

UDC 70.25.17; 70.25.18

DOI 10.52171/2076-0515_2024_16_02_109_118

Comprehensive Assessment of the Possibility of Using Waste Water for Irrigation Purposes

**Sh.M.Umbetova¹, N.I. Utegulov¹, A.O. Olzhabaeva¹, M.C. Zarbaliev²,
B.S. Otarbayev¹, Zh.K. Nakipova¹**

¹*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan (The city of Kyzylorda, Aiteke bi 29A)*

²*Azerbaijan University of Architecture and Construction (Ayna Sultanova ave. 11, Baku, Azerbaijan)*

For correspondence:

Umbetova Sholpan / e-mail: umbetova-37@mail.ru

Abstract

Currently, there is a shortage of water resources in 6 out of 8 water management basins of the Republic of Kazakhstan, and the expected trends in the growth of water consumption, both in Kazakhstan and in neighboring countries, will lead to an even greater increase in water consumption deficit. This will be due to both a decrease in available water resources and an increase in their consumption. Therefore, the main efforts should be directed to: efficient use of water resources in reclamation systems with the use of modern water-saving irrigation and reclamation technologies; stimulating water conservation in all sectors of the economy.

Keywords: waste water, water disposal, irrigation, tree plantations, water resources.

Received 17.11.2023

Revised 11.06.2024

Accepted 21.06.2024

For citation:

*Umbetova Sh.M., Utegulov N.I., Olzhabaeva A.O., Zarbaliev M.C., Otarbayev B.S.,
Nakipova Zh.K.*

[Comprehensive Assessment of the Possibility of Using Waste Water for Irrigation Purposes]
Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2024, vol. 16, № 2, pp. 109-118 (in Russian)

Çirkab sularının suvarma məqsədi üçün istifadə edilməsi mümkünlüyünün kompleks qiymətləndirilməsi

Ş.M. Umbetova¹, N.I. Utegulov¹, A.O. Olzhabaeva¹, M.C. Zarbaliyev²,
B.S. Otarbayev¹, Z.K. Nakipova¹

¹Qorkit Ata adına Qızılorda Universiteti, (Aiteke küç., bi 29 a, Qızılorda şəh., Qazaxıstan)

²Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti (Ayna Sultanova pr. 11, Bakı, Azərbaycan)

Xülasə

Hal-hazırda Qazaxıstan Respublikasının 6 su hövzəsində 8 su ehtiyatı çatışmazlığı var və həm Qazaxıstanda, həm də qonşu dövlətlərdə su istehlakının artması gözlənilən tendensiyalar su istehlakı çatışmazlığının daha da artmasına səbəb olacaqdır. Buna həm mövcud su ehtiyatlarının azalması, həm də istehlakının artması səbəb olacaqdır. Buna görə əsas səylər aşağıdakılara yönəldilməlidir: müasir suya qənaət edən suvarma və Meliorasiya texnologiyalarından istifadə edərək Meliorasiya sistemlərində su ehtiyatlarından səmərəli istifadə; iqtisadiyyatın bütün sahələrində su qənaətinin stimullaşdırılması. Tədqiqatın əsas məqsədi Qızılord şəhərinin ağac əkinlərinin suvarılmasında şəhər çirkab sularının istifadəsinin mümkünlüyünü və iqtisadi məqsədəuyğunluğunu elmi əsaslandırmaqdır.

Açar sözlər: kanalizasiya, suayırma, suvarma, ağac əkinləri, su ehtiyatları.

Комплексная оценка возможности использования сточных вод для целей орошения

Ш.М. Умбетова¹, Н.И. Утегулов¹, А.О. Олжабаева¹,
М.С. Зарбалиев², Б.С. Отарбаев¹, Ж.К. Накипова¹

¹Кызылординский университет имени КоркытАта (ул. Айтеке би, 29 а, г. Кызылорда, Казахстан)

²Азербайджанский архитектурно-строительный университет (ул. Айны Султановой, 11, Баку, Азербайджан)

Аннотация

В настоящее время в 6-ти из 8-ми водохозяйственных бассейнах Республики Казахстан наблюдается дефицит водных ресурсов, а ожидаемые тенденции роста потребления воды, как в Казахстане, так и в сопредельных государствах приведут к еще большему росту дефицита водопотребления. Это будет обуславливаться как уменьшением доступных водных ресурсов, так и ростом их потребления. Поэтому основные усилия необходимо направить на эффективное использование водных ресурсов на мелиоративных системах при применении современных водосберегающих технологий орошения и мелиорации; стимулирование водосбережения во всех секторах экономики.

