

УДК 556. 114

МРНТИ 70.27.17; 37.27.02

**СОВРЕМЕННАЯ ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА Р. ЕРТИС****С.М. Романова^{1*}** д.г.н., **Е.Г. Крупа^{1,2}** д.б.н., **А.С. Серикова¹**, **С.Н. Алексеев¹**¹*РГП на ПХВ «Институт зоологии» КН МНВО РК, Алматы, Казахстан*²*Казахстанское Агентство Прикладной экологии, Алматы, Казахстан**E-mail: sofiyarom@mail.ru*

В статье приведены материалы собственных исследований по изучению распределения минерализации, ионного состава, жесткости, растворенных газов и значений pH в различных компонентах речной экосистемы Казахстанской части бассейна р. Ертис в летний период 2023 года. Установлено, что вода р. Кара Ертис по величине минерализации относится к ультрапресной, величине общей жесткости – к мягкой, содержанию и соотношению главных ионов – к карбонатному классу, кальциевой группе, второго типа. В пределах Павлодарской области концентрация основных солеобразующих ионов в воде р. Ертис возрастает в среднем в 1,7...2,4 раза, вода становится пресной, индекс воды по Алекину сохраняется S^{Ca} по всему течению. Минерализация воды в пойменных озерах Орловское, Старица, Курколь мало отличается от воды р. Ертис. Вода всех изученных водных объектов, за исключением озера – накопителя Балкылдак, по содержанию нормируемых главных ионов и минерализации относится к 1 классу качества, пригодна для всех видов водопользования и соответствует «очень хорошему» качеству. Накопитель сточных вод Балкылдак имеет воду повышенной солености (19,42 г/дм³), очень жесткую, сильно метаморфизованную хлоридно-натриевого состава третьего типа и ее можно рекомендовать для извлечения бишофита, галита и гипса.

Ключевые слова: минерализация, ионный состав, растворенные газы, гидрохимия, величина pH, жесткость воды, солевой состав, экология

Поступила: 29.11.23

DOI: 10.54668/2789-6323-2024-112-1-121-132

ВВЕДЕНИЕ

Ертис – наиболее длинная трансграничная река, протекающая по территории Китая, Казахстана и России. Кара Ертис – верхнее течение реки Ертис, от истока в Китае до впадения в озеро Жайсан. На данном участке основное русло имеет несколько притоков, как левобережных (р. Кендирик, р. Жарлы), так и правобережных (р. Куршим, р. Калжыр). Притоки правобережья – это горные реки, берущие начало на водоразделах нескольких горных систем (Сауыр-Тарбагатай, Алтай и т.д.). Притоки левобережья малочисленны и более маловодны. Они, имея истоки в отрогах хребта Тарбагатай, в основном течении получают подпитку за счет снеготаяния в полупустынных районах.

Основным водным объектом Павлодарской области является трансграничная

река Ертис, протяженность которой по Павлодарской области составляет 720 км.

Водные ресурсы Ертиса интенсивно используются не только в Китае, России, но и на территории Казахстана (крупные и малые водохранилища, забор воды в канал им. К. Сатпаева, источник водоснабжения более 550 населенных пунктов Карагандинской, Восточно-Казахстанской и Павлодарской областей) (Винокуров Ю.И. и др., 2010; Mamitimin Y. et al., 2015; Дускаев К.К. и др., 1999; Зонн И.С. и др., 2018). На фоне ежегодно возрастающего безвозвратного забора воды реальную озабоченность вызывает и неудовлетворительное качество воды на всем протяжении реки (Бурлибаев М. Ж. и др., 2014; Бурлибаев М. Ж., Куц С.И. и др., 2014; Чемагин А.А., 2015). Вода р. Ертис загрязняется в основном

промышленными, сельскохозяйственными и коммунально-бытовыми стоками. Так, на территории Павлодарской области существуют три основных очага химического загрязнения природной среды: промышленные предприятия города Павлодара, угольные карьеры, ГРЭС-1,2 г. Экибастуз, завод ферросплавов и ГРЭС г. Аксу. В этой связи сохраняется опасность техногенного воздействия на человека, использующего речную воду в питьевых целях.

На формирование химического состава воды рек и водоемов оказывают влияние физико-географические факторы, в том числе почвы и климат. Для территории Павлодарской области характерна высокая комплексность почвенного покрова, особенно широко распространены комплексы зональных почв с солонцами: черноземы южные в основном нормальных и карбонатных родов; светло – и темно каштановые; лугово-каштановые, луговые в основном древнеаллювиальные; солонцы и пески со значительным диапазоном механического состава, содержания гумуса и легкорастворимых солей (Агроклиматические ресурсы...,2017). В июле 2023 г. в г. Аксу

преобладала погода с умеренными ветрами 9-14 м/с, порывы ветра достигали 18 м/с, наблюдались дни со слабым ветром 3-5 м/с. Температура атмосферного воздуха колебалась от +11,0°С до +40,0°С. Осадки наблюдались в виде дождя от 0,0 до 12,9 мм. (Информационный бюллетень..., 2023).

С 2023 г. начаты комплексные физико-химические исследования водных объектов казахстанской части бассейна р. Ертис с целью оценки вклада природных и антропогенных факторов в общий уровень загрязнения речной экосистемы. Полученные данные необходимы также для учета сложных взаимосвязей между абиотическими и биотическими показателями гетерогенной природной экосистемы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор материалов осуществлялся в июле 2023 г. в верхней (Кара Ертис и притоки) и нижней части бассейна (река Ертис на территории Павлодарской и частично Абайской областей, пойменные озера и накопитель промышленных сточных вод Балкылдак) (рисунки 1...2).

