

development of land resources, taking into account the diversity of regional features, is especially relevant for the country. The main objective is to study the methodology of the ecological-economic mechanism for overcoming the current crisis in the sphere of land use as the most important element of ensuring the ecological safety of Kazakhstan based on preventing irreversible consequences of land degradation and taking into account sharp territorial natural, ecological and economic differences.

Key words: Degradation, desertification of lands, wind and water erosion of soils, soil fertility, ecological safety, deflated lands, washed-out soils, eroded agricultural lands, mechanical composition of soils, qualitative condition of lands.

МРНТИ 68.31.21

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2024/40>

С.Б. Анапьянова^{1}, М.С. Набиоллина¹, Г.К. Мамырбекова¹, В.П. Колпакова²,
Ю.Н. Еремеева², Г.П. Фролова³*

¹НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», г. Алматы, Республика Казахстан, samala.79@mail.ru*, nabiollina73@mail.ru, gkabibolla@mail.ru

²НАО «Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева», г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, V.Kolpakova53@mail.ru, yeremeyeva83@mail.ru

³Кыргызко - Российский Славянский университет им. Первого президента Российской Федерации Б.Н.Ельцина, г. Бишкек, Республика Кыргызстан, gal-ina.fr@yandex.ru

ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ЕРТИС

Аннотация

В данной статье оценивается пригодность для орошения очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод на очистных сооружениях малых населенных пунктов Восточно-Казахстанской области, расположенных вблизи р. Ертис, таких как п. Новая Бухтарма и г. Серебрянск.

Анализ пригодности воды для целей орошения проводился по следующим показателям: с помощью коэффициентов ионного обмена И.Н. Антипов-Каратаев и Г.М. Кадер, ирригационному коэффициенту Стеблера, натриевому адсорбционному отношению (SAR), опасности вторичного осолонцевания по SAR, опасности засоления почв, опасности магниевое осолонцевания почвы.

Для исследования химического состава очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод осуществлен отбор проб сточной воды г. Серебрянск и п. Новая Бухтарма и определен их химический состав в аккредитованной лаборатории ТОО «Испытательной лаборатории «НПО «ВК-ЭКО».

По результатам лабораторных исследований установлено, что очищенные сточные воды п. Новая Бухтарма и г. Серебрянск по степени минерализации относятся к слабоминерализованным, по составу солей - к сульфатным по Алекину. Согласно расчетам на основании ирригационных коэффициентов, коэффициентов ионного обмена и натриевого адсорбционного отношения очищенные хозяйственно-бытовые сточные воды пригодны для орошения и не вызывают опасности засоления (осолонцевания) почв. Таким образом, очищенные хозяйственно-бытовые сточные воды п. Новая Бухтарма и г. Серебрянск рекомендуется рассматривать как альтернативный источник для орошения. Одновременно,

это решает экологические проблемы, такие как снижение объема забора свежей воды из природных источников и возможность утилизации сточных вод.

Ключевые слова: хозяйственно-бытовые сточные воды, очищенная сточная вода, механическая и биологическая очистка, орошение сточными водами, оценка пригодности сточных вод для орошения, ирригационный коэффициент, коэффициент ионного обмена, осолоцевание.

Введение

В связи с изменением климатических условий в Казахстане вопросы водной безопасности с каждым годом приобретают все большее значение. Одним из способов снижения антропогенной нагрузки на водные объекты является использование очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод в орошаемом земледелии [1]. Решение данной проблемы имеет большое значение еще и потому, что в Казахстане, где сельское хозяйство является основным ресурсом, планируется увеличить количество орошаемых земель до 3 млн. гектар к 2030 году [2]. Поэтому оценка пригодности хозяйственно-бытовых сточных вод для орошения в настоящее время в Казахстане очень актуальна, так как позволяет решить сразу несколько проблем экологического значения.

Использование очищенных сточных вод для сельскохозяйственного производства является распространенной практикой во всем мире, особенно в странах, имеющих дефицит водных ресурсов [3, 4, 5].

Учеными из Китая [6] изучался процесс переноса воды и азота в системе газонной травы с помощью модели HYDRUS-2D для минимизации риска загрязнения азотом, при использовании очищенных сточных вод для орошения городских газонов для полузасушливого региона Северного Китая.

Авторами [7, 8] рассматриваются потенциальные риски, вредное влияние при применении сточных вод для целей орошения и меры по минимизации риска на окружающую среду и здоровье человека.

Зарубежная практика показала, что использование очищенных сточных вод для целей орошения решает проблему дефицита воды, ее утилизации, а также положительно влияет на физико-химические характеристики почвы, рост и развитие растений, способствует снижению стоимости продукции и экономии азотных и фосфорных удобрений при одновременном повышении урожайности сельскохозяйственных культур.

В России основной практический опыт орошения хозяйственно-бытовыми сточными водами приходился на 70–90-е гг. прошлого века. Несмотря на многолетние исследования и колоссальный опыт применения хозяйственно-бытовых сточных вод для целей мелиорации и технологические возможности повсеместное внедрение полива сточными водами не расширяются и практически на сегодня не применяется, о чем свидетельствуют единичные исследования [9]: Симферопольские очистные сооружения [10], КОС ПГТ Советский (Республика Крым) [11], Кадамовские очистные сооружения (г. Новочеркасск, Российская Федерация) [12].

