

# Гидрохимия и качество воды

## Гидрохимия және судың сапасы

### Hydrochemistry and water quality

---

---

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2026-1-51-62.5>

МРНТИ 70.27.17

УДК 556.53:556.114 (574.4)

М. Т. Дюсембаева<sup>1</sup>, В. Н. Бубликов<sup>2</sup>, В. В. Колбин<sup>3</sup>,  
С. Д. Смирнов<sup>4</sup>, Н. К. Нургайсинова<sup>5</sup>, А. Ж. Ташекова<sup>\*6</sup>

<sup>1</sup> PhD, заместитель начальника отдела (Филиал "Институт радиационной безопасности и экологии",  
НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан; [koigeldinova@nnc.kz](mailto:koigeldinova@nnc.kz))

<sup>2</sup> Специалист (Филиал "Институт радиационной безопасности и экологии",  
НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан; [bublikov@nnc.kz](mailto:bublikov@nnc.kz))

<sup>3</sup> Начальник лаборатории (Филиал "Институт радиационной безопасности и экологии",  
НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан; [kolbin@nnc.kz](mailto:kolbin@nnc.kz))

<sup>4</sup> Специалист-эколог (Филиал "Институт радиационной безопасности и экологии",  
НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан; [smirnov@nnc.kz](mailto:smirnov@nnc.kz))

<sup>5</sup> Специалист (Филиал "Институт радиационной безопасности и экологии",  
НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан; [nurgaisinova@nnc.kz](mailto:nurgaisinova@nnc.kz))

<sup>6\*</sup> PhD, начальник группы (Филиал "Институт радиационной безопасности и экологии",  
НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан; [zhymanova.13@mail.ru](mailto:zhymanova.13@mail.ru))

## ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛЫХ РЕК ГОРОДА РИДДЕРА ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

**Аннотация.** В Восточном Казахстане находятся центры металлургической промышленности и крупные притоки трансграничной реки Ертис. Для исследования были взяты три реки, находящиеся в окрестностях города Риддера: Журавлиха, Тихая и Филипповка. Дана сравнительная характеристика этих рек за 2023-2024 гг., изучен химический состав их воды вдоль русел, а именно кислотность, жёсткость, концентрации ионов кальция, гидрокарбонат-, хлорид- и сульфат-ионов, а также общая минерализация. Воды рек относятся к классу  $SC_f^{ca}$  (по классификации О. А. Алёкина), не имеют превышений ПДК, установленных законодательством Казахстана, и находятся в пределах значений, рекомендуемых US EPA. Исключением является река Филипповка, в которой в 2023 году наблюдалась жёсткость, превышающая ПДК. Вероятнее всего, это связано с техногенной аварией, произошедшей накануне.

**Ключевые слова:** Восточный Казахстан, малые реки, гидрохимические показатели, речные воды.

**Введение.** Недостаток и низкое качество питьевой воды являются обостряющимися экологическими проблемами современности, особенно остро стоящими в мире с быстрорастущим населением, потребностями развивающейся промышленности и сельского хозяйства. Эта проблема усугубляется дальнейшим загрязнением водных ресурсов отходами промышленности и сельского хозяйства [1, 10].

В Восточном Казахстане развитая металлургическая промышленность отличается большим преобладанием производства цветных металлов. Одним из центров цветной металлургии является город Риддер (население ~50 000 человек на первое января 2024 года) [2], в котором расположено градообразующее предприятие Риддерский горно-обогатительный комбинат (РГОК). В окрестностях города также находятся три рудника (Риддер-Сокольный, Тишинский, Долинный) [3]. Промышленные предприятия Риддера являются потенциальным источником различных загрязнений, таких, как сульфаты, нитраты, ионы магния и кальция [10]. Кроме того, сбросы от Риддер-

ского горно-обогатительного комбината и сточные воды г. Риддера могут негативно повлиять на экологию водных ресурсов Восточного Казахстана.

Главный интерес для авторов статьи представляют малые реки в окрестностях города Риддера, составляющие часть бассейна реки Ертис, в частности реки Филипповка, Журавлиха и Тихая. По официальным данным [3], в Филипповку сбрасываются очищенные сточные воды РГОК.