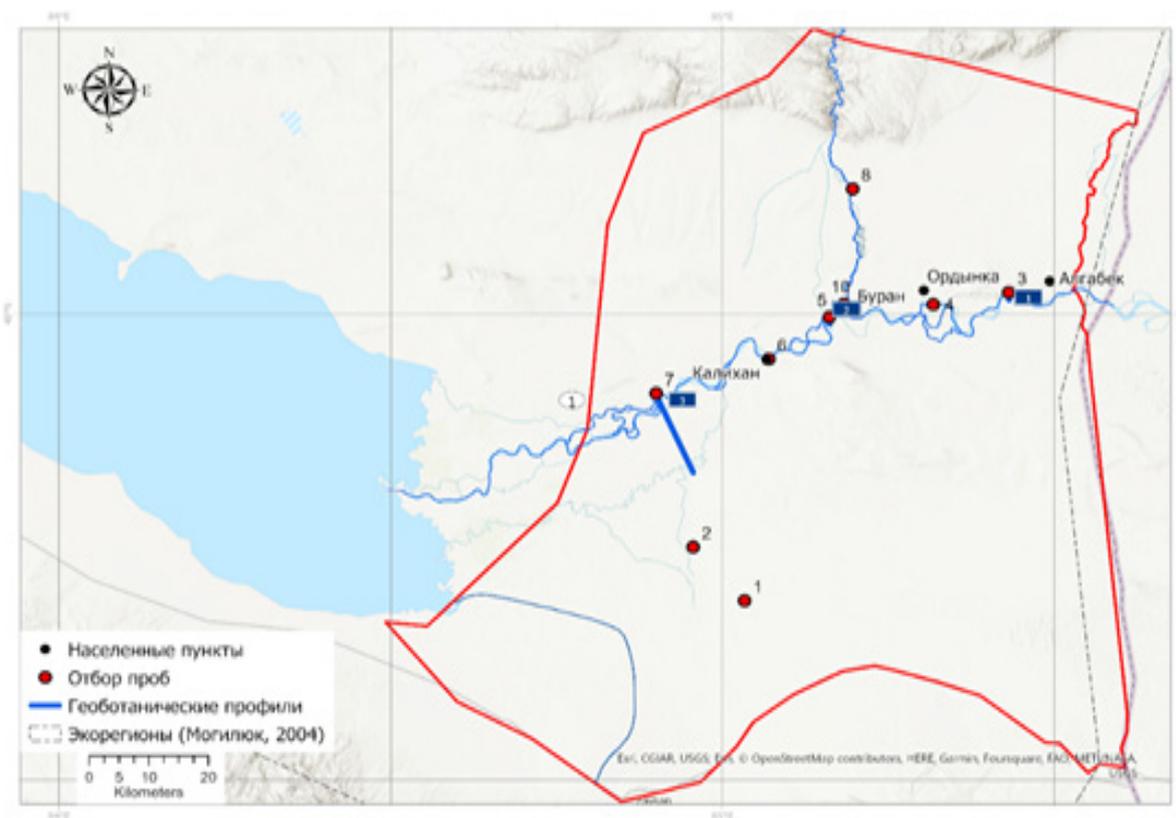


Рис.1. Карта бассейна р. Кара Ертис с пунктами отбора проб воды

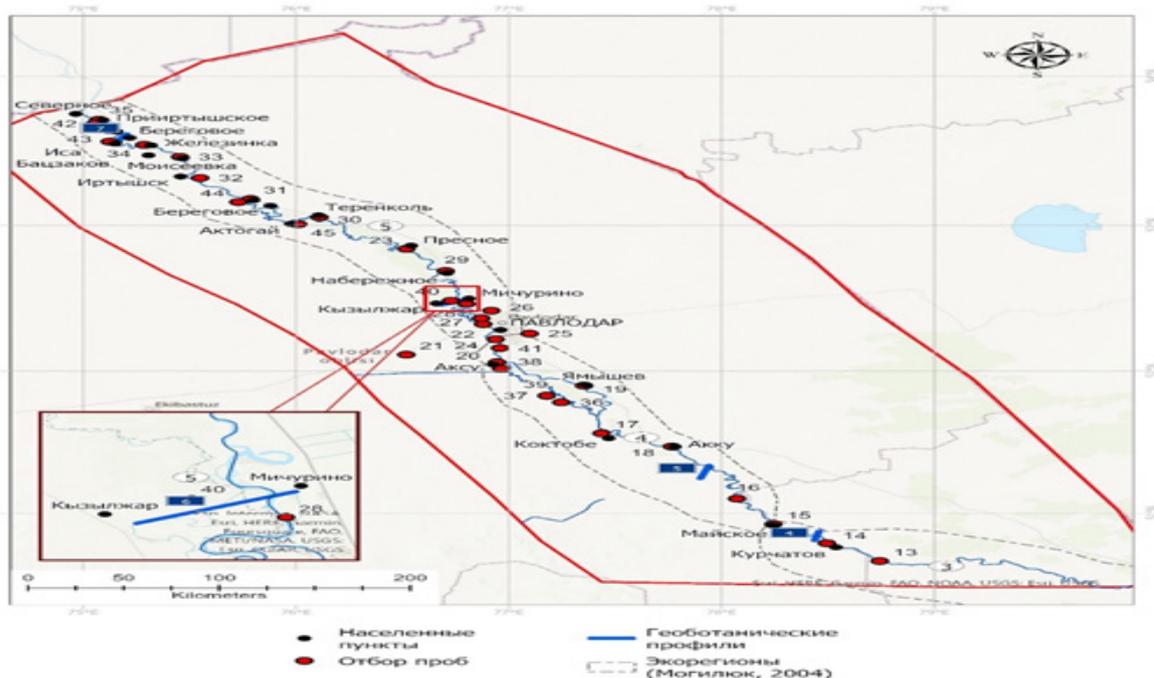


Рис.2. Карта бассейна р. Ертис в пределах Павлодарской области

На каждой станции определены физические свойства: вкус, запах и температура воды. В работе применялись полевые методы и методы лабораторного анализа. Согласно рекомендациям (Гусева Т.В., 2002; Семенов А.Д., 1977) определение неустойчивых компонентов воды (вкус, запах, температура, рН, HCO_3^- , CO_3^{2-} , O_2 , CO_2) проводилось сразу после отбора проб, остальных главных ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ + K^+ , общей жесткости – в лаборатории из неконсервированных проб. Величина рН измерялась с помощью цифрового рН-метра АМТАСТ.

Для определения компонентов химического состава воды были применены общепринятые в гидрохимической практике методы (Семенов А.Д., 1977). Определение кислорода проведено йодометрически по методу Винклера; гидрокарбонатные и карбонатные ионы – методом объемного прямого титрования; ионы кальция, магния и общей жесткости – комплексометрическим методом с индикаторами мурексидом, хромовым черным ЕТ-00; сульфаты – весовым методом; хлориды – объемным аргентометрическим методом; суммарное содержание ионов натрия и калия рассчитано по разности между суммой анионов и катионов в ммоль/

дм³ эквивалентной форме. Интенсивность запаха и вкуса воды определяли при 20°С и 60°С и оценивали по пятибалльной системе.

В ходе анализа процент ошибок не превышал допустимых значений их погрешности. Все пробы воды анализировались в трехкратной повторности. Для получения достоверных выводов применялась математическая обработка (Чарыков А.К., 1984). Классификация химического состава произведена по О.А. Алекину (Алекин О.А., 1970).

Для гидрохимического анализа отобрано 44 пробы воды, в том числе 7 проб левобережных (р. Кендирлик, р. Жарлы) и правобережных (р. Калжыр, р. Куршим), притоках, 5 – в Кара Ертис, 22 – в реке Ертис на территории Павлодарской области, 10 проб – в пойменных озерах Орловское, Курколь, Ески Ертис и накопителе Балкылдак. Координатная привязка станций выполнялась с помощью GPS-навигатора GarminТех. Пробы воды отобраны в пределах восточных долгот 47.620...51.825 и северных широт 84.936...77.185.

Оценка качества воды по гидрохимическим показателям (главные ионы и значения рН) произведена на основе Единой системы классификации качества воды в

в водных объектах (Единая система..., 2016).