Положительный опыт использования очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод для целей орошения представлен для сахарной и кормовой свеклы [10], кустарников [13], кормовых в том числе многолетних и однолетних трав, бобовых культур, подсолнечника, рапса, горчицы [14] и других сельскохозяйственных культур.

В Казахстане еще в 1999-2002 годы Казахский НИИ почвоведения и агрохимии имени У.У.Успанова проводил опыты по использованию очищенных сточных вод города Алматы (накопителя Сорбулак) в производстве кормовых культур [15] и показал возможность использования сточных вод на орошение кормовых культур и древесных насаждений.

В настоящее время исследователями из Кызылординского государственного университета имени Коркыт Ата ведется работа по разработке технологии безопасной утилизации сточных вод для полива кормовых культур и древесных насаждений в условиях дефицита воды в Кызылординской области [15, 16].

В работе [17] проводилась оценка пригодности использования и разработан режим орошения сточными водами силосного подсолнечника на юго-востоке Казахстана.

Таким образом, в Республике Казахстан данный вопрос не достаточно широко исследован в результате чего наблюдается низкое использование очищенных бытовых вод в орошаемом земледелии. Поэтому, необходимы дальнейшие научные исследования для более эффективного и устойчивого развития и адаптации систем орошения сточными водами в разных областях Казахстана. В условиях растущего водного кризиса повторное использование сточных вод заслуживает рассмотрения, поскольку эта практика помогает снизить нагрузку на водные объекты.

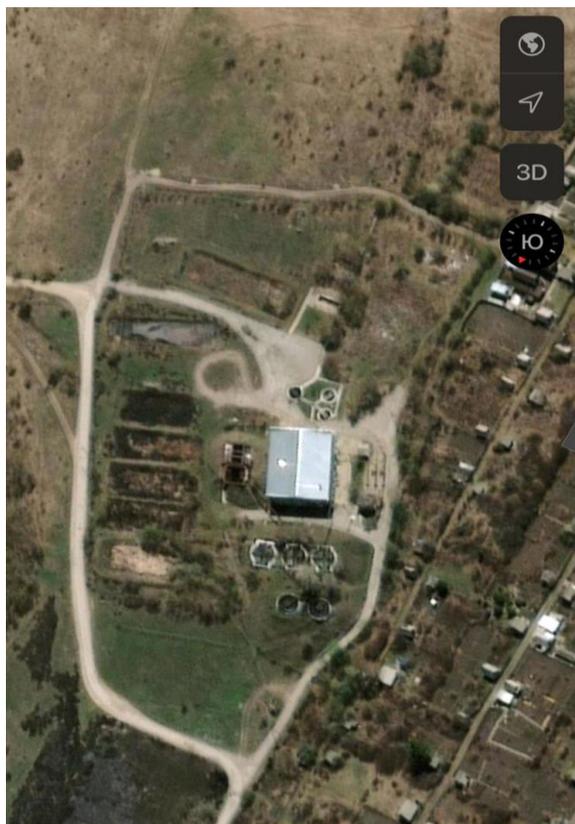
Цель исследований заключалась в оценке пригодности очищенных сточных вод малых населенных пунктов для орошения в зоне влияния на трансграничную реку Ертыс, которая занимает центральное место в гидрографической сети Восточно-Казахстанской, Абайской и Павлодарской областей.

Объектами исследований являются хозяйственно-бытовые сточные воды очистных сооружений (ОС) п. Новая Бухтарма и г.Серебрянск ВКО после механической и биологической очистки. После очистки вода сбрасывается в трансграничную р. Ертыс. Фактическая производительность ОС составляет: п.Новая Бухтарма 350 - 400 м³/сут, г.Серебрянск 500-600 м³/сут.

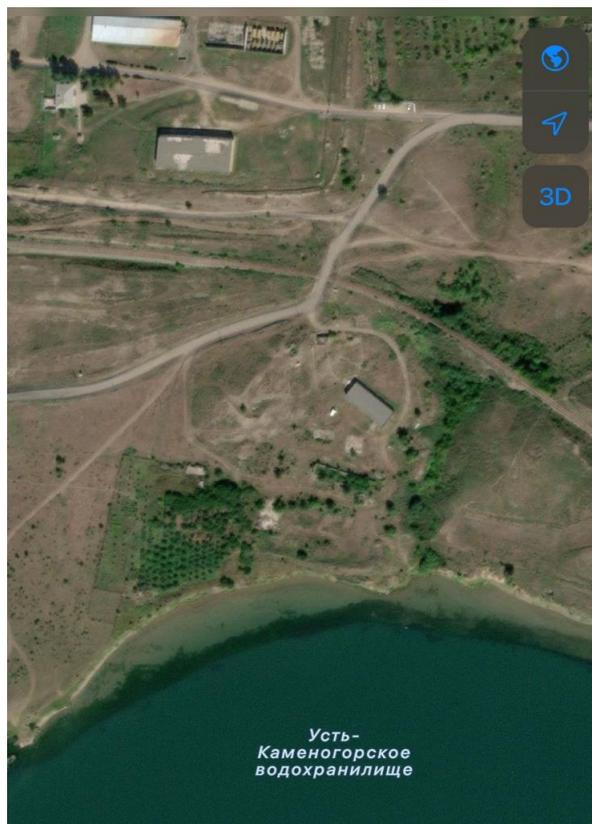
Данное исследование позволит снизить антропогенное воздействие на р.Ертыс, которая является водным объектом особого государственного назначения.