Ключевые слова: сточные воды, водоотведение, орошение, древесные насаждения, водные ресурсы.

Введение

В настоящее время в 6-ти из 8-ми водохозяйственных бассейнах Республики Казахстан наблюдается дефицит водных ресурсов, а ожидаемые тенденции роста потребления воды, как в Казахстане, так и в сопредельных государствах приведут к еще большему росту дефицита водопотребления. Это будет обуславливаться как уменьшением доступных водных ресурсов, так и ростом их потребления. Поэтому основные усилия необходимо направить на: эффективное использование водных ресурсов на мелиоративных системах при применении современных водосберегающих технологий орошения и мелиорации; стимулирование водосбережения во всех секторах экономики. При нехватке оросительной воды в республике имеется возможность использования подготовленных до нормативных требований сточных вод городов и промышленных предприятий для орошения кормовых культур и древесных насаждений. Сточные воды должны отвечать требованиям предельно-допустимой концентрации (ПДК) веществ для оросительной воды.

Нарастающее загрязнение водоемов и дефицит чистой воды как в нашей республике, так и в других странах определяют новое направление - сельскохозяйственное использование сточных вод.

В мировой практике сточные воды с большим успехом используются для орошения кормовых культур. Так, в Израиле 87% сточных вод после очистки используются вторично. К примеру, Испания использует 17% сточных вод для сельскохозяйственных нужд, Австралия – 10%, Италия – 8%, Греция – 5%. Это полностью со-

ответствует рекомендациям ООН для стран с ограниченными водными ресурсами [1].

Ежегодно в Казахстане образуется более 6 млрд.м³ сточной воды. В ближайшем будущем объем возрастет на 30-40%. Сегодня эти воды после предварительной очистки накапливаются в прудах, на полях фильтрации или же сбрасываются в ближайшие водоисточники, загрязняя их. Фактически же общая площадь орошения очищенными сточными водами в Казахстане не превышает 20,0 тыс. га. Такое огромное количество природной воды бесполезно теряется.

По подсчетам Вихревой Д.Р. [2] на каждый кубометр неочищенных сточных вод необходимо около 20-30 м³ природных чистых вод, а для очищенных сточных вод требуется 6-12 кратное их разбавление. Только при соблюдении данных условий в поверхностных водоемах будут созданы оптимальные условия для протекания процессов самоочищения. В связи с этим, естественно, возникает вопрос о целесообразности и необходимости использования сточных вод населенных мест и промышленности для сельскохозяйственного орошения, которое позволяет, во-первых, значительно уменьшить использование чистых вод, во-вторых, уменьшить сброс неочищенных сточных вод в открытые водоемы.

В засушливых областях Казахстана количество сточных вод практически равно дефициту пресной воды, от которого страдают эти области. Возвращение сточных вод для орошения и обводнения сельского хозяйства позволило бы ликвидировать дефицит пресной воды.

Согласно прогнозам, из-за ускорения экономического и социального развития

соседних государств приток трансграничных рек может сократиться на 40% уже к 2030 году. Эта ситуация является основной предпосылкой к разработке целевой программы, направленной на повышение водообеспеченности орошаемых земель путем возвратного использования сточных вод населенных мест и промышленности на орошаемых массивах.

Реализация целевой программы «Разработка технологии использования сточных вод Кызылординской области для производства кормовых культур», позволит оросить и удобрить сточными водами более 600 тыс.га земель.

Развитие кормопроизводства в Казахстане на сточных водах является актуальной и своевременной задачей. С одной стороны это позволило бы повысить водообеспеченность аграрного сектора и уменьшить сброс недостаточно очищенных вод в природные водоприемники, с другой стороны применение для полива воды несоответствующего качества может привести к развитию неблагоприятных процессов (засолению, осолонцеванию, ухудшению санитарно-эпидемиологической обстановки и т.п.), вплоть до выбытия этих земель из сельскохозяйственного оборота. Поэтому при использовании данной категории водных ресурсов целесообразно производить оценку возможности их использования для целей орошения.

Еще в 1999-2002 годы Казахский НИИ почвоведения и агрохимии имени У.У.Успанова [3] провели опыты по использованию очищенных сточных вод города Алматы (накопителя Сорбулак) в производстве кормовых культур.