Основными критериями качества вод по содержанию кислорода и диоксида углерода являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) для водоемов рыбохозяйственного водопользования (Фомин Г.С., 1995; Никаноров А.М., 2008).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В летний период температура воды левобережных притоков реки Кара Ертис, Кендирлик и Жарлы прогревалась до 26,5 и 28,7°C, соответственно, а правобережных Куршим и Калжыр – до 15,5 и 21,5°C, соответственно (таблица 1). Температура воды р. Кара Ертис изменялась в пределах 22,7...23,5°C. Температура воды р. Ертис от г. Курчатова до п. Урлютюб увеличилась в среднем почти на 4°C. Температура воды пойменных левобережных озер Орловское и Курколь не превышает 23°C, а старицы 25°C. Вода рек Кара Ертис и его притоков, Ертиса не имели запаха и вкуса, интенсивность 0 баллов. В воде озера Орловское и Ески Ертис легко замечался травянистый и рыбный запах с кисловатым привкусом, интенсивность 2 балла. Вода оз. Курколь имела очень сильный смешанный болотистый, гнилостный, сероводородный с примесью ароматических химических веществ запах интенсивностью 5 баллов.

Болотистый, сероводородный запах с примесью химикатов ближе к смолистым веществам легко замечался в воде отстойника Балкылдак, интенсивность 3 баллов. Вкус озерной воды Курколь и Балкылдак не определяли.

Кислород и диоксид углерода являются важнейшими составляющими газов любого водоема или водотока, необходимыми для их экологической оценки. На содержание O₂ и CO₂ в воде оказывают влияние многие взаимосвязанные факторы: фотосинтез, потребление на различные окислительно-восстановительные процессы и дыхание организмов, температура воды, атмосферное давление, минерализация воды, интенсивность перемешивания водных масс и др. Концентрация углекислого газа влияет на смещение карбонатно-кальциевого равновесия, которое в конечном итоге позволяет исследовать агрессивные и накипеобразующие свойства воды. Изучение этих свойств является предметом самостоятельного исследования. Величина рН и температура воды оказывают существенное влияние на все вышеперечисленные процессы.

Концентрация растворенного кислорода в воде исследуемых водных объектов, кроме оз. Курколь (6,05...13,47, в среднем 7,16...12,56 мг/дм³) находится в пределах нормы ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (6,00 мг/дм³) (таблица 1).

Таблица 1

Содержание газов, значение рН и температуры воды объектов бассейна р. Ертис, среднее значение со стандартной ошибкой, лето 2023 г.

Пункт	O ₂ , мг/дм ³	CO ₂ , мг/дм ³	рН	Температура, °С
р. Кендирлик, п. Даир	8,41	3,52	7,94	26,5
р. Жарлы	7,16	3,30	7,74	28,7
р. Калжыр	8,90 ±0,11	0,81±0,81	7,38...7,72	19,2...21,5
р. Куршим	9,32±0,13	2,08±0,32	7,32...7,47	15,5...18,7
р. Кара Ертис	9,04±0,07	1,23±0,20	7,10...7,42	22,7...23,5
р. Ертис выше г. Павлодар	8,44±0,40	1,29±0,17	7,66...8,16	23,8...25,9
р. Ертис район Павлодар и г. Аксу	8,12±0,04	1,63±0,18	7,52...7,70	23,1...25,7
р. Ертис ниже Павлодар	9,87±0,21	1,76±0,19	7,50...7,88	24,4...25,7
Старица (Ески Ертис, п. Костомар)	12,56±0,40	1,10 ±0,00	7,95...8,02	24,6...25,1
оз. Орловское	12,56±0,50	0,37±0,37	7,92...9,45	22,6...23,0
оз. Курколь (выше г. Аксу)	5,49±1,14	0,13	8,19...8,46	21,7...22,1
озеро-накопитель Балкылдак	8,60	1,35	7,32	24,9

По содержанию кислорода вода р. Ертис, его притоков и озер в летний период 2023 г. относится к очень чистой или чистой. Вода оз. Курколь менее обогащена кислородом (в среднем 5,49 мг/дм³) возможно из-за чрезмерного развития зоо-фитопланктона по всей акватории озера, а также активного протекания восстановительных процессов в системе «донные отложения-вода», приводящие к значительному заиливанию озера.

Диоксид углерода содержится во всех объектах (0,13...3,52 мг/дм³), причем в озерах Курколь и Орлов-

ское его концентрация минимальная.

Водар. Ертис и притоков имеет слабощелочную среду, значения рН колеблются в пределах 7,32...8,16. А вода озера чаще более щелочная со значениями рН до 8,25. На одной из станций оз. Орловское значение рН достигло 9,45.

Анализ содержания главных ионов в воде объектов бассейна р. Ертис (кроме озера-накопителя Балкылдак) показал, что преобладающими являются ионы кальция (10,02...39,08 мг/дм³) и гидрокарбонатные ионы (48,82...195,26 мг/дм³) (таблица 2, рисунки 3...5).

Таблица 2

Предельные концентрации главных ионов в воде объектов бассейна р. Ертис, мг/дм³ (лето 2023 г.)

№ станции	значение	Na ⁺ +K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Минерализация	Общая жесткость, мг-экв/дм ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
р. Кендирлик, левый приток (п. Даир)										
1		5,75	12,02	4,62	48,82	0	13,50	4,61	89,30	7,94
р. Жарлы, левый приток (п. Биржан)										
2		13,25	10,42	3,65	54,92	0	14,32	5,32	101,90	7,74
р. Калжыр (правый приток)										
8...10	мин	7,25	10,02	4,26	54,92	0	9,46	2,84	113,20	7,38
	макс	11,50	16,08	6,08	79,33	0	13,50	4,61	123,20	7,72
р. Куршим (правый приток)										
11,12	мин	12,75	38,08	9,97	155,60	0	32,43	4,96	259,6	7,32
	макс	35,50	39,08	12,76	195,26	3,00	39,83	5,67	325,3	7,47
р. Кара Ертис										
3...7	мин	4,25	10,02	4,26	51,86	0	7,90	2,48	92,97	7,10
	макс	11,50	14,03	6,08	73,22	0	14,15	4,61	112,80	7,42
р. Ертис (выше г. Павлодар)										
13...19	мин	15,25	18,04	6,08	85,43	0	24,52	8,51	170,70	7,66
	макс	157,75	30,06	12,16	97,63	0	343,5	9,22	638,10	8,16
р. Ертис (г. Павлодар)										
20...22,	мин	11,50	22,05	7,29	91,53	0	26,50	7,09	171,40	7,52
24,27	макс	17,75	24,05	8,51	103,73	0	27,49	9,22	187,30	7,70
р. Ертис (ниже г. Павлодар)										
23	мин	11,25	20,04	7,03	85,43	0	24,69	7,80	160,40	7,50
28...36	макс	19,25	24,05	9,73	103,73	0	30,61	9,22	188,20	7,88
Ески Ертис (Старица, п. Костомар)										
43...45	мин	19,75	24,05	10,94	134,24	0	28,64	13,48	236,80	7,95
	макс	25,75	28,06	14,59	146,45	0	31,11	13,48	251,70	8,02
оз. Орловское										
37...39	мин	40,50	16,03	12,76	42,71	0	39,34	46,10	234,70	7,92
	макс	47,50	28,06	14,59	128,14	24,00	44,93	46,80	298,00	9,45
оз. Курколь (выше г. Аксу)										
40...42	мин	23,00	29,06	10,34	128,14	0	17,45	18,40	240,60	8,19
	макс	40,25	31,06	12,16	146,45	0	32,43	18,40	274,60	8,46
Отстойник Балкылдак										
26		5539,7	841,4	912,0	250,2	0	988,9	10885	19417,9	7,32