Методы и материалы

Отбор проб очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод производился с ОС п. Новая Бухтарма и г.Серебрянск. Местоположение ОС данных населенных представлено на рисунке 1.



а



б

Рисунок 1 – Местоположение ОС п. Новая Бухтарма (а) и г.Серебрянск (б).

Для хозяйственно - бытовых стоков п. Новая Бухтарма предусматривается механическая и биологическая очистка с последующим обеззараживанием. Состав очистных сооружений: решётка, установленная в приемной камере – для задержания крупных веществ органического

и минерального происхождения; горизонтальная песколовка с прямолинейным движением воды – для выделения минеральных загрязнений; первичные двухъярусные отстойники – для отстаивания воды и сбраживания сырого осадка; биологические реакторы №1 и №2 – для биологической очистки; вторичные вертикальные отстойники – для отделения хлопьев активного ила; иловые площадки – для обезвоживания осадков с первичных и вторичных отстойников; хлораторная – для обеззараживания воды; контактный резервуар – для обеспечения контакта очищенной воды с хлором.

Выпуск сточных вод после очистных сооружений осуществляется в Бухтарминское водохранилище, образованное плотиной Бухтарминской ГЭС на р. Ертис.

Для хозяйственно - бытовых стоков г. Серебрянск предусматривается механическая и биологическая очистка сточных вод с последующим обеззараживанием. Состав очистных сооружений: приемная камера – для приема сточных вод; горизонтальная песколовка с круговым движением воды – для выделения минеральных загрязнений; песковой бункер – для обезвоживания и складирования песка; первичный отстойник – для отстаивания воды; двухкоридорные аэротенки – для биологической очистки; вторичный отстойник для отделения хлопьев активного ила; аэробный минерализатор - для уплотнения избыточного активного ила и отделения иловой воды; контактный резервуар – для обеспечения контакта очищенной воды с хлором; илоперегниватель - для уплотнения осадка, поступающего из первичного отстойника; хлораторная – для обеззараживания воды; иловые площадки – для обезвоживания осадков с первичных и вторичных отстойников.

Выпуск сточных вод после очистных сооружений осуществляется непосредственно в р. Ертис.

В ходе исследования пробы воды отбирались на выпусках сточных вод после прохождения механической, биологической очистки и их обеззараживания в июне и июле месяцах. На рисунке 2 изображен процесс отбора проб.



а



б

Рисунок 2 - Отбор проб на выпусках ОС п. Новая Бухтарма (а) и г. Серебрянск (б).

Коэффициенты определялись по стандартным методикам по формулам, приведенным в таблице 2.

Результаты и обсуждение

Химический анализ очищенных сточных вод проводился в аккредитованной лаборатории ТОО «Испытательная лаборатория «НПО «ВК-ЭКО». В таблице 1 представлены результаты анализа сточных вод п. Новая Бухтарма и г. Серебрянск.

Таблица 1 – Результаты анализа сточных вод п. Новая Бухтарма и г. Серебрянск.

	Наименование показателя	Ед. измерения	Очистные сооружения поселка Новая Бухтарма (№1)	Очистные сооружения г.Серебрянск (№2)
1	рН	ед.	6,8	7,2
2	Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	134,0	115,3
3	Кальций (Ca ²⁺)	мг/л	27,3	28,5
4	Магний (Mg ²⁺)	мг/л	7,6	7,8
5	Натрий (Na ⁺)	мг/л	36,4	38,2
6	Калий (K ⁺)	мг/л	16,4	18,2
7	Гидрокарбонаты (HCO ₃)	мг/л	15,85	15,25
8	Карбонаты (CO ₃ ²⁻)	мг/л	56,2	60,61
9	Хлориды (Cl ⁻)	мг/л	1,52	3,28
10	Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/л	75,0	66,0

По результатам лабораторных исследований сточные воды по степени минерализации относятся к слабоминерализованным (1,0...3,0 г/л).

По составу солей сточная вода относится по Алекину [18] к сульфатным.

Оценка пригодности очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод для орошения дополнительно осуществлялась по следующим показателям:

- коэффициент ионного обмена (И.Н. Антипов-Каратаев и Г.М. Кадер) [19];
- ирригационный коэффициент по Стеблеру [20];
- натриево-адсорбционное отношение (SAR) [21];
- опасность засоления почв [22];
- опасность магниевого осолонцевания почвы (Сабольч и Дараб) [23].