Период с 2023-2024 года представляет интерес из-за прорыва пульпопровода Риддерского горно-обогатительного комплекса ТОО «Казцинк», произошедшего в 2023 году. В ходе аварии было пролито более 1,3 тыс. м<sup>3</sup> шлама, часть из которого попала в реку Филипповку [4]. Таким образом, целью исследования является оценка изменений в общих химических показателях проб воды, взятых из малых рек окрестностей города Риддера в 2023 и 2024 годах.

**Материалы и методы.** В июле 2023 и 2024 годов были проведены экспедиционные работы для отбора проб воды малых рек города Риддера (Журавлиха, Филипповка и Тихая). Карта региона с отмеченными реками и точками отбора проб представлена на рисунке 1.

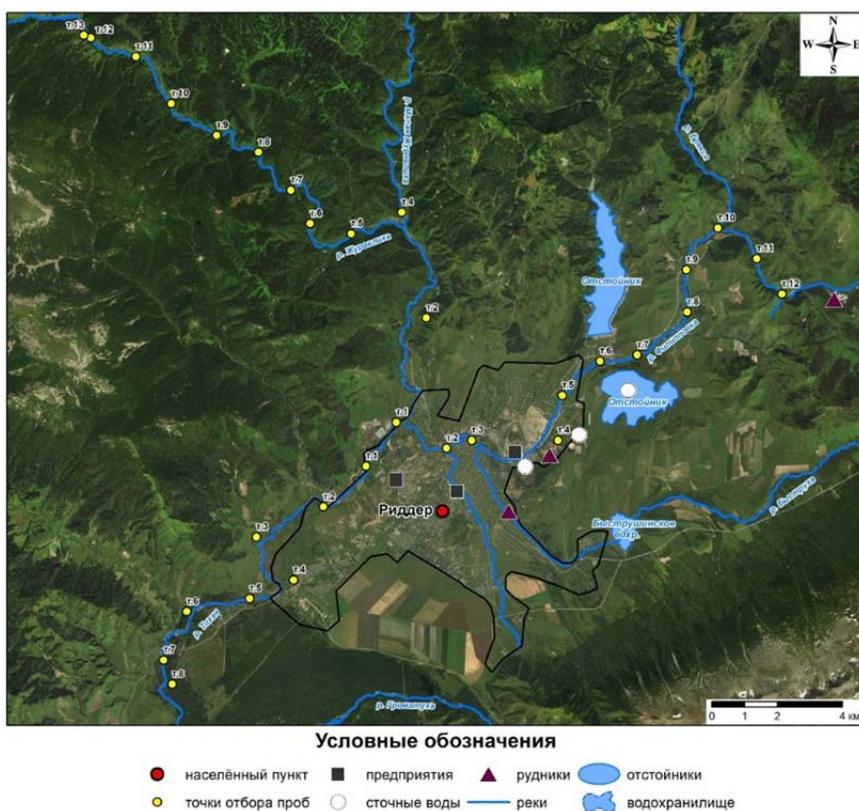


Рисунок 1 – Карта с отмеченными реками и точками отбора проб

Figure 1 – Map with rivers and sample collection sites

Выбор рек обусловлен тем, что при прорыве пульпопровода РГОК произошло загрязнение рек Филипповка и Тихая. Также была изучена река Журавлиха, так как она расположена далеко от города Риддера и его предприятий, находится выше по течению и может быть использована как фон. Реки Филипповка и Журавлиха являются притоками Ертиса третьего порядка, а река Тихая – притоком второго порядка. Отбор проб проводился в направлении от устья реки к истоку с интервалом в 1 км. Из-за технических ограничений в 2023 году было собрано меньше проб, чем в 2024 году (таблица 1).

Таблица 1 – Количество собранных проб по годам и рекам  
Table 1 – Number of collected samples by year and by site

Река	Количество проб в 2023 году	Количество проб в 2024 году
Журавлиха	6	9
Тихая	4	8
Филипповка	7	15

Отбор проб проводился согласно ГОСТ 31861-2012 [5]. Объём отбираемых проб составлял 1,5 л, консервация проб азотной кислотой не проводилась.