Индекс воды по классификации О.А. Алекина $S^{Caп}$. Исключением являлась вода р.Ертис, отобранной у г. Курчатова (станция 13). Здесь больше всего содержится ионов натрия ($157,7 \text{ мг/дм}^3$) и сульфатных ионов ($343,5 \text{ мг/дм}^3$), индекс воды по О.А. Алекину $S^{Naп}$. Причиной повышенного содержания главных ионов здесь является сброс услов-

но чистых сточных вод г. Курчатова и близлежащих сел, а также возможной подпиткой более минерализованных грунтовых и подземных вод (Хамзина Ш.Ш., 2013). В остальных водных объектах концентрация ионов натрия и сульфатных ионов не превышает $35,5 \text{ мг/дм}^3$ и $39,8 \text{ мг/дм}^3$, соответственно.

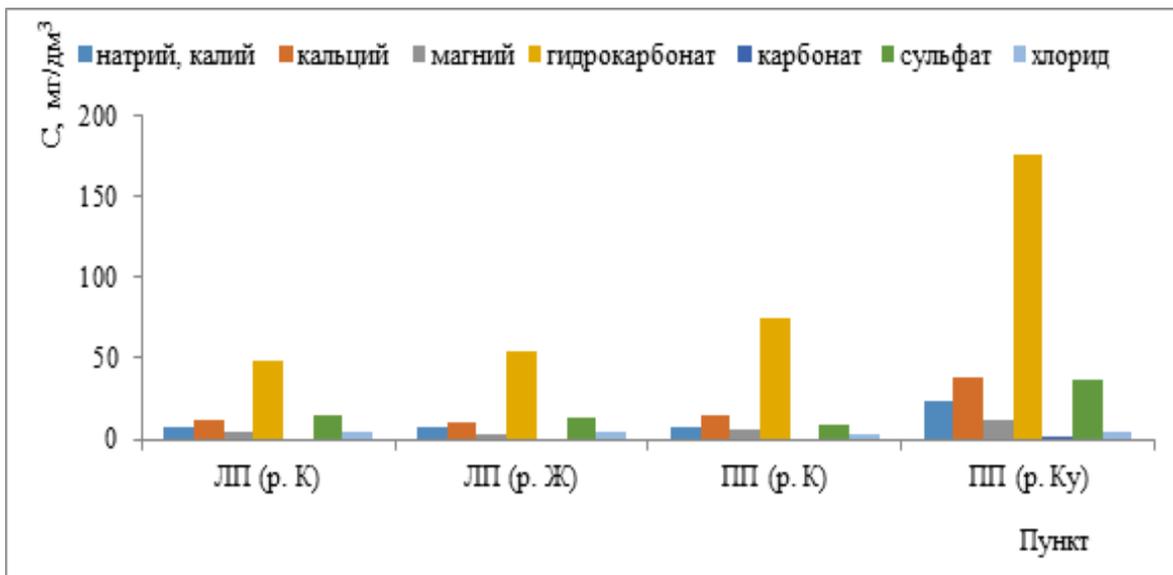


Рис.3. Среднее содержание главных ионов в воде притоков р. Ертис, лето 2023 г.

Усл. обозн.: ЛП(р. К) – левый приток, р. Кендирлик; ЛП(р. Ж) – левый приток, р. Жарлы; ПП (р. Калжыр); ПП (р. Ку) – правый приток, р. Куршим

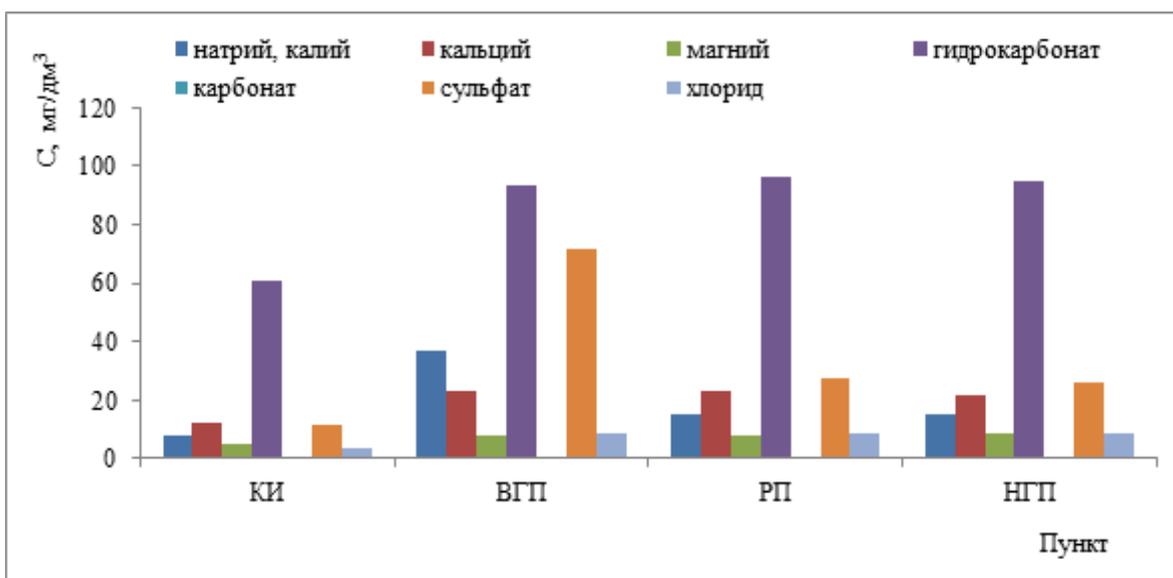


Рис.4. Среднее содержание главных ионов в воде по течению р. Ертис, лето 2023г.