Расчеты проводились по средним значениям. [Ca²⁺], [Mg²⁺], [Na⁺], [Cl⁻] – концентрации катионов и анионов, ммоль/дм³, С – минерализация воды, г/дм³.

Результаты расчетов по оценке пригодности сточной воды для орошения сведены в таблицу 2.

Таблица 2 - Оценка пригодности сточной воды для орошения

Наименование формы оценивания	Критерии оценки	Значения		Оценка
		№1	№2	
Коэффициент ионного обмена И.Н. Антипов-Каратаев и Г.М. Кадер $K_{ио} = \frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{0.23 \times C \times [Na^{+}]}$	K _{ио} > 1 – вода пригодна для орошения, K _{ио} < 1 – вода непригодна для орошения	20	25,9	Пригодна
Ирригационный коэффициент по Стеблеру $K_u = \frac{288}{10[Na^{+}] - 5[Cl^{-}] - 9[SO_4^{2-}]}$	K _и > 18 – хорошее, K _и = 18...6 – удовлетворительное, K _и = 5,9...1,2 – неудовлетворительное, K _и < 1,2 – плохое, т.е. вода является непригодной для орошения	33,6	29,03	Удовлетворительное
Натриевое адсорбционное отношение (SAR)	SAR = 6...8 – низкая опасность, SAR = 12...15 – средняя опасность,	2,23	1,52	Неопасно

$SAR = \frac{1.41[Na^+]}{\sqrt{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}}$	<p>SAR = 18...22 – высокая опасность, SAR > 22 – очень высокая опасность</p>			
<p>Опасность вторичного осолонцевания по SAR</p> $SAR = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}}$	<p>SAR < 10 – неопасна, SAR = 10...18 – средняя опасность, SAR = 18...26 – высокая опасность, SAR > 26 – очень высокая</p>	2,23	2,31	Неопасно
<p>Опасность засоления почв</p> $K_{o.z.} = \frac{0.03 \times C}{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}$	<p>$K_{o.z.} < 4$, вода пригодна для орошения любых почв, $K_{o.z.} = 4...5$ вода пригодна для орошения супесчаных почв, $K_{o.z.} = 5...6$ вода пригодна для орошения песчаных почв.</p>	0,004	0,003	Пригодна для орошения любых почв
<p>Опасность магниевое осолонцевания почвы</p> $K_{Mg} = \frac{[Mg^{2+}] \times 100}{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}$	<p>$K_{Mg} \geq 50$ – вредное воздействие магния на почву</p>	32	31,4	Не оказывает вредного воздействия

Результаты расчетов, полученные на основании химических анализов сточных вод показали, что по большинству критериев оценки сточные воды данных малых населенных пунктов пригодны для орошения.

Выводы

На основе проведенной оценки пригодности очищенных сточных вод п. Новая Бухтарамы и г. Серебрянска можно сделать следующие выводы:

- Коэффициент ионного обмена И.Н. Антипов-Каратаев и Г.М. Кадер – пригодна для орошения;
- Ирригационный коэффициент по Стеблеру – качество воды хорошее и пригодна для орошения;
- Натриевое адсорбционное отношение (SAR) и опасность вторичного осолонцевания по SAR- вода не опасна для орошения, не вызывая процессы осолонцевания почв;
- Опасность засоления почв - пригодна для орошения любых почв не вызывая засоления почв;
- Опасность магниевое осолонцевания почвы - не оказывает вредного воздействия для возникновения магниевое осолонцевания почв.

Таким образом, очищенные хозяйственно-бытовые сточные воды п. Новая Бухтарма и г. Серебрянск рекомендуется рассматривать как альтернативный источник для орошения. Одновременно, это решает экологические проблемы, такие как забор свежей воды с природных источников и утилизация сточных вод. В связи с относительно постоянным составом хозяйственно-бытовых сточных вод малых населенных пунктов и аналогичного состава сооружений по их очистке, данные исследования можно применять и для других регионов Казахстана.

Благодарность: Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования по научным, научно-техническим программам на 2023-2025 годы BR 21881921 «Оценка водной экосистемы бассейна р. Ертіс в условиях индустриального развития и глобальных процессов».