Во все годы исследований прозрачность воды по шрифту Стеллана соот-

ветствовала гигиеническим нормативным качествам. Общая жесткость ее для питьевых целей не должна превышать 14 мг-экв/л, в сточной воде она составила 8,4 мг-экв/л. Активная реакция рН незначительно (эпизодически) превышала допустимые уровни ПДК. С повышением температуры воздуха и воды (июль-август) создаются благоприятные условия для развития синезеленых водорослей, которые, видимо, способствуют повышению рН. Максимальные его значения в летний период не превышали 10,1 при норме ПДК - 6,5-9,5. По сумме солей, соды и хлоридов сточные воды Сорбулака до 2002 г отвечали санитарным нормам. Содержание биохимического потребления кислорода (БПК₅) и химического потребления кислорода (ХПК) в сточной воде накопителя Сорбулак имеют низкие показатели. Содержание синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) в сточной воде накопителя Сорбулак отвечает требованиям ПДК.

За период наблюдений в воде Сорбулака обнаружены нефтепродукты с концентрацией превышающей ПДК, а такие ингредиенты, как мышьяк, молибден, титан и ртуть в сточной воде не обнаружены. Остальные микроэлементы, которые часто встречаются в сточной воде (Cu, Zn, Pb, Mn, Fe, Br, Sr,F) находятся в пределах ПДК, кроме фтора. К фтору растения очень чувствительны, так как он токсичен, при повышенных его концентрациях повреждаются листья, а у некоторых видов животных появляются признаки выпадения зубов. Фактическое содержание фтора в сточной воде, в основном, превышает установленные уровни ПДК. Использование данной категории воды требует ежегодных мониторинговых наблюдений за

изменениями его концентрации в почве и в воде. Высокое содержание фтора в почве может привести к ухудшению ее структуры, снижению содержания гумуса, угнетению развития растений и как следствие снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Сточные воды накопителя Сорбулак, в соответствии с классификацией ведомственных строительных норм ВСН 32-2.2-86, относятся к III группе. К категории вод низкой удобрительной ценности, где содержание не превышает: азота N - 50, фосфора P- 10, калия K - 30 мг/л. Однако, при поливе оросительной нормой 4500 м³/га привносе N-P-Kсоответственно составит: 47,65; 11,34; 55,57 кг/га действующего вещества.

Из оценки сточных вод г. Алматы следует, что эти воды нельзя сбрасывать в открытые водные источники из-за несоответствия требованиям ПДК - водоемов рыбохозяйственного и питьевого водопользования по минерализации рН, нефтепродуктам, Си, Fe, Br, F. Единственно правильное решение – использовать сточные воды на орошение кормовых культур и древесных насаждений.

Цель исследования – научное обоснование возможности и экономической целесообразности использования городских сточных вод на орошение древесных насаждений города Кызылорды.

Материалы и методы исследования

Проводились полевые, лабораторные и лизиметрические исследования. Выполнены наблюдения за динамикой изменения химического состава сточных вод, влажности орошаемой почвы, уровнем грунтовых

вод, изменением водно-физических и химических свойств почв, химическим составом и объемом фильтрационных вод во время промывки. Степень почвенной доочистки сточных вод изучали в лизиметрических колонках Шилова. Плотность определялась методом режущего кольца. Химические анализы продукции проводили в лаборатории университета Коркыт Ата. Питательная ценность определялась по А.В.Петербургскому. Полученные химические показатели продукции сопоставляли с существующими ГОСТами, справочными, литературными данными. Прогноз изменения водно-солевого баланса зоны аэрации почвогрунтов выполнен на компьютерной программе РПП "Казводхоз". В ходе промывок почвенного монолита регулярно определяли объем водоподачи и фильтрата. Параметры солеотдачи почвы определяли на основе наблюдений за содержанием солей в почвогрунтах и динамикой химического состава солей в фильтрате. В процессе промывки монолита использован тестер воды фирмы Hanna HI3817.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследователи [4-6] Кызылординского университета имени Коркыт Ата отметили, что сточные воды Кызылординской городской канализации по химическим и другим показателям пригодны для орошения кормовых, технических и древесных культур (таблица 1), имеют солевой состав с преобладанием ионов кальция (Ca=7,2 мг/л), магния (Mg=9,6 мг/л), хлора (Cl=5,79 мг/л) и характеризуется слабощелочной реакцией (рН=6,8-7,6) и имеют хорошо удобрительную ценность.