Усл. обозн.: КИ – р. Кара Ертис; ВГП – р. Ертис, выше г. Павлодар; РП – р. Ертис, г. Павлодар; НГП – р. Ертис, ниже г. Павлодар

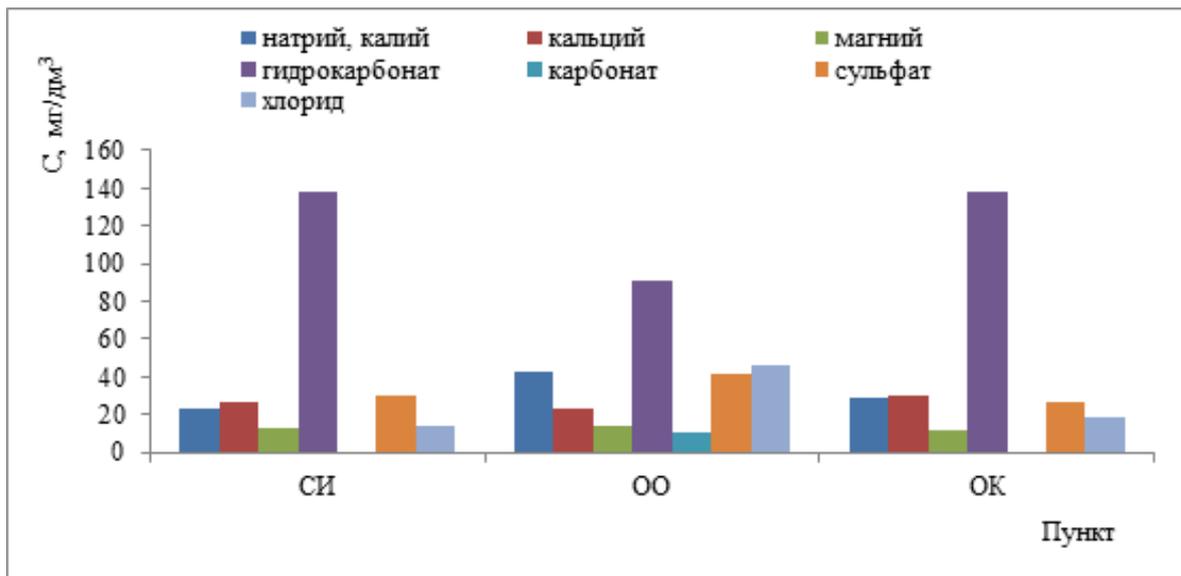


Рис. 5. Среднее содержание главных ионов в воде озер Павлодарского Прииртышья
Усл. Обозн.: СИ – Ески Иртыш (старича); ОО – оз. Орловское; ОК – оз. Курколь

Отметим, что карбонатно-кальциевый состав воды р. Ертис отмечался многими авторами с момента изучения его гидрохимии (Бурлибаев М.Ж. и др., 2014; Пильгук В.Я., 1975; Амиргалиев Н.А., 1998).

В воде озера-накопителя промышленных стоков Балкылдак преобладающими являются хлоридные ионы (56% от суммы ионов) и натрия (23% от суммы ионов), в то время как на остальные ионы приходится от 1 до 6% от суммы ионов. По содержанию нормируемых ионов вода озера-накопителя относится к 4 классу качества по сульфатам и к 5 классу качества по остальным ионам.

Закариной Н.А. с соавторами в 2009 г. был определен состав воды накопителя сточных вод Балкылдак (Закарина Н.А. и др., 2011). Авторы зафиксировали хлориды в количестве 4,0...4,2 г/дм³ и сухого остатка в 8,0...10,3 г/дм³. Можно заключить, что за период с 2009 г по 2023 г. идет постепенное накопление минеральных солей в озере-накопителе.

Вода левобережных притоков, р. Кара Ертис, р. Калжыр и самой р. Ертис (за исключением станции 13) имеет минерализацию меньше 0,2 г/дм³ и относится к ультрапресной (таблица 2). Вода р. Куршим (259,6...325,3 мг/дм³) и озер (234,7...298,0 мг/дм³) пресная.

Общая минерализация воды отстойни-

ка Балкылдак в летний период 2023 г. достигла 19,42 г/дм³, т.е. вода повышенной солености, относится к 5, наихудшему классу качества. А общая жесткость воды здесь составляет 120,0 мг-экв/дм³ (очень жесткая). Вода остальных водоемов и водотоков имеет жесткость 0,85...2,95 мг-экв/дм³ и считается мягкой.

Вода всех изученных водных объектов, за исключением озера-накопителя Балкылдак, по содержанию нормируемых главных ионов и минерализации относится к 1 классу качества, пригодна для всех видов водопользования и соответствует «очень хорошему» качеству (Единая система..., 2016).

Главные ионы являются основными в образовании минеральных солей. Расчет солевого гипотетического состава, основанный на растворимости солей, показал следующие результаты. Вода р. Кара Ертис содержит больше всего гидрокарбонатов кальция и магния (74%-экв), меньше (26%-экв) – сульфатов магния и натрия и хлорида натрия. Солевой состав воды р. Ертис несколько меняется по течению реки. Так, в пункте выше г. Павлодар доля гидрокарбонатов кальция и магния снижается до 46%-экв, в то время как доля других легко растворимых солей, особенно сульфата натрия (37%-экв), возрастает до 54%-экв. Это объясняется вероятнее всего влиянием более

минерализованных подземных и грунтовых вод, а также городских сточных вод г. Курчатов (Закарина Н.А. и др., 2011; Тулендинова Ю.Г., Швецова Л.В., 2020). Далее по течению в основном за счет разбавления и перемешивания водных масс наблюдался рост концентрации гидрокарбонатных солей до 67%-экв и снижения сульфатных и хлоридных солей до 14%-экв в пункте ниже г.Павлодар. При создавшихся условиях растворимые в воде гидрокарбонаты кальция и магния могут легко перейти в нерастворимые карбонаты, участвуя в сорбционно-десорбционных процессах, тем самым несколько понижая значение общей минерализации воды (Градзинский Р. и др., 1980; Романова С.М., 2008).

Качественный состав солей в притоках р. Ертис и озерах Курколь и Ески Ертис (Старица) практически не отличается от такового в самой реке. Содержание растворимых гидрокарбонатов кальция и магния колеблется в пределах 61,7...81,9%-экв от общего содержания солей. В воде оз. Орловское концентрация карбоната кальция и гидрокарбонатов кальция и магния ниже, чем в остальных объектах и составляет 45,5%-экв. Это свидетельствует о том, что с водосборной площади этого озера больше поступают растворимые сульфаты магния и натрия с хлоридом натрия. Вода притоков Жарлы и Куршим содержит гидрокарбонат натрия (сода) в количестве 6,0 и 2,0%-экв, соответственно.

