraciyalық zhaj kыjin baralau zhәне suarmaly alqaptar қолajsyzdyғу sebepterin taldau [Текст] / P.S. Sultanbekova. – Текст : neposredstvennyj // Қорқыт Ата атындағы Кызылорда университетінің habarshysy. – 2021. – №1 (56). – B. 61-69. <https://vestnik.korkyt.kz/journals/kharbarchi> 56.pdf.

[14] Haijun, Yan. Development in sprinkler irrigation technology in China [Tekst] / 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>

[15] Усипбаев, Г., Омарбекова, А., Сагандыкова, Д., & Бегазимов, Д. (2024). АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ. *Izdenister Natigeler*, (4 (104), 358–367. <https://doi.org/10.37884/4-2024/37>

[16] Оспанова, А., Озеранская, Н., & Татаринцев, В. (2025). ОХРАНА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НА ОСНОВЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗОНИРОВАНИЯ. *Izdenister Natigeler*, (1 (105), 303–313. <https://doi.org/10.37884/1-2025/34>

[17] Баймаханов, О., Умирзаков, С., Бегалиев, К., Байманов, Ж., Акылбаев, К., Шегенбаев, А., & Мусиреп, А. (2025). ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОРОШЕНИЯ САХАРНОГО СОРГО ЧИСТЫМИ И СТОЧНЫМИ ВОДАМИ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНСКОГО-ПРИАРАЛЬЕ. *Izdenister Natigeler*, (1 (105), 255–268. <https://doi.org/10.37884/1-2025/30>

References

[1] Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazakhstana «Spravedlivoe gosudarstvo. Edinaya natsiya. Blagopoluchnoe obshchestvo» <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-181130>

[2] Svodnyj analiticheskij otchet o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' Respubliki Kazakhstan za 2019 god http://cawater-info.net/bk/land_law/files/kz-land2019.pdf

[3] Svodnye meliorativnye otchety Maktaaral'skogo otdela monitoringa oroshaemykh zemel' za 2000-2022 gg. : svodnye otchety [Tekst] / RGU «YUK GGMEH» MSKH RK. – SHymkent, 2022. – S. 56 – № 14227. neposredstvennyj.

[4] Anzel'm, K. A. Ispol'zovanie kollektorno-drenaznykh vod na oroshaemykh zemlyakh yuzhnogo Kazakhstana kak rezerv povysheniya vodoobespechennosti [Tekst] / K. A. Anzel'm, M. YU. EHsanbekov. – Tekst : neposredstvennyj // Vodnoe khozyajstvo Kazakhstana. – 2019. – № 1. – S. 48-53. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000315473000004>

[5] Olzhabaeva, A., Bajmanov, ZH. ., Umbetova, SH. ., SHegenbaev, A., & Ajbekkyzy, A. . (2024). Vliyanie orosheniya i udobrenij na urozhajnost' risa v usloviyakh Kyzylordinskoj oblasti. *Izdenister Natigeler*, (1 (101), 141–153. <https://doi.org/10.37884/1-2024/15>

[6] Mysirep A.P., Bajmakhanov O.S., Akylbaev K.I., SHegenbaeva R.K. Qazaly suaru massiviniń topyraq rezhimine zher asty sularynyń әseri / Qorkyt Ata atyndary Kyzylorda universitetiniń KHABARSHYSY. Auyl sharuashylyǵy ғылымдары seriyasy – 2025. – № 1. – S. 18-26 <https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v72.i1.217>

[7] Esam, Helal. A comprehensive management model to maximize the benefits of agriculture drainage water reuse [Tekst] / 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>

[8] Kalieva, M., Dzhangarasheva, N., Ajdarova, A., ZHolamanov, K., Serikbaeva, G., & Sagandykova, D. (2024). TEORETICHESKIE I METODOLOGICHESKIE OSNOVY RATSIONAL'NOGO ISPOL'ZOVANIYA ZEMEL' NASELENNYKH PUNKTOV V USLOVIYAKH TSIFROVIZATSII. *Izdenister Natigeler*, (4 (104), 375–389. <https://doi.org/10.37884/4-2024/39>