Сточные воды г. Кызылорды характеризуются бикарбонатно-сульфатным составом, небольшим содержанием взвешенных веществ. Содержание азота в среднем 19, фосфора 7 и калия 21 кг на 1000 м³ воды. Ирригационная оценка по методам Стеблера, Антипова-Каратаева, А.М. Можейко, Н.Ф. Буданова, подтверждает пригодность этих вод для орошения. Однако более полную оценку пригодности сточных

вод орошения можно получить лишь при постановке полевого опыта в естественных условиях, что нами реализовано.

Расчеты, приведенные в таблице 1, показывают, что оценка сточных вод по существующим классификациям говорит об их пригодности для орошения, за исключения метода М.Ф. Буданова, где отношения натрия к кальцию получились больше: 1,0.

Таблица 1 – Ирригационная оценка пригодности сточных вод Кызылординской городской канализации, г-экв/л

Table 1 – Irrigation assessment of the suitability of wastewater of the Kyzylorda city sewerage, g-eq/l

№	Методы расчета	Расчетные формулы	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na+ +K	Ca+ +Mg	$\frac{Na}{Ca}$	$\frac{Na}{Ca+Mg}$	Оценка
			5,79	9,4	7,2	9,6	7,7	16,8	1,07	0,46	
1	А.М.Можейко	$Na + K \cdot 100 \leq 65\% \sum \text{катион}$	$\frac{7,7}{20,6} \cdot 100\% = 37,4 < 65\%$								Вода не опасна
2	М.Ф.Буданова	$\frac{Na}{K} \leq 1,0$	$\frac{7,7}{7,2} = 1,07 > 1,0$								Не пригодна
		$\frac{Na}{Ca + Mg} \leq 0,7$	$\frac{7,7}{7,2 + 9,6} = 0,46 < 0,7$								Пригодна
		$(Ca + Mg) \sum_{ингр} \leq 4,0$	$\frac{3,97}{7,2 + 9,6} = 0,24 < 4,0$								Пригодна
3	Ричардс (США)	$S = \frac{Na}{\sqrt{0,5(Ca + Mg)}} \leq 8,0$	$S = \frac{7,7}{\sqrt{0,5(7,2 + 9,6)}} = 0,65 < 8,0$								Не происходит осоленцевания
4	Стеблер (Франция)	$Ka = \frac{288}{rNa+rCl} \leq 6 \div 18$	$Ka = \frac{288}{7,7+5,79} = 21,3 > 18$								Пригодна к орошению
5	ВНИИССВ	Cl < 300 мл/л	205,9 < 300								Удовлетворяет требованиям
6	СЭВ и ВНИИССВ	SO ₄ ≤ 500 мл/л	451,2 ≤ 500								Удовлетворяет требованиям
7	ВНИИССВ	Mg < 300 мл/л	115,2 < 300								Удовлетворяет требованиям

М.Ф. Буданов [7] считает, что при минерализации воды до 1,0г/л соотношение катионов должно быть следующее:

$$\frac{Na}{Ca} < 1,0 \bullet b \bullet \frac{Na}{Ca + Mg} \bullet < 0,7 \text{ или } \frac{\sum \text{солей}}{Ca + Mg} < 3,0$$

Более жесткие условия к качеству оросительной воды, которые ставит М.Ф. Буданов, дают возможность применения её в широком диапазоне. В нашем случае сточные воды перед поливом сельскохозяйственных культур необходимо кальцинировать или разбавлять свежей водой для улучшения ирригационных показателей по М.Ф. Буданову.

В.Д. Долиной [8] разработаны требования к качеству состава сточных вод по основным агрономическим показателям для наиболее распространенных типов почв. В этой классификации такие показатели, как прозрачность, цветность и содержание кислорода не лимитирует использование сточных вод на орошение, а состав сточных вод, независимо от категории и вида, должен соответствовать ряду показателей по типам почв.

Во всех пробах зафиксировано содержание хлоридов от 113,6 до 205,9 мг/л. Использование такой воды может привести к развитию процессов хлоридного засоления. Для его предупреждения необходимо организовать мониторинговые наблюдения за содержанием солей в почве. Если будет проследиваться тенденция по ухудшению солевого состава почвы, необходимо проводить разбавление очищенной сточной воды водой лучшего качества (в среднем содержание хлоридов не должно превышать 140 мг/л).