Расчет солей в воде отстойника Балкылдак показал, что в ней практически отсутствуют гидрокарбонатные соли, но есть хлорид кальция (3,0%-экв), сульфат кальция (6,0%-экв), хлорид магния (23,0%-экв) и больше всего хлорида натрия (67%-экв). Такой состав солей характерен для сильно метаморфизованных вод с высокой минерализацией и участием солей в различных процессах многокомпонентной системы «вода-донные отложения-соли-растения». С большой вероятностью можно предположить образование на дне водоема таких минералов, как галит, бишофит и гипс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, за летний период 2023 г. вода трансграничной р. Ертис на участке от границы с Китаем до оз. Жайсан относится

по величине минерализации к ультрапресной (89,2...102,7 мг/дм³), по величине общей жесткости – к мягкой (0,85...1,10 мг-экв/дм³), по содержанию и соотношению главных ионов – к карбонатному классу, кальциевой группе, второго типа. В воде р. Ертис в пределах Павлодарской области отмечается некоторое увеличение солесодержания в среднем на 74,8...141,5 мг/дм³. При этом вода остается мягкой, становится пресной и изменение соотношения главных ионов не происходит, индекс воды по Алекину постоянно С^{Ca}п. Вода пойменных озер имеет более высокое значение минерализации, в среднем 243,4...268,6 мг/дм³, чем в р. Ертис. Ионный состав сохраняется карбонатно-кальциевым.

Накопитель сточных вод Балкылдак имеет воду повышенной солености, 19,42 г/дм³, сильно метаморфизованную хлоридно-натриевого состава третьего типа, по величине жесткости очень жесткую. Воду этого отстойника можно рекомендовать для извлечения таких минералов, как бишофит, галит и гипс.

Вода всех изученных водных объектов, кроме озера накопителя, по содержанию нормируемых главных ионов и минерализации относится к 1 классу качества, пригодна для всех видов водопользования и соответствует «очень хорошему» качеству. Содержание растворимых газов кислорода и диоксида углерода в воде изученных водных объектов (за исключением отстойника Балкылдак) не выходят за пределы их ПДК, что является благоприятным фактором при использовании воды в рыбохозяйственных целях. Качество воды озера-накопителя Балкылдак относится к 5 наихудшему классу.

Результаты, полученные по солеобразующим компонентам химического состава воды и газам объектов Казахстанской части бассейна р. Ертис, которые подвержены разному влиянию естественных и антропогенных факторов, будут использованы для оценки экологического состояния бассейна и влияния загрязнения на биоразнообразие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Павлодарской области: научно-прикладной справочник / Под ред. С.С. Байшоланова – Астана, – 2017. – 127 с.
2. Алекин О.А. Основы гидрохи-

- мии. – Л.: Гидрометеиздат, – 1970. – 443с.
3. Амиргалиев Н.А. Искусственные водные объекты Северного и Центрального Казахстана (гидрохимия и качество воды). – Алматы: НИЦ «Бастау», – 1998. – 191 с.
 4. Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Шенбергер И.В., Скольский В.А., Бурлибаева Д.М., Уваров Д.В., Смирнова Д.А., Ефименко А.В., Милуков Д.Ю. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана. – Алматы: «Каганат», – 2014. – Т.1. – 742с.
 5. Бурлибаев М.Ж., Куц С.И., Фашевский Б.В., Опп К., Царегородцева А.Г., Шенбергер И.В., Бурлибаева Д.М., Айтуреев А.М. Затопление поймы Ертиса – главный фактор устойчивого развития речной экосистемы. – Алматы: «Каганат», – 2014. – 396с.
 6. Винокуров Ю.И., Чибилёв А.А., Краснаярова Б.А., Павлейчик В.М., Платонова С.Г., Сивохип Ж.Т. Региональные экологические проблемы в трансграничных бассейнах рек Урал и Иртыш // Известия РАН. Серия географическая. – 2010. – № 3. – С. 95-104.
 7. Градзинский Р., Костецкая А., Радомский А., Унруг Р. Седиментология. – М.: Недра, – 1980. – 646 с.
 8. Гусева Т.В. Гидрохимические показатели состава окружающей среды. – М.: Социально-экологический союз, – 2002. – 148с.
 9. Дускаев К.К., Шенбергер И.В. Оценка возможных экологических последствий забора воды из реки Черный Иртыш по каналу Иртыш-Карамай на территории КНР // Эколог. бюллетень. – Алматы, – 1999. – №1. – 13 с.
 10. Единая система классификации качества воды в водных объектах. Приказ Председателя Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 9 ноября 2016 года № 151. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 13 декабря 2016 года № 14513.
 11. Закарина Н.А., Цхай А.И., Епифанцева Т.М., Акулова Г.В. Мониторинг состава сточных вод некоторых промышленных предприятий г. Павлодара, озера-накопителя Балкылдак и подземных вод // Известия Национальной Академии наук Республики Казахстан. Серия химии и технологии. – 2011. – №3. – С.21-24.
 12. Зонн И.С., Жильцов С.С., Семенов А.В. Костяной А.Г. Трансграничные реки Казахстана и Китая // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1. Экономика и управление. – 2018. – № 4, вып. 27. – С. 82-90.
 13. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды по Павлодарской области. Июль 2023 г. – МэиПР РК. Филиал РГП «Казгидромет» по ПО. – 19 с.
 14. Никаноров А.М. Гидрохимия. – Изд. 3-е, перераб. и дополн., СПб.: Гидрометеиздат, – 2008. – 462 с.
 15. Пильгук В.Я. Физико-химия воды реки Иртыш в условиях создания водохранилищ: автореф. канд. хим. наук. – Алма-Ата: КазГУ. – 1975. – 30 с.
 16. Романова С.М. Бессточные водоемы Казахстана. Том 1. Гидрохимический режим. – Алматы: Каз. ун. – 2008. – 250с.
 17. Семенов А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, – 1977. – 541 с.
 18. Тулендинова Ю.Г., Швецова Л.В. Хозяйственное использование водных объектов на территории Павлодарской области республики Казахстан // Материалы IX Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, Национальный исследовательский Томский государственный университет. – Томск: – 2020 г. – С.376-379.
 19. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. (Энциклопедический справочник). – М.: НПО «Альтернатива», – 1995. – 618 с.
 20. Хамзина Ш.Ш., Шарипова З.М., Омарова Г.М. Водные ресурсы Павлодарской области, их охрана и рациональное использование: Учебное пособие, – Павлодар: Инновац. Евраз. ун-т, 2013. – 248 с.
 21. Чарыков А.К. Математическая обработка результатов химического анализа. – Л.: Химия, – 1984. – 168 с.
 22. Чемагин А.А. Современное экологическое состояние реки Иртыш в нижнем течении. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Тюмень, – 2015. – 17 с.
 23. Mamitim Y., Feike T., Seifert I., Doluschitz R. Irrigation in the Tarim Basin, China: farmers' response to changes in water pricing practices // Environ Earth Sci. – 2015. – Т.73. – P. 559–569 DOI 10.1007/s12665-014-3245-2.