Список литературы

1. «Концепции развития системы управления водными ресурсами Республики Казахстан на 2024 – 2030 годы», постановление Правительства Республики Казахстан от 5 февраля 2024 года № 66, <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2400000066>.
2. Послание Главы государства народу Казахстана «Конструктивный общественный диалог – основа стабильности и процветания Казахстана», 02.09.2019г. URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/K1900002019>.
3. Ляшков М.А., Арискина Ю.Ю. Зарубежный опыт применения хозяйственно-бытовых сточных вод для целей орошения // Экология и водное хозяйство. - 2022.- Т.4, № 2. - С. 15–31. <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2022-4-2-15-31>.
4. Zhang Yucui, Shen Yanjun. Wastewater irrigation: past, present, and future: Wastewater irrigation. Wiley Interdisciplinary Reviews: Water. Volume 6, Issue 3, May/June 2019, e1234. <https://doi.org/10.1002/wat2.1234>.
5. María Fernanda Jaramillo, Inés Restrepo. Wastewater Reuse in Agriculture: A Review about Its Limitations and Benefits. Sustainability 2017, 9(10), 1734; <https://doi.org/10.3390/su9101734>.
6. Li Ya, Zhang H., Liu M., Pei H. How to Minimize the Nitrogen Pollution Risk of Applying Reclaimed Sewage for Urban Turfgrass Irrigation. Water 2024, 16, 460. <https://doi.org/10.3390/w16030460>.
7. Khalid S., Shahid M., Natasha, Bibi Ir., Sarwar T., Haidar Shah A., Khan Niazi N. A Review of Environmental Contamination and Health Risk Assessment of Wastewater Use for Crop Irrigation with a Focus on Low and High-Income Countries. International Journal of Environmental Research and Public Health. Received: 27 March 2018; Accepted: 24 April 2018; Published: 1 May 2018, <https://doi.org/10.3390/ijerph15050895>.
8. Singh A. A review of wastewater irrigation: Environmental implications. Resources, Conservation and Recycling. Volume 168, May 2021, 105454. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105454>.
9. Суровикина А.П., Слабунова А.Б. Отечественный опыт использования хозяйственно-бытовых сточных вод // Экология и водное хозяйство. - 2022. - Т.4, № 2. - С. 32–48. <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2022-4-2-32-48>.
10. Боровой Е.П., Ходяков Е.А., Кременской В.И., Джапарова А.М. Экологическая оценка полива очищенной сточной водой корнеплодов в Крыму // Известия НВ АУК. - 2018. - №4 (52). URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-otsenka-poliva-ochischennoy-stochnoy-vodoy-korneplodov-v-krymu> (дата обращения: 21.07.2024). <https://DOI:10.32786/2071-9485-2018-04-6>.
11. Захаров Р.Ю., Волкова Н.Е. Экологическая оценка возможности использования очищенных сточных вод КОС ПГТ Советский для целей орошения // Системы контроля окружающей среды. - 2019. - № 2 (36). - С. 126-134.
12. Слабунова А.В., Арискина Ю.Ю. Оценка пригодности очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод КОС «Кадамовские» для орошения // Природообустройство. –2022. – № 4. – С. 42-49. <https://DOI:10.26897/1997-6011-2022-4-42-49>.
13. Макарова Н. М. Использование очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод для выращивания кустарников // Актуальные проблемы лесного комплекса. - 2022. - Выпуск 62.
14. Кременской В. И., Вердыш М. В. Сточные воды как перспективный ресурс повышения водообеспеченности Республики Крым // Природообустройство. - 2016. - № 5. - С. 72–77.
15. Умбетова Ш., Утегулов Н., Олжабаева А., Сейтасанов И., Зарбаалиев М., Накипова Ж. Актуальность доочистки сточных вод для орошения кормовых культур и древесных насаждений // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. - 2024. - №1 (101). - С. 166–182. <https://doi.org/10.37884/1-2024/17>.
16. Шомантаев А.А., Отарбаев Б.С., Абдикерова У.Б. Ирригационная оценка сточных вод г.Кызылорда для возделывания древесных культур и кустарниковых насаждений // Наука и мир. – 2014. - №4. - С.151-156.

17. Набидоллина М. С. Қазақстанның оңтүстік шығысында сүрлемдік күнбағыстың төгінді сумен суғару режимі және оның өнімділігі: Автореф... ауыл шаруашылығы ғ.к. ғылыми дәрежесін алу үшін / Ғыл. жет.: ауыл шаруашылығы ғ.д., проф.О.З.Зубаиров, т.ғ.к., доцент А.Т.Тілеуқұлов. - 2010. - 25 б.

18. Алекин О.А. Основы гидрохимии //Л.:Гидрометеоиздат. - 1953. - 296 с.

19. Антипов - Каратаев И.Н., Кадер Г.И. К методике мелиоративной оценки оросительной воды // Почвоведение. - 1959. - №2 - С. 96-101.

20. Василько В.П. и др. Мелиоративное земледелие: Методические указания к лабораторным и практическим занятиям для бакалавров по направлениям «Агрономия» и «Садоводство» // Краснодар: КубГАУ. - 2014. – 95 с.

21. Методические рекомендации по контролю за мелиоративным состоянием орошаемых земель. – М.: ВНИИГиМ. - 1978. – 107 с.

22. Маматов С.А., Умаров Х.У., Мацура М.Е. Критерии пригодности сточных вод на орошение сельхозкультур // Материалы Республиканской научно-практической конференции, г. Ташкент. - 2011. – С. 70-76.

23. Сабольч И., Дараб К. Прогноз и предотвращение процессов вторичного засоления при орошении Венгерской низменности // Почвоведение. – 1972. – № 1.

References

1. «Kontseptsii razvitiya sistemy upravleniya vodnymi resursami Respubliki Kazakhstan na 2024 – 2030 gody», postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 5 fevralya 2024 goda № 66, <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2400000066>.

2. Poslanie Glavy gosudarstva narodu Kazakhstana «Konstruktivnyj obshhestvennyj dialog – osnova stabil'nosti i protsvetaniya Kazakhstana», 02.09.2019g. URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/K1900002019>.