Для анализа пробы были доставлены в лабораторию, где они профильтрованы через двойной фильтр из бумаги «белая лента». Определяемые параметры и методы [6] представлены в таблице 2. Анализ проб воды проводился в испытательном центре «Центр радиэкологических исследований» Филиала «Институт радиационной безопасности и экологии» Республиканского государственного предприятия «Национальный ядерный центр Республики Казахстан», номер аттестата № KZ.T.07.E1325 (действителен до 04.10.2027 г.)

Таблица 2 – Описание использованных методов

Table 2 – Description of utilized methods

Показатели	Использованный метод
pH	Потенциометрический метод с применением водородного электрода
Жёсткость	Комплексонометрическое титрование трилоном Б
$Ca^{2+}$	Комплексонометрическое титрование трилоном Б с мурексидом в качестве индикатора
$HCO_3^-$	Кислотно-основное титрование соляной кислотой в присутствии фенолфталеина и метилоранжа
$Cl^-$	Аргентометрический метод (метод Мора)
$SO_4^{2-}$	Гравиметрический метод с предварительным осаждением сульфатов с помощью раствора хлорида бария
Общая минерализация (Total Dissolved Solids – TDS)	Кондуктометрический метод с применением кондуктометра Seven Compact Conductivity S220

Результаты были обработаны и представлены в виде графиков с помощью программного обеспечения Jupyter [7] и Matplotlib [8].

**Результаты.** По гигиеническим нормативам показателей безопасности хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, действующим в Казахстане [9], для кислотности воды регламентирован диапазон от 6 до 9 единиц. На графиках, представленных на рисунке 2, допустимый диапазон pH показан зелёной областью.

Слишком высокая и слишком низкая кислотность приводит к негативным последствиям для биоты рек: при повышенной кислотности живым организмам сложнее поддерживать ионный баланс, что приводит к уменьшению концентрации ионов натрия в тканях; в кислой среде повышается растворимость ионов металлов в воде, что может повлечь за собой их оседание на жабрах рыб [10].

Кроме того, согласно данным Агентства по охране окружающей среды США (U.S. Environmental Protection Agency, далее EPA) [12], слишком высокие и низкие значения pH вызывают усиленную коррозию металла и выпадение осадка на внутренней поверхности труб, что сокращает срок службы и эффективность инфраструктуры, использующей такую воду, а также наносит экономический ущерб. Также по данным EPA pH сильно влияет на вкус воды: при низких значениях он становится горьким и металлическим, а при высоких вода по вкусу становится похожей на соду и создаёт скользкое ощущение на языке.

Как видно из рисунка 2, pH воды рек на протяжении всей их длины находится в допустимом диапазоне. Ярко выраженных пиков или провалов в уровне pH не наблюдается. Также во всех реках в 2024 году наблюдается низкий уровень pH.

Согласно источнику [13], pH вод реки Ертис на территории Казахстана колеблется в летний период 2023 года от 7,3 до 8,2 единицы, таким образом кислотность вод малых рек окрестностей города Риддера сопоставима с кислотностью вод реки Ертис. По О. А. Алекину [15], воды всех изученных рек относятся к слабощелочным. Почти все реки находятся в рекомендуемом EPA диапазоне pH (6,5-8,5), за исключением реки Филипповка в 2023 году, где наблюдался pH больше 8,5. В 2024 году её pH снизился и входит в установленные EPA диапазоны [12].

ПДК по жёсткости воды составляет не более 14 мг-экв/дм<sup>3</sup> [9]. Уровень общей жёсткости сильно влияет на экологию и биоту рек: малая жёсткость воды затрудняет развитие раковин моллюсков, а повышенный уровень жёсткости влияет на кислотность воды [10].