REFERENCES

1. Agroklimaticheskie resursy Pavlodarskoi oblasti: nauchno-prikladnoi spravochnik / Pod red. S.S. Baisholanova – Astana, – 2017. – 127 s.
2. Alekin O.A. Osnovy gidrokhimii. – L.: Gidrometeoizdat, – 1970. – 443s.
3. Amirgaliev N.A. Iskustvennyye vodnye ob»ekty Severnogo i Tsentral'nogo Kazakhstana (gidrokhimiya i kachestvo vody). – Almaty: NITs «Bastau», – 1998. – 191 s.
4. Buplibaev M.Zh., Amipgaliev N.A., Shenbepger I.V., Skol'ckii V.A, Buplibaeva D.M., Uvapov D.V, Smipnova D.A., Efimenko A.V., Milyukov D.Yu. Ppoblemu zagpyazneniya osnovnykh tpancgranichnykh pek Kazakhctana. – Almaty: «Kaganat», – 2014. – T.1. – 742s.
5. Buplibaev M.Zh., Kuts S.I., Fashevskii B.V., Opp K., Tsaregorodtseva A.G., Shenbepger I.V., Buplibaeva D.M., Aitureev A.M. Zatoplenie poimy Ertisa – glavnyi faktor ustoichivogo razvitiya rechnoi ekosistemy. – Almaty: «Kaganat», – 2014. – 396s.
6. Vinokurov Yu.I., Chibilev A.A., Krasnoyarova B.A., Pavleichik V.M., Platonova S.G., Sivokhip Zh.T. Regional'nye ekologicheskie problemy v transgranichnykh basseinakh rek Ural i Irtysh // Izvestiya Ran. Seriya geograficheskaya. – 2010. – № 3. – S. 95-104.
7. Gradzin'skii R., Kostetskaya A., Radomskii A., Unrug R. Sedimentologiya. – M.: Nedra, – 1980. – 646 s.
8. Guseva T.V. Gidrokhimicheskie pokazateli sostava okruzhayushchei sredy. – M.: Sotsial'no-ekologicheskii soyuz, – 2002. – 148s.
9. Duskaev K.K., Shenberger I.V. Otsenka vozmozhnykh ekologicheskikh posledstviy zabora vody iz reki Chernyi Irtysh po kanalu Irtyshch-Karamai na territorii KNR // Ekolog.byulleten'. – Almaty, – 1999. – №1. – 13 s.
10. Edinaya sistema klassifikatsii kachestva vody v vodnykh ob»ektakh. Prikaz Predsedatelya Komiteta po vodnym resursam Ministerstva sel'skogo khozyaistva Respubliki

- Kazakhstan ot 9 noyabrya 2016 goda № 151. Zaregistrirovano v Ministerstve yustitsii Respubliki Kazakhstan 13 dekabrya 2016 goda № 14513.
11. Zakarina N.A., Tskhai A.I., Epifantseva T.M., Akulova G.V. Monitoring sostava stochnykh vod nekotorykh promyshlennykh predpriyatii g. Pavlodara, ozera-nakopitelya Balkyldak i podzemnykh vod // Izvestiya Natsional'noi Akademii nauk Respubliki Kazakhstan. Seriya khimii i tekhnologii. – 2011. – №3. – S.21-24.
12. Zonn I.S., Zhil'tsov S.S., Semenov A.V. Kostyanoi A.G. Transgranichnye reki Kazakhstana i Kitaya // Vestnik Moskovskogo universiteta im. S.Yu. Vitte. Seriya 1. Ekonomika i upravlenie. – 2018. – № 4, vyp. 27. – S. 82-90.
13. Informatsionnyi byulleten' o sostoyanii okruzhayushchei sredy po Pavlodarskoi oblasti. Iyul' 2023 g. – MeiPR RK. Filial RGP «Kazgidromet» po PO. – 19 s.
14. Nikanorov A.M. Gidrokhiimiya. – Izd. 3-e, pererab. i dopoln., SPb.: Gidrometeoizdat, – 2008. – 462 s.
15. Pil'guk V.Ya. Fiziko-khimiya vody reki Irtysh v usloviyakh sozdaniya vodokhranilishch: avtoref. kand. khim. nauk. – Alma-Ata: KazGU. – 1975. – 30 s.
16. Romanova S.M. Besstochnye vodoemy Kazakhstana. Tom 1. Gidrokhiimicheskii rezhim. – Almaty: Kaz. un. – 2008. – 250s.
17. Semenov A.D. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu poverkhnostnykh vod sushi. – L.: Gidrometeoizdat, – 1977. – 541 s.
18. Tulendinova Yu.G., Shvetsova L.V. Khozyaistvennoe ispol'zovanie vodnykh ob'ektov na territorii Pavlodarskoi oblasti respubliki Kazakhstan // Materialy IX Vserossiiskoi s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoi konferentsii, Natsional'nyi issledovatel'skii Tomskii gosudarstvennyi universitet. – Tomsk: – 2020 g. – S.376-379.
19. Fomin G.S. Voda. Kontrol' khimicheskoi, bakterial'noi i radiatsionnoi bezopasnosti po mezhdunarodnym standartam. (Entsiklopedicheskii spravochnik). – M.: NPO «Al'ternativa», – 1995. – 618 s.
20. Khamzina Sh.Sh., Sharipova Z.M., Omarova G.M. Vodnye resursy Pavlodarskoi oblasti, ikh okhrana i ratsional'noe ispol'zovanie: Uchebnoe posobie, – Pavlodar: Innovats. Evraz. un-t, 2013. – 248 s.
21. Charykov A.K. Matematicheskaya obrabotka rezul'tatov khimicheskogo analiza. – L.: Khimiya, – 1984. – 168 s.
22. Chemagin A.A. Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie reki Irtysh v nizhnem techenii. – Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata biologicheskikh nauk. – Tyumen', – 2015. – 17 s.
23. Mamitim Y., Feike T., Seifert I., Doluschitz R. Irrigation in the Tarim Basin, China: farmers' response to changes in water pricing practices // Environ Earth Sci. – 2015. – T.73. – R. 559–569 DOI 10.1007/s12665-014-3245-2.

Работа выполнена в рамках проекта «Оценка состояния биоресурсов в казахстанской части бассейна Иртыша в условиях трансграничного использования водных ресурсов и климатических изменений» (ИРН: BR18574062-OT-23)

ҚАЗАҚСТАН БӨЛІГІНДЕГІ ЕРТІС ӨЗЕНІ АЛАБЫНЫҢ СУ АЙДЫНДАРЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ

С.М. Романова^{1*} г.ғ.д., Е.Г. Крупа^{1,2} б.ғ.д., А.С. Серикова¹, С.Н. Алексеев¹