3. Lyashkov M.A., Ariskina YU.YU. Zarubezhnyj opyt primeneniya khozyajstvenno-bytovykh stochnykh vod dlya tselej orosheniya // EHkologiya i vodnoe khozyajstvo. - 2022.- Т.4, № 2. - S. 15–31. <https://doi:10.31774/2658-7890-2022-4-2-15-31>.

4. Zhang Yucui, Shen Yanjun. Wastewater irrigation: past, present, and future: Wastewater irrigation. Wiley Interdisciplinary Reviews: Water. Volume 6, Issue 3, May/June 2019, e1234. <https://doi.org/10.1002/wat2.1234>.

5. María Fernanda Jaramillo, Inés Restrepo. Wastewater Reuse in Agriculture: A Review about Its Limitations and Benefits. Sustainability 2017, 9(10), 1734; <https://doi.org/10.3390/su9101734>.

6. Li Ya, Zhang H., Liu M., Pei H. How to Minimize the Nitrogen Pollution Risk of Applying Reclaimed Sewage for Urban Turfgrass Irrigation. Water 2024, 16, 460. <https://doi.org/10.3390/w16030460>.

7. Khalid S., Shahid M., Natasha, Bibi Ir., Sarwar T., Haidar Shah A., Khan Niazi N. A Review of Environmental Contamination and Health Risk Assessment of Wastewater Use for Crop Irrigation with a Focus on Low and High-Income Countries. International Journal of Environmental Research and Public Health. Received: 27 March 2018; Accepted: 24 April 2018; Published: 1 May 2018, <https://doi.org/10.3390/ijerph15050895>.

8. Singh A. A review of wastewater irrigation: Environmental implications. Resources, Conservation and Recycling. Volume 168, May 2021, 105454 <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105454>.

9. Surovikina A.P., Slabunova A.B. Otechestvennyj opyt ispol'zovaniya khozyajstvenno-bytovykh stochnykh vod // EHkologiya i vodnoe khozyajstvo. - 2022. - Т.4, № 2. - S. 32–48. <https://doi:10.31774/2658-7890-2022-4-2-32-48>.

10. Borovoj E.P., KHodyakov E.A., Kremenskoj V.I., Dzhaparova A.M. EHkologicheskaya otsenka poliva ochishhennoj stochnoj vodoj korneplodov v Krymu // Izvestiya NV AUK. - 2018. - №4 (52). URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-otsenka-poliva-ochishchennoy-stochnoy-vodoy-korneplodov-v-krymu> (data obrashheniya: 21.07.2024). <https://DOI:10.32786/2071-9485-2018-04-6>.

11. Zakharov R.YU., Volkova N.E. *Ekologicheskaya otsenka vozmozhnosti ispol'zovaniya ochishhennykh stochnykh vod KOS PGT Sovetskij dlya tselej orosheniya // Sistemy kontrolya okruzhayushhej sredy. - 2019. - № 2 (36). - S. 126-134.*
12. Slabunova A.V., Ariskina YU.YU. *Otsenka prigodnosti ochishhennykh khozyajstvenno-bytovykh stochnykh vod KOS «Kadamovskie» dlya orosheniya // Prirodoobustrojstvo. –2022. – № 4. – S. 42-49. <https://DOI:10.26897/1997-6011-2022-4-42-49>.*
13. Makarova N. M. *Ispol'zovanie ochishhennykh khozyajstvenno-bytovykh stochnykh vod dlya vyrashhivaniya kustarnikov // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. - 2022. - Vypusk 62.*
14. Kremenskoj V. I., Verdysh M. V. *Stochnye vody kak perspektivnyj resurs povysheniya vodoobespechennosti Respubliki Krym // Prirodoobustrojstvo. - 2016. - № 5. - S. 72–77.*
15. Umbetova SH., Utegulov N., Olzhabaeva A., Sejtasanov I., Zarbaliev M., Nakipova ZH. *Aktual'nost' doochistki stochnykh vod dlya orosheniya kormovykh kul'tur i drevesnykh nasazhdenij // Izdenister, nәtizheler – Issledovaniya, rezul'taty. - 2024. - №1 (101). - S. 166–182. <https://doi.org/10.37884/1-2024/17>.*
16. SHomantaev A.A., Otarmaev B.S., Abdikerova U.B. *Irrigatsionnaya otsenka stochnykh vod g.Kyzylorda dlya vzdelyvaniya drevesnykh kul'tur i kustarnikovykh nasazhdenij // Nauka i mir. – 2014. - №4. - S.151-156.*
17. Nabidollina M. S. *Қазақстанның оңтүстік шұғысында сүрлемдік күнбағыстың төгінді сумен суғару режимі және оның өнімділігі: Avtoref... ауыл шаруашылығы Ғ.к. ғылыми дәрежесін алу үшін / Fyl. zhet.: ауыл шаруашылығы Ғ.д., prof.O.Z.Zubairov, т.ғ.к., dotsent A.T.Tileukұlov. - 2010. - 25 b.*
18. Alekin O.A. *Osnovy gidrokhimii //L.:Gidrometeoizdat. - 1953. - 296 s.*
19. Antipov - Karataev I.N., Kader G.I. *K metodike meliorativnoj otsenki orositel'noj vody // Pochvovedenie. - 1959. - №2 - S. 96-101.*
20. Vasil'ko V.P. i dr. *Meliorativnoe zemledelie: Metodicheskie ukazaniya k laboratornym i prakticheskim zanyatiyam dlya bakalavrov po napravleniyam «Agronomiya» i «Sadovodstvo» // Krasnodar: KubGAU. - 2014. – 95 s.*
21. *Metodicheskie rekomendatsii po kontrolyu za meliorativnym sostoyaniem oroshaemykh zemel'. – M.: VNIIGiM. - 1978. – 107 s.*
22. Mamatov S.A., Umarov KH.U., Matsura M.E. *Kriterii prigodnosti stochnykh vod na oroshenie sel'khozkul'tur // Materialy Respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, g. Tashkent. - 2011. – S. 70-76.*
23. Sabol'ch I., Darab K. *Prognoz i predotvrashhenie protsessov vtorichnogo zasoleniya pri oroshenii Vengerskoj nizmennosti // Pochvovedenie. – 1972. – № 1.*