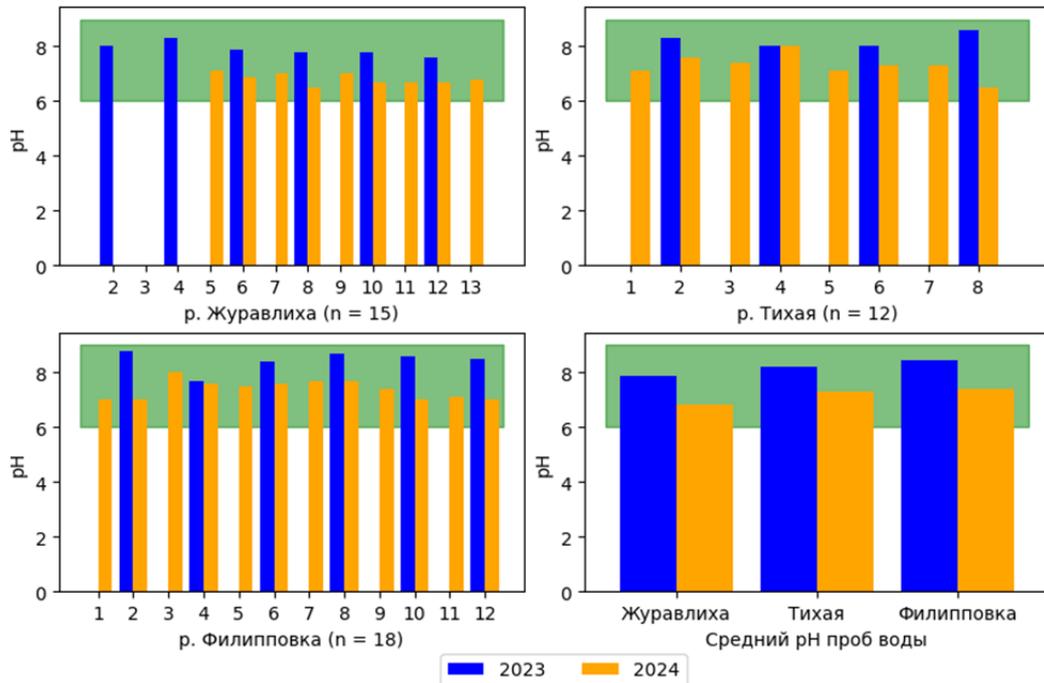


Рисунок 2 – Уровень pH в реках в окрестностях города Риддера за 2023-2024 гг.  
 Figure 2 – pH level in rivers around Ridder town in 2023-2024