Содержание азота, фосфора и калия в сточной воде г. Кызылорды составляет в среднем 19:7:21 кг/га, что меньше допустимой. Содержание питательных элементов в 1000 м³ объёма следующее: азота -20-30кг; фосфора -8-12кг; калия-20-25, множество микроорганизмов и микроэлементов. Все они находятся в растворенном виде, попадая в почву, быстро поглощаются корнями растений.

Таблица 2 – Солевой состав сточной воды г. Кызылорда

Table 2 – Salt composition of wastewaterKyzylorda

Место отбора пробы	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	Минерализация г/л
Сточные воды перед поливом	300	205,9	451,2	144	115,2		177,1	1,39

В табл. 2 для расчета коэффициента ионного обмена (K) использована следующая формула [8]:

$$K = \frac{rCa + rMg}{rNa + 0,238 S} = 16,8/7,33 = 2,29 > 1$$

где rCa, rMg – эквивалентное содержание соответственно кальция и магния в воде; S – минерализация, г/л.

Натриевое адсорбционное отношение (SAR) определялось по формуле [9]:

$$SAR = \frac{rNa}{\sqrt{0,5(rCa + rMg)}} = 2,7 < 8.$$

Таблица 3 – Оценка пригодности сточной воды г. Кызылорда для целей орошения по широко используемым в РФ методикам

Table 3 – Assessment of the suitability of wastewater Kyzylorda for irrigation purposes according to widely used methods in the Russian Federation

Место отбора пробы	Ирригационный коэффициент	Коэффициент ионного обмена	SAR
Сточные воды перед поливом	21,3	2,28	2,7

Из анализа таблицы 3 наглядно видно, что:

– ирригационный коэффициент $21,3 < 18$, это соответствует удовлетворительному качеству воды, т.е. необходимы меры для предупреждения накопления щелочей;

– коэффициент ионного обмена $2,28 > 1$, что характеризует эту воду как пригодную для целей орошения;

– значение SAR равная $2,7 < 8$, что в свою очередь характеризует воду как безопасную для целей орошения.

Как показывают результаты отбора проб, зафиксировано соотношение $Na^+/Ca^{2+} > 1$. По Буданову, это свидетельствует о том, что при использовании данной категории воды будет происходить осолонцевание почвы, чтобы предупредить развитие этого негативного процесса необходимо известкование воды или гипсование почвы.

При поливе сточными водами несколько повышается плодородие почвы: гидролизуемый азот увеличивается на 7%, обменный калий на 11% [10, 11]. Отмечена тенденция почвы к осолонцеванию, что свидетельствует о необходимости предусмотрения мелиоративных мероприятий, направленных на предупреждение процесса засоления почвы.

Первичная комплексная оценка возможности использования очищенных сточных вод города Кызылорда для целей орошения древесных насаждений показала, что данную категорию воды в целом можно применять для полива сельскохозяйственных растений, но при этом в обязательном порядке необходимо организовать:

– наблюдения за солевым составом почвы;

– проведение гипсования почвы.

При изучении режима орошения древесных насаждений наибольшую значимость представляет знание их биологической особенности к водному режиму в течение вегетации.

Из видового состава тополей высоким приростом отличались тополя «Казахстанский», затем «Кайрат». Окраска листьев тополей, орошаемых сточными водами была темнее, чем при поливе речными водами. В первый год жизни тополей площадь одного листа составила $30-49 \text{ см}^2$, наибольшая площадь отмечена у тополя «Казахстанский».

В условиях низовья реки Сырдарья быстрорастущие гибридные тополя «Казахстанский», «Кайрат» показали себя отзывчивыми к орошению возвратными водами. Рост и развитие гибридных топо-

лей, посаженных черенками, показала лучший результат, чем посадка саженцами.

Возделывание гибридных тополей в низовье реки Сырдарьи, по предварительным расчетам, может дать с каждого гектара 350-400 м³ деловой древесины.

Использование очищенных сточных вод для целей орошения является перспективным направлением для Республики Казахстан. Его внедрение в практику позволило бы повысить водообеспеченность сельскохозяйственной отрасли и уменьшить объем загрязняющих веществ, поступающих с данной категорией воды в реки, озера и моря. Однако необходимо отметить, что разработка данного направления имеет ряд ограничений, в первую очередь связанных с качеством очистки данной категории этого ресурса.