[9] Akylbaev K.I., SHomantaev A.A., Daldabaeva G.T., Bulanbaeva P.U., SHegenbaev A.T., Bajmakhanov O.S. Tekhnologiya vozdeystviya i rezhim orosheniya drevesnykh nasazhdenij stochnymi vodami modul'noj stantsii biologicheskoy ochistki (msbo) v poselke Tasboget, g. Kyzylorda/ VESTNIK Kyzylordinskogo universiteta imeni Korkyt Ata. Seriya sel'skokhozyajstvennykh nauk – 2025. – № 1. – S. 198-212 <https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v72.i1.233>

[10] Duanbekova A.E., Sultanbekova P.S., Bektasov B., EHsanbekov M.YU, Sarkynov E.S. Al'ternativnye istochniki orositel'noj vody kak rezerv povysheniya vodoobespechennosti

oroshayemykh zemel' v usloviyakh malovod'ya na yuge Kazakhstana // Nauchno-prakticheskij zhurnal Zapadno-Kazakhstanskogo agrarno-tehnicheskogo universiteta imeni ZHanger khana. № 4-2 (73) 2023

[11] Sultanbekova, P. S. Ocenka pochvenno-meliorativnogo sostoyaniya oroshayemykh zemel' Turkestanskoy oblasti v zavisimosti ot gidrohimicheskikh rezhimov kollektorno-drenaznykh vod [Tekst] / P. S. Sultanbekova, A. E. Duanbekova. – Tekst : neposredstvennyj // Perspektivnye napravleniya innovacionnogo razvitiya i podgotovki kadrov : materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Tom1. Brest 2022. – S. 18-19. <https://rep.bstu.by/handle/data/16841>

[12] Aigul, A. Assessment of the Current Soil-Reclamation State of the Soils of Myrzashol in the Kazakhstan Part (The Hungry Steppe) [Tekst]/ A.Aigul, A.Tokbergenova, B.Kanat, A. Zulpykharov, 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>

[13] Sultanbekova, P. S. Tırkistan oblysy suarmaly zherleriniń melioraciyalıq zhaj kyjin baralau zhane suarmaly alqaptar kolajsyzydyry sebepterin taldau [Tekst] / P.S. Sultanbekova. – Tekst : neposredstvennyj // Korkyt Ata atyndary Kyzylorda universitetiniń habarshysy. – 2021. – №1 (56). – B. 61-69. <https://vestnik.korkyt.kz/journals/kharbarchi/56.pdf>.

[14] Haijun, Yan. Development in sprinkler irrigation technology in China [Tekst] / 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>

[15] Usipbaev, G., Omarbekova, A., Sagandykova, D., & Begazimov, D. (2024). ANALIZ FORMIROVANIYA ZEMEL' SEL'SKOKHOZYAJSTVENNOGO NAZNACHENIYA V KAZAKHSTANE. Izdenister Natigeler, (4 (104), 358–367. <https://doi.org/10.37884/4-2024/37>

[16] Ospanova, A., Ozeranskaya, N., & Tatarintsev, V. (2025). OKHRANA SEL'SKOKHOZYAJSTVENNYKH UGODIJ NA OSNOVE AGROEKOLOGICHESKOGO ZONIROVANIYA. Izdenister Natigeler, (1 (105), 303–313. <https://doi.org/10.37884/1-2025/34>

[17] Bajmakhanov, O., Umirzakov, S., Begaliev, K., Bajmanov, ZH., Akyldaev, K., SHegenbaev, A., & Musirep, A. (2025). ISSLEDOVANIE EHFFEKTIVNOJ TEKHOLOGII OROSHENIYA SAKHARNOGO SORGO CHISTYMI I STOCHNYMI VODAMI V RAZLICHNYKH AGROEKOLOGICHESKIKH USLOVIYAKH KAZAKHSTANSKOGO-PRIARAL'E. Izdenister Natigeler, (1 (105), 255–268. <https://doi.org/10.37884/1-2025/30>

**П.С.Султанбекова¹, А.Е.Дуанбекова¹, Ш.К.Капар²,
Л.М.Рыскулбекова³, К.Жанымхан², Ж.З.Жакупова²**

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

²Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан,
kapar.sh@kaznaru.edu.kz, kurmanbek.zhanymkhan@kaznaru.edu.kz,
zhakupova.zhanar@kaznaru.edu.kz

³Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан,
Ryskulbekova.Laura@kaznu.kz

МИРЗАШӨЛ СУАРМАЛЫ АЛҚАБЫНЫҢ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТІЛУІН АРТТЫРУ ҮШІН КОЛЛЕКТОРЛЫҚ-ДРЕНАЖДЫ СУЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ Аңдатпа

Барлық елдердегі су ресурстарының негізгі тұтынушысы ауыл шаруашылығы, атап айтқанда суармалы егіншілік болып табылады. Әлемнің ғылыми - зерттеу қауымдастығы көптеген онжылдықтар бойы, дақылдарды суаруда суды үнемдеу әдістері мен технологияларын әзірлеумен және негіздеумен айналысады, соның арқасында су аз және құрғақ жылдары су жеткіліксіздік деңгейін төмендету, топырақты суару эрозиясынан, тұзданудан, батпақтанудан сақтау және топырақтың су-физикалық және агрохимиялық қасиеттерін жақсарту бойынша белгілі бір жетістіктерге қол жеткізілді. Сонымен қатар, жаһандық тұщы су тапшылығы жағдайында дақылдарды суару үшін коллекторлық-дренажды

минералданған суларды қайта пайдалану және оларды ұтымды басқару, ағынды суларды немесе теңіздегі жоғары минералданған суларды тұщыландыру сияқты дәстүрлі емес су көздерін суармалы егіншілікте пайдалану бойынша көптеген зерттеулер бар.

Сондықтан, жаңа қосымша балама су көздерін табу және пайдалану туралы мәселе барған сайын айқындала түсуде. Мұндай көздер орасан зор көлемде пайдаланылмаған әлсіз минералданған жер асты сулары және суару алқаптарынан ағызылатын коллекторлық-дренажды сулар болуы мүмкін. Мысалы, Түркістан облысының коллекторлық-дренаждық жүйелерінде орналасқан гидрологиялық бақылаулардың нәтижелері бойынша, 2022 жылы облыстың суармалы алқаптары бойынша коллекторлық-дренаждық сулардың жиынтық көлемі 597,8 млн. м³ құрады, оның ішінде біздің зерттеу объектімізде Мырзашөл суару массивінде (Мақтаарал және Жетісай аудандары) 278,8 млн. м³ немесе облыс бойынша ағынды сулардың жалпы көлемінің шамамен 47% - ы.

Жалпы, Түркістан облысының жерлерінде суармалы су тапшылығының артуы, су үнемдеу технологияларын іздеуге және енгізуге әкеледі, әсіресе Мырзашөл суару массивінде, мұнда негізгі мәселелер ол сумен қамтамасыз етілмеуі және жердің тұздануы болып табылады. Жыл сайынғы су тапшылығы 260,0-ден 300 млн.м³-ке дейін құрайды. Осы массивтің суармалы жерлерінің сумен қамтамасыз етілуін арттыру, жер асты суларының деңгейін төмендету мақсатында ұңғымалармен айдалатын тік дренаждық дренаждық суларын қайта пайдалану есебінен шешілуі мүмкін.

Кілт сөздер: суармалы жерлер, сумен қамтамасыз ету, коллекторлық-дренаждық сулар, тұздану, су тапшылығы, мелиоративтік жай-күйі.

**P.S.Sultanbekova¹, A.E.Duanbekova¹, Sh.Kapar²,
L.Ryskulbekova³, K.Zhanymkhan², Zh.Zhakupova²**

¹M. Auyezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan,
parida.sultanbekova@mail.ru, aiga78@inbox.ru

² Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
kapar.sh@kaznaru.edu.kz, kurmanbek.zhanymkhan@kaznaru.edu.kz,
zhakupova.zhanar@kaznaru.edu.kz

³ Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, Ryskulbekova.Laura@kaznu.kz

THE USE OF COLLECTOR AND DRAINAGE WATERS TO INCREASE THE WATER AVAILABILITY OF THE MIRZACHUL IRRIGATED AREA

Abstract

The main consumer of water resources in all countries is agriculture, in particular irrigated agriculture. The scientific and research community of the world has been developing and substantiating water-saving methods and technologies for irrigation of crops for many decades, thanks to which certain successes have been achieved in reducing water stress in low-water and dry years, preserving soils from irrigation erosion, salinization, waterlogging and improving their water-physical and agrochemical properties of soils. In addition, there are numerous studies on the use of non-traditional water sources in irrigated agriculture, such as the reuse and rational management of collector and drainage mineralized waters, desalination of wastewater or marine highly mineralized waters for irrigation of crops in conditions of global freshwater scarcity.