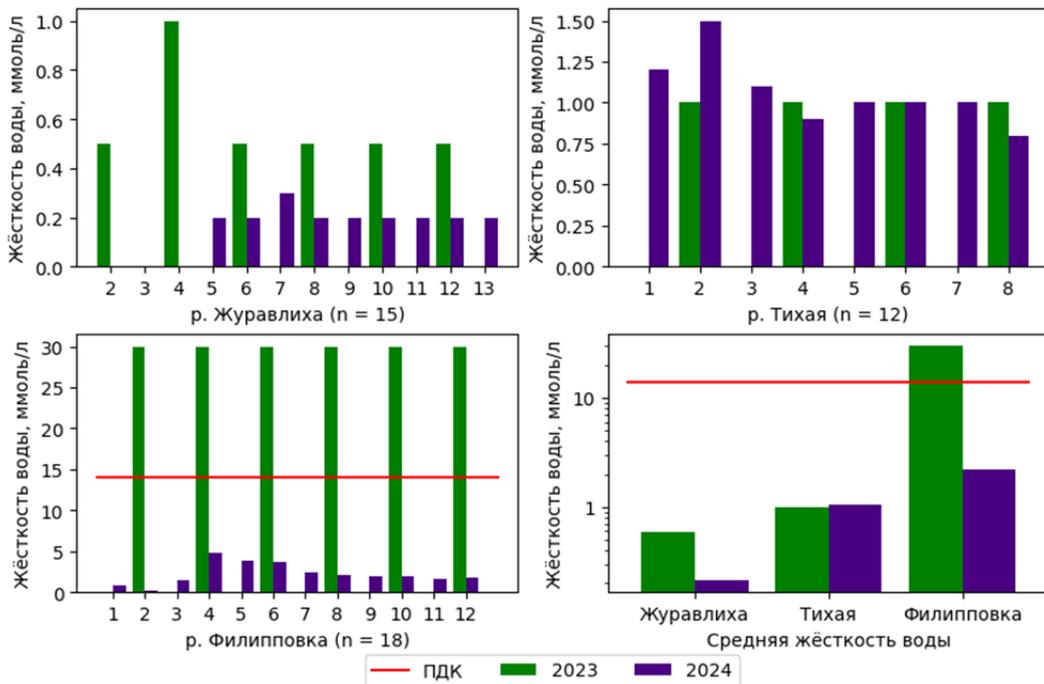


Рисунок 3 – Жёсткость воды в малых реках г. Риддера за 2023-2024 гг.  
 Figure 3 – Hardness of water in rivers around Ridder town in 2023-2024

Жёсткость воды рек Журавлиха и Тихая на всех точках значительно меньше уровня ПДК, но в водах р. Филипповка в 2023 году наблюдалось превышение ПДК более чем в 2 раза. Это, вероятнее всего, связано с разливом, произошедшим в июле 2023 года, после которого в реке Филипповка наблюдалось превышение ПДК по марганцу в 5 раз. В 2023 году все отобранные из р. Филипповка пробы имели одинаковое и очень высокое значение жёсткости (30 мг-экв/дм<sup>3</sup>), что свидетельствует о насыщении вод реки ионами кальция и магния. В 2024 году уровень жёсткости в этой реке упал

значительно ниже уровня ПДК (менее 5 мг-экв/дм<sup>3</sup>). В двух реках заметно сильное уменьшение жёсткости с 2023 по 2024 год: в 2,8 раза в Журавлихе и в 13 раз для р. Филипповка, в реке Тихая же наблюдались незначительные изменения уровня жёсткости, которые могут быть объяснены естественными колебаниями.

В работе [11] показаны средние концентрации различных ионов в разных частях света, и по этим данным в реках Азии средняя общая жёсткость составляет 2,74 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Согласно [13] в казахстанской части реки Ертис общая жёсткость варьируется от 1,7 до 2,2 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Таким образом, жёсткость воды в реках Тихая и Журавлиха ниже средней жёсткости Ертиса и рек Азии, а река Филипповка по жёсткости близка к средним значениям рек Азии.

Жёсткость воды в изученных реках изменяется на разных участках. В реке Филипповка в 2024 году наблюдалась более высокая жёсткость в черте города Риддера и вблизи отстойников (см. рисунок 1, точки 4-6). Также в реке Тихая в 2024 году отмечалась более высокая концентрация вблизи ее истока, где в неё впадает р. Филипповка.

Жёсткость воды обусловлена сбросами предприятий и вымыванием горных пород [10]. По полученным данным о средней жёсткости в изученных реках и реках Азии был составлен убывающий ряд по отношению к среднему значению жёсткости в реках Азии (средняя жёсткость воды в реках Азии взята из источника [11] и составляет 2,74 мг-экв/дм<sup>3</sup>):

Филипповка<sub>10,95</sub> > Тихая<sub>1,0</sub> > Журавлиха<sub>0,21</sub> – 2023 год;

Филипповка<sub>0,8</sub> > Тихая<sub>0,4</sub> > Журавлиха<sub>0,07</sub> – 2024 год.

ПДК для хлорид-ионов в воде, согласно действующим нормативным документам, составляет 350 мг/дм<sup>3</sup> [9]. Избыток хлорид-ионов может сильно повысить кислотность воды и растворимость ионов-металлов и часто является побочным эффектом повышенной солёности воды [10].

По данным ЕРА, хлорид-ионы могут придать воде неприятный запах и солоноватый привкус, а также негативно влияют на коррозию металлов и эффективность инфраструктуры из-за выделения хлоридов на внутренней поверхности труб. ЕРА призывает держать концентрацию хлоридов в воде в пределах 250 мг/дм<sup>3</sup> [12].

Данные о содержании хлоридов в воде были обработаны и нанесены на графики, представленные на рисунке 4. Во всех исследуемых пробах воды концентрация хлорид-ионов была менее 10 мг/дм<sup>3</sup>, что значительно ниже ПДК. На графиках наблюдается тенденция уменьшения средней концентрации хлорид-ионов в водах всех изученных рек с 2023 по 2024 год.