Заключение

Для внедрения в практику использования очищенных сточных вод для целей орошения в Республике Казахстан необходимо предусмотреть на региональном уровне реализацию ряда мероприятий, а именно:

– введение обязательных дополнительных наблюдаемых показателей качества очищенных сточных вод канализационных очистных сооружений (КОС) населенных пунктов, если планируется использование данных вод для целей орошения, а именно: солевого состава и микроэлементов (согласно СанПиН 2.1.7.573-96);

– проведение необходимых исследований по оценке степени и характера возможного влияния очищенных сточных вод, сбрасываемых с конкретных КОС, на

почву предполагаемого участка орошения;

– субсидирование сельхозтоваропроизводителей, использующих очищенные сточные воды для целей орошения, при выполнении ими всех предусмотренных процедур по обеспечению экологически безопасной мелиоративной обстановки и соответствия качества продукции действующим нормативам.

В целом по результатам исследований можно использовать сточные воды Кызылординской городской канализации на орошение древесных насаждений и промывку засоленных земель, что обеспечит охрану окружающей среды и значительную экономию средств, улучшит водообеспеченность орошаемых участков в низовьях р.Сырдарьи, сэкономит значительные объемы речных вод и минеральных удобрений, создаст условия для расширения посевов кормовых культур и укрепления кормовой базы животноводства.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

Благодарность

Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования по научным, научно-техническим программам на 2023-2025 годы BR21882415 «Разработка технологии безопасной утилизации сточных вод для полива кормовых культур и древесных насаждений в условиях дефицита воды в Кызылординской области.

REFERENCES

1. Doklad OON o sostoyanii vodnykh resursov mira «Voda dlya lyudey, voda dlya zhizni» [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: [http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556r .pdf](http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556r.pdf)
2. **Vikhreva D.R., Gamazina D. R** Sanitarno-gigiyenicheskaya otsenka ispolzovaniya stochnykh vod na orosheniye // Sovremennyy vzglyad na budushcheye nauki: sbornik statey. -2015. -S. 214–216. (in Russian)
3. **Petrinin V., Saparov A., Nugayeva T.V.** Mezhdunarodnoye sotrudnichestvo po ratsionalnomu ispolzovaniyu marginalnykh vod Respubliki Kazakhstan. Pochvovedeniye i agrokimiya. 2009;(1):32-39(in Russian).
4. **Shomontayev A.A., Otarbayev B.S., Abdikerova U.B.** Irrigatsionnaya otsenka stochnykh vod g.Kyzylorda dlya vozdeyvaniya drevesnykh kultur i kustarnikovykh nasazhdeniy. *Nauka i mir.*2014 №4, c.151-156. (in Russian)
5. **Abdikerova U.B.** Biologicheskaya ochistka stochnykh vod goroda Kyzylorda v tselyakh orosheniya gibridnykh topoley. Magisterskaya dissertatsiya. Kyzylordinskiy gosudarstvennyy universitet imeni KorkytAta, 2012. (in Russian)
6. **Umbetova Sh.M., Otarbayev B.S., Shegenbayev A.T., Abdikerova U.B.** Sovremennoye sostoyaniye sistemy vodootvedeniya i ekologicheskoye obosnovaniye biologicheskoy ochistki stochnykh vod goroda Kyzylorda // *Vestnik Kyzylordinskogo universiteta imeni Korkyt Ata, № 2 (61) 2022.* – S.157-165. (in Russian)
7. **Budanov M.F.** Sistema i sostav kontrolya za kachestvom prirodnykh istochnykh vod pri ispolzovanii ikh dlyaorosheniya. – Kiyev 1970, S. 48(in Russian)
8. **Dolina V. D.** Otsenka prigodnosti stochnykh vod dlya orosheniya v razlichnykh pochvenno-klimaticheskikh zonakh // Yestestvennyye metody ochistki stochnykh vod i ikh ispolzovaniye v selskom khozyaystve – M, 1972, S. 5-13 (in Russian)
9. **Shuravilin A.V., Mozhayskiy YU.A.** Praktikum po melioratsii selskokhozyaystvennykh zemel: ucheb. posobiye. Ryazan: RGATU, 2011. 214 s. (in Russian)
10. **ZubairovO.Z.** Orosheniye stochnymi vodami v Kazakhstane. Almaty. 1994. S.3-8 (in Russian)
11. **Aliyev M.M.** Issledovaniye otkhodov bureniya... i metody ikh ochistki // *Vestnik Azerbayzhanskoy Inzhenernoy Akademii, Tom 4, №1, Baku, 2012. S.94-101 (in Russian)*