¹ҚР ҒЖБМ ҒК «Зоология институты» ШЖҚ РМК, Алматы, Қазақстан

² Қазақстан қолданбалы экология агенттігі, Алматы, Қазақстан

E-mail: softyuarom@mail.ru

Мақалада 2023 жылдың жазында Ертіс өзені бассейнінің Қазақстандық бөлігінің өзен экожүйесінің әртүрлі бөліктеріндегі минералданудың, иондық құрамының, кермектілігінің, еріген газдардың мөлшері және рН мәндерінің бойынша зерттеу материалдары берілген. Қара Ертіс өзенінің суының минералдануы бойынша өте тұщы су, жалпы кермектілігі бойынша – жұмсақ, негізгі иондардың мөлшері мен қатынасы бойынша – карбонаттар класына, кальций тобының екінші түрі. Павлодар облысының аймағында Ертіс өзенінің суындағы негізгі минералдануы бойынша иондардың концентрациясы салыстырмалы орта есеппен 1,7...2,4 есе артады, тұщы су, Алекин классификациясы бойынша суының индексі S_{CaH} көрсетті. Орловка, Старица, Күркөл көлдеріндегі судың минералдануы Ертіс өзені суынан аз ерекшеленеді. Ертіс өзенінің, оның салалары мен көлдерінің суындағы барлық зерттелген көрсеткіштердің мәні шекті рұқсат етілген концентрациядан аспайды. Балқылдақ көлін қоспағанда, барлық зерттелген су объектілерінің негізгі иондар мен минералдану мөлшері бойынша 1 сапа класына жатады, суды пайдаланудың барлық түрлеріне жарамды және «өте жақсы» сапаға сәйкес келеді. Балқылдақ ағынды су қоймасында минералдануы (19,42 г/дм³) және кермектілігі өте жоғары, метаморфизмге ұшыраған натрий хлоридінің үшінші типті суына жатады және суын бисофит, галит және гипс алу үшін ұсынылуы мүмкін.

кермектілігі өте жоғары, метаморфизмге ұшыраған натрий хлоридінің үшінші типті суына жатады және суын бисофит, галит және гипс алу үшін ұсынылуы мүмкін.

Түйін сөздер: минералдану, иондық құрамы, еріген газдар, гидрохимия, рН мәні, су кермектігі, тұз құрамы, экология

MODERN HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF WATER BODIES IN THE KAZAKHSTAN PART OF THE BASIN R. IRTYSH

S. Romanova^{1*} *Doctor of Geographical Sciences*, **E. Krupa**^{1,2} *Doctor of Biological Sciences*,
A. Serikova¹, **S. Alekseev**¹

¹*«Institute of Zoology», Almaty, Kazakhstan*

²*Kazakhstan Agency of Applied Ecology, Almaty, Kazakhstan*

**E-mail: sofiyarom@mail.ru*

The article presents materials from our own research on the study of the distribution of the mineralization, ionic composition, hardness, dissolved gases and pH values in various components of the river ecosystem of the Kazakhstan part of the Ertis river basin in the summer of 2023. It has been established that the water of the Black Ertis river is ranked in terms of mineralization to ultra-fresh, the value of total hardness – to soft, the content and ratio of the main ions - to the carbonate class, calcium group, the second type. Within the Pavlodar region, the concentration of the main salt-forming ions in the water of the Ertis River increases on average by 1.7...2.4 times, the water becomes fresh, the Alekin water index remains C^{CaII} throughout the entire flow. The mineralization of water in the floodplain lakes Orlovskoye, Staritsa, Kurkol differs little from the water of the river Irtysh. The value of all studied indicators in the water of the Ertis River, its tributaries and lakes does not exceed the maximum permissible concentration. The water of all studied water bodies, with the exception of the storage lake Balkyldak, in terms of the content of standardized main ions and mineralization, belongs to quality class 1, is suitable for all types of water use and corresponds to “very good” quality. The wastewater storage tank Balkyldak has water of high salinity (19.42 g/dm³), very hard, highly metamorphosed sodium chloride composition of the third type and it can be recommended for the extraction of bischofite, halite and gypsum.

Key words: mineralization, ionic composition, dissolved gases, hydrochemistry, pH value, water hardness, salt composition, ecology

Сведения об авторах/Авторлар туралы мәліметтер/Information about authors:

Романова С.М. – доктор географических наук, главный научный сотрудник лаборатории гидробиологии и экотоксикологии РГП на ПХВ «Институт зоологии» МНВО РК, Алматы, sofiyarom@mail.ru

Крупа Е.Г. – доктор биологических наук, заведующий лаборатории гидробиологии и экотоксикологии РГП на ПХВ «Институт зоологии» МНВО РК, Алматы, elena.krupa@zool.kz

Серикова А.С. – научный сотрудник лаборатории гидробиологии и экотоксикологии РГП на ПХВ «Институт зоологии» МНВО РК, Алматы, office@zool.kz

Алексеев С.Н. — научный сотрудник лаборатории гидробиологии и экотоксикологии РГП на ПХВ «Институт зоологии» МНВО РК, Алматы, office@zool.kz

Романова С. М. - география ғылымдарының докторы, «Зоология институты» ШЖҚ РМК гидробиология және экотоксикология зертханасының бас ғылыми қызметкері, Алматы, Қазақстан, sofiyarom@mail.ru

Крупа Е. Г. – биология ғылымдарының докторы, «Зоология институты» ШЖҚ РМК гидробиология және экотоксикология зертханасының меңгерушісі, Алматы, elena.krupa@zool.kz

Серикова А.С. – «Зоология институты» ШЖҚ РМК гидробиология және экотоксикология зертханасының ғылыми қызметкері, Алматы, office@zool.kz

Алексеев С.Н. – «Зоология институты» ШЖҚ РМК гидробиология және экотоксикология зертханасының ғылыми қызметкері, Алматы, office@zool.kz

Romanova S. – Doctor of Geographical Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Hydrobiology and Ecotoxicology, «Institute of Zoology», Almaty, sofiyarom@mail.ru

Krupa E. – Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Hydrobiology and Ecotoxicology, «Institute of Zoology», Almaty, elena.krupa@zool.kz

Serikova A. – Researcher at the Laboratory of Hydrobiology and Ecotoxicology, «Institute of Zoology», Almaty, office@zool.kz

Alekseev S. - Researcher at the Laboratory of Hydrobiology and Ecotoxicology, «Institute of Zoology», Almaty, office@zool.kz

Вклад авторов/Авторлардың қосқан үлесі/Authors contribution:

Романова С.М. – разработка концепции, корректировка методологии, проведение исследования, ресурсы, подготовка и редактирование текста, визуализация

Крупа Е.Г. – разработка концепции, корректировка методологии, создание программного обеспечения, подготовка и редактирование текста, визуализация

Серикова А.С. – проведение статистического анализа, проведение исследования

Алексеев С.Н. — проведение исследования

Романова С. М. - тұжырымдаманы әзірлеу, әдістемені әзірлеу, зерттеу жүргізу, ресурстар, мәтінді дайындау және өңдеу, көрнекілік

Крупа Е. Г. – тұжырымдаманы әзірлеу, әдістемені әзірлеу, бағдарламалық жасақтама жасау, мәтінді дайындау және өңдеу, көрнекілік

Серикова А.С. – статистикалық талдау жүргізу, зерттеу жүргізу

Алексеев С.Н. – зерттеу жүргізу

Romanova S. – concept development, methodology development, conducting research, resources, preparing and editing the text, visualization

Krupa E. – concept development, methodology development, creating software, preparing and editing the text, visualization

Serikova A. – conducting statistical analysis, conducting research

Alekseev S. - conducting research