***С.Б. Анапьянова^{1*}, М.С. Набиоллина¹, Г.К. Мамырбекова¹, В.П. Колпакова²,
Ю.Н. Еремеева², Г.П. Фролова³***

¹Қазақ Ұлттық аграрлық зерттеу университеті КЕАҚ, Алматы қ., Қазақстан, samala.79@mail.ru, nabiollina73@mail.ru, gkabibolla@mail.ru*

²Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті КЕАҚ, Өскемен қ., Қазақстан, V.Kolpakova53@mail.ru, yeremeyeva83@mail.ru,

³Ресей Федерациясының тұңғыш президенті Б.Н. Ельцин атындағы Қырғыз - Ресей Славян университеті, Бішкек қ., Қырғызстан, gal-ina.fr@yandex.ru

ЕРТІС ӨЗЕНІ АЛҚАБЫНДА ОРНАЛАСҚАН ШАҒЫН ЕЛДІ МЕКЕНДЕРДІҢ ТАЗАЛАНҒАН ТӨГІНДІ СУЛАРЫНЫҢ СУАРУҒА ЖАРАМДЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Бұл мақалада Шығыс Қазақстан облысының Жаңа Бұқтырма кенті мен Серебрянск қаласы сияқты Ертіс өзенінің маңында орналасқан шағын елді мекендерінің тазарту құрылыстарында тазартылған шаруашылық-тұрмыстық төгінді сулардың суаруға жарамдылығы бағаланады.

Судың суаруға жарамдылығына талдау келесі көрсеткіштер бойынша жүргізілді: И. Н. Антипов-Каратаев және Г.М. Кадердің ион алмасу коэффициентімен, Стеблердің иригациялық коэффициентімен, натрийлік адсорбциялық қатынас (SAR) және SAR бойынша қайталама тұздану қаупі көмегімен, топырақтың тұздану қаупімен, топырақтың магнийлік сорлану қаупі бойынша.

Тазартылған шаруашылық-тұрмыстық төгінді сулардың химиялық құрамын зерттеу үшін Жаңа Бұқтырма кенті мен Серебрянск қаласынан төгінді суларының сынамаларын алу жүзеге асырылды және олардың химиялық құрамы «Сынақ зертханасы» НПО «ВК-ЭКО» ЖШС аккредиттелген зертханасында анықталды.

Зертханалық зерттеулердің нәтижелері бойынша Жаңа Бұқтырма кентінің және Серебрянск қаласының тазартылған төгінді сулары минералдану дәрежесі бойынша әлсіз минералданғандар санатына, тұздардың құрамы бойынша төгінді сулар Алекин бойынша сульфаттыларға жатады. Ирригациялық коэффициенттер, ион алмасу коэффициенттер және натрийлік адсорбциялық қатынастардың есептеулері негізінде тазартылған тұрмыстық төгінді сулар, суаруға жарамды және топырақтың сорлану қаупін тудырмайды. Осылайша, Жаңа Бұқтырма кенті мен Серебрянск қаласының тазартылған тұрмыстық төгінді суларын, суарудың балама көзі ретінде қарастыру ұсынылады. Сонымен қатар, бұл табиғи көздерден таза су алу көлемінің төмендеуі және төгінді суларды кәдеге жарату мүмкіндігі сияқты экологиялық мәселелерді шешеді.

Кілт сөздер: шаруашылық-тұрмыстық төгінді сулар, тазартылған төгінді сулар, механикалық және биологиялық тазарту, төгінді сулармен суару, суару үшін төгінді сулардың жарамдылығын бағалау, иригациялық коэффициент, ион алмасу коэффициенті, сорлану.