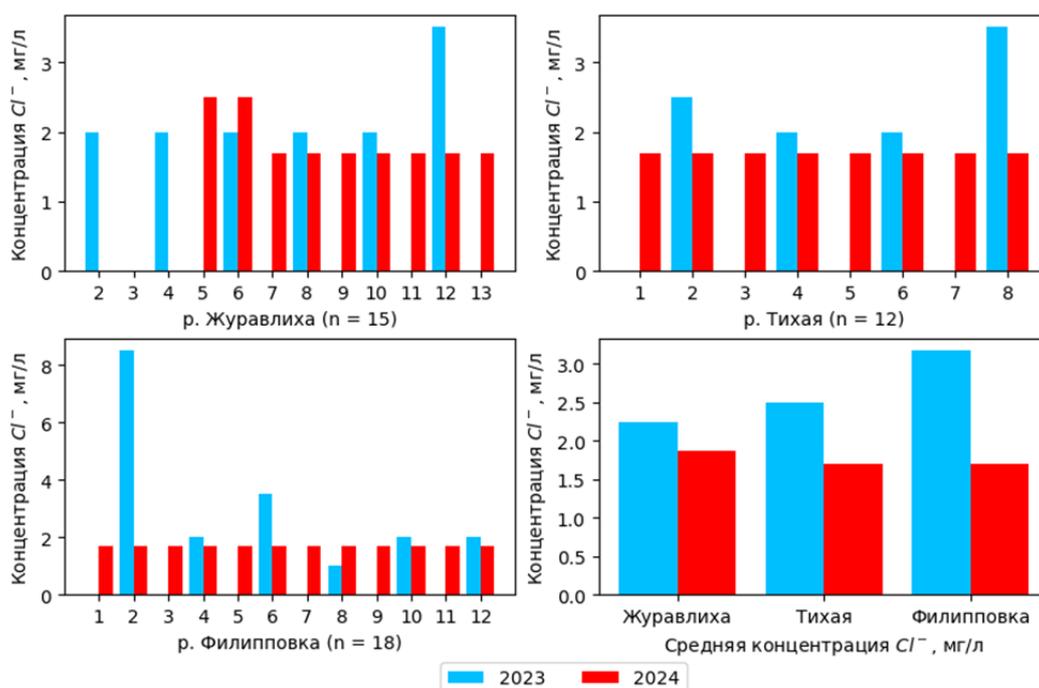


Рисунок 4 – Концентрация хлорид-ионов в водах малых рек города Риддера за 2023-2024 гг.

Figure 4 – Concentration of chloride-ions in rivers around Ridder town in 2023-2024

В водах рек Тихая и Журавлиха в 2023 и 2024 годах наблюдалось содержание хлорид-ионов в пределах  $3,5 \text{ мг/дм}^3$ , значительно меньше среднего значения по рекам Азии [11]. В реке Филипповка на протяжении почти всей длины наблюдается концентрация хлорид-ионов  $3,5 \text{ мг/дм}^3$ , кроме точки 2 в 2023 году, где концентрация хлорид-ионов поднималась до  $8,5 \text{ мг/дм}^3$ , что всё равно ниже средней концентрации хлорид-ионов по рекам Азии [11]. Кроме того, эти концентрации гораздо ниже установленных ЕРА значений. Также во всех изученных реках в 2023-2024 годах отмечалась тенденция к уменьшению концентрации ионов хлора, показанная в убывающих рядах относительно рек Азии ( $8,7 \text{ мг/дм}^3$  по данным источника [11]):

$$\text{Филипповка}_{0,36} > \text{Тихая}_{0,29} > \text{Журавлиха}_{0,26} - 2023 \text{ год};$$

$$\text{Журавлиха}_{0,21} > \text{Филипповка}_{0,2} = \text{Тихая}_{0,2} - 2024 \text{ год}.$$

Для сульфат-ионов в Казахстане установлен ПДК  $500 \text{ мг/дм}^3$  [9]. Избыток этих ионов способствует повышению кислотности воды, кроме того, сульфаты придают воде солоноватый привкус и неприятный запах [12]. Данные по содержанию сульфат-ионов в водах изучаемых рек представлены на рисунке 5.