Therefore, the issue of finding and using new additional alternative water sources is becoming increasingly acute. Such sources can be poorly mineralized groundwater that is not used in a huge volume and collector-drainage water discharged from irrigation fields. For example, according to the results of hydrological observations at hydraulic posts located in the discharge systems of the Turkestan region in 2022, the total volume of collector and drainage waters in the irrigated areas of the region amounted to 597.8 million m³, including 278.8 million m³ (47%) of the total runoff at our research facility in the Myrzachul irrigation area.

In general, the increasing shortage of irrigation water in the lands of the Turkestan region leads to the search and implementation of water-saving technologies, especially in the Mirzachul irrigation area, where the main problems are insufficient water supply and salinization of land. The annual water

shortage ranges from 260-300 million m³. Increasing the water availability of irrigated lands in this area can be solved by reusing drainage waters pumped out by vertical drainage wells in order to lower the groundwater level.

Key words: irrigated lands, water supply, collection and drainage waters, salinity, water scarcity, reclamation state.

IRSTI 36.16.43

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2025/46>

A.T. Koishygarin*, M.B. Bakhyt, Zh.K.Mukaliev

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, aibek-11-89@mail.ru*,
m.bakhyt66@gmail.com, zh_gis@mail.ru

MODERN APPROACHES TO MONITORING AND ANALYSIS OF DEFORMATION PROCESSES

Abstract

This article explores modern approaches to monitoring and analyzing deformation processes in open-pit mining using automated control and measuring systems (ACMS). The study presents a conceptual and practical framework for integrating geotechnical sensors, geodetic monitoring, and finite element modeling into a unified decision-support system. A hypothetical case study of an open-pit mine in Eastern Kazakhstan is used to simulate stress–strain behavior under dynamic loading conditions. The modeling parameters and input data are described in detail, including assumptions on rock mechanical properties, boundary conditions, and external factors such as precipitation and excavation activity. Results show a potential 25–30% increase in deformation in critical zones within 5 years, confirming the need for predictive monitoring. The findings support the integration of ACMS and geomechanical simulation tools to reduce accident risks, improve forecast accuracy, and increase operational safety in complex geological environments.

Keywords: *deformation processes, mountain ranges, automated control and measuring systems, monitoring, mining safety, deformation forecasting, geomechanical modeling.*

Introduction

The mining industry is increasingly confronted with multifaceted challenges in maintaining the stability and safety of pit slopes, particularly in environments characterized by deep excavation, heterogeneous geological formations, and increasing climate variability. Deformation of rock masses whether driven by natural tectonic processes or anthropogenic excavation poses a direct threat to worker safety, infrastructure integrity, and the overall efficiency of mining operations [1].

In this context, the continuous monitoring and predictive analysis of deformation processes have become essential components of sustainable and risk-informed mining practices. Traditional methods, such as visual inspection and periodic geodetic measurements, remain prevalent but are inherently reactive and limited in spatial and temporal resolution [2].

Modern Automated Control and Measuring Systems (ACMS) integrating GNSS sensors, inclinometers, strain gauges, and real-time data transmission offer dynamic capabilities for tracking rock movement and stress-strain development. When combined with advanced geomechanical simulation tools such as the Finite Element Method (FEM), these technologies not only detect early signs of instability but also forecast deformation trends under a variety of geotechnical and environmental loading conditions [3].

Importantly, the methodological approaches explored in mining contexts can be extended to broader land monitoring applications. For instance, the territorial analysis and development of a digital database of agrolandscapes within the Semipalatinsk Test Site represent a parallel initiative