**S. Anapyanova^{1*}, M. Nabiollina¹, G. Mamyrbekova¹, V. Kolpakova²,
Yu. Yeremeyeva², G. Frolova³**

¹ NJSC «Kazakh National Agrarian Research University», Almaty, Republic of Kazakhstan, skabibolla@mail.ru, nabiollina73@mail.ru, samala.79@mail.ru*

² NJSC «D. Serikbayev East Kazakhstan technical university», Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan, V.Kolpakova53@mail.ru, yeremeyeva83@mail.ru

³ Kyrgyz-Russian Slavic University named after the first President of the Russian Federation B.N. Yeltsin, Bishkek, Republic of Kyrgyzstan, gal-ina.fr@yandex.ru

ASSESSMENT OF THE SUITABILITY OF TREATED WASTEWATER FOR IRRIGATION OF SMALL SETTLEMENTS LOCATED IN THE YERTIS RIVER BASIN

Abstract

This article evaluates the suitability for irrigation of treated domestic wastewater at wastewater treatment plants in small settlements of the East Kazakhstan region located near the Ertis river, such as the village of Novaya Bukhtarma and the city of Serebryansk.

The analysis of the suitability of water for irrigation purposes was carried out using the following indicators: using the ion exchange coefficients of I.N. Antipov-Karatayev and G.M. Kader, the irrigation coefficient of Staebler, the sodium adsorption ratio (SAR), the danger of secondary alkalization according to SAR, the danger of soil salinization, and the danger of magnesium alkalization of the soil.

To study the chemical composition of treated domestic wastewater, wastewater samples were taken from the cities of Serebryansk and the village of Novaya Bukhtarma and their chemical composition was determined in the accredited laboratory of the Testing Laboratory of LLP "NPO "VK-EKO".

According to the results of laboratory studies, it was established that the purified wastewater of Novaya Bukhtarma and Serebryansk are classified as weakly mineralized in terms of mineralization, and the wastewater is classified as sulfate according to Alekin in terms of salt composition. According to calculations based on irrigation coefficients, ion exchange coefficients, and sodium adsorption

ratio, the purified domestic wastewater is suitable for irrigation and does not cause the risk of soil salinization (alkalinization). Thus, the purified domestic wastewater of Novaya Bukhtarma and Serebryansk is recommended to be considered as an alternative source for irrigation. At the same time, this solves environmental problems, such as reducing the volume of fresh water intake from natural sources and the possibility of wastewater disposal.

Key words: domestic wastewater, purified wastewater, mechanical and biological treatment, irrigation with wastewater, assessment of the suitability of wastewater for irrigation, irrigation coefficient, ion exchange coefficient, salinization.

МРНТИ 68.47.41

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2024/41>

А.К. Бейсекеева¹, К.Т. Абаева^{2}, Б.А. Шалабаев¹,
Н.Б. Мустафаева¹, Ф.М. Қожахметова¹*

¹*НАО Торайғыров университеті. г. Павлодар. Республика Казакстан,
aygerim.beisekeeva@inbox.baur -08.87@mail.ru. nako_87@mail.ru, farida-98@mail.ru*

²*Казакский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы,
Республика Казакстан, abaeva1961@mail.ru**

КУЛЬТИВАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ГАРЯХ В СУХОЙ СТЕПИ

Аннотация

Республиканское государственное учреждение «Государственный лесной природный резерват «Ертіс орманы»» РГУ Комитета лесного хозяйства и животного мира Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан расположен на территории Лебяжинского и Щербактинского районов Павлодарской области и разделен на два филиала Шалдайский, Бескарагайский и шестнадцать лесничеств –Галкинское, Бауртальское, Степное, Сейтеновское, Садыкашинское, Чушкалинское, Шалдайское, Заводское, Первомайское, Майкарагайское, Тайбагарское, Баймбетское, Бескарагайское, Коктерекское, Кокжалское, Маралдинское.

Общая площадь лесного резервата составляет 277961 га, из них 143247га –Шалдайский филиал, лесничества: Галкинское – 12109 га, Бауртальское – 14977 га, Степное – 16476 га, Сейтеновское – 15640 га, Садыкашинское – 18571 га, Чушкалинское – 13353 га, Шалдайское – 19550 га, Заводское – 14715 га, Первомайское – 17856 га и 134714 га Бескарагайский филиал, лесничества: Майкарагайское – 19785 га, Тайбагарское – 17206 га, Баймбетское – 18315 га, Бескарагайское – 20933 га, Коктерекское – 16881 га, Кокжалское – 24572, Маралдинское – 17022 га.

ГЛПР «Ертіс орманы» входит в песчано-степной лесорастительный район, который относится к провинции Иртышско-Обских сосновых и березовых остепненных лесов.

Земли лесного фонда ГЛПР относятся к категориям особо охраняемых природных территорий – леса государственных природных резерватов.[1]

Разделение территории лесного резервата на функциональные зоны произведено в соответствии с законом Республики Казахстан «Об особо охраняемых природных территориях» от 15 июля 1997 года № 162-1. В процентном отношении ко всей площади лесного резервата выделены 4 функциональные зоны, которые по площади распределились следующим образом:

Зона заповедного ядра – на площади 22522 га;

Буферная зона – на площади 16360 га;

Зона восстановления нарушенных ландшафтов – на площади 102215 га;