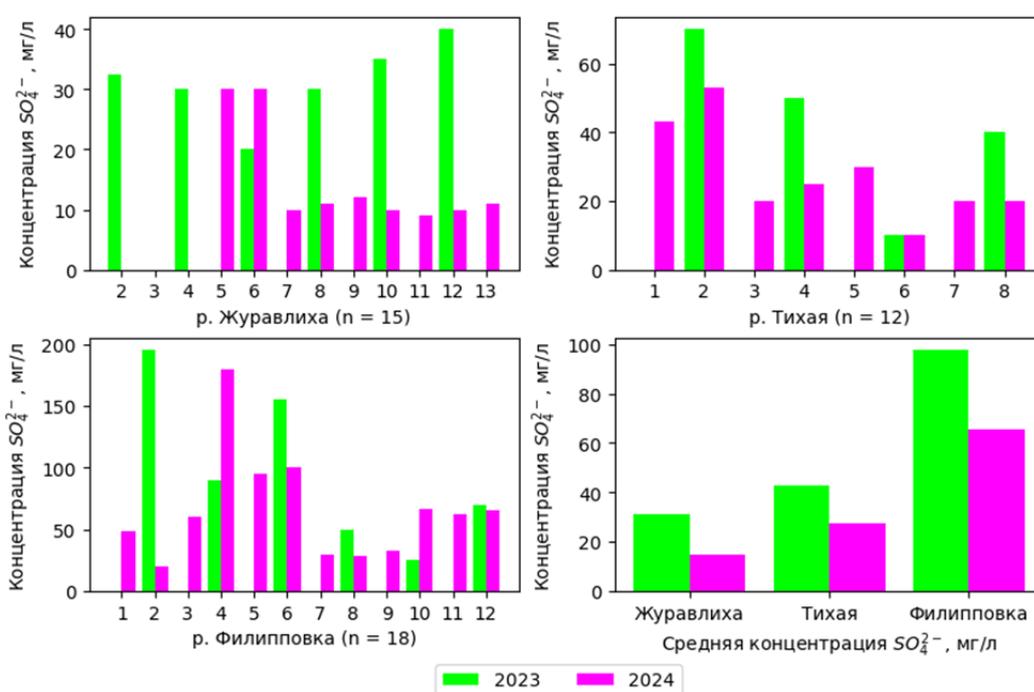


Рисунок 5 – Концентрация сульфат-ионов в водах малых рек окрестностей города Риддера за 2023-2024 гг.

Figure 5 – Concentration of sulfate ions in rivers around Ridder town in 2023-2024

Из графика видно, что ни в одной из изученных рек не наблюдается превышений ПДК. Однако содержание сульфат-ионов во всех реках гораздо выше среднего по рекам Азии [11]. Несмотря на это, во всех изученных реках отмечалась тенденция к снижению концентрации сульфат-ионов (примерно в 1,5 раза за период наблюдения). Также наиболее высокие концентрации сульфат-ионов встречаются в реке Филипповка, где они более чем в 2 раза выше, чем в остальных изученных реках. Однако ни в одной из рек за период наблюдений не было обнаружено превышение рекомендованных ЕРА значений [12].

В реке Журавлиха в 2024 году на графике наблюдаются пики на точках 5 и 6. В реке Тихая пики отмечаются в точках 1 и 2 в 2023 и 2024 годах (на этом участке река Тихая течёт вдоль окраин города Риддера). В реке Филипповка пики встречаются в 2023 году на точках 2 и 6 и в 2024 году на точке 4, которые физически расположены в городе Риддере и рядом с промышленными предприятиями и рудниками (см. рисунок 1).

Полученные данные представили в виде убывающего ряда относительно среднего значения в реках Азии ( $8,4 \text{ мг/дм}^3$ ) [11]:

Филипповка<sub>11,6</sub> > Тихая<sub>5,06</sub> > Журавлиха<sub>3,72</sub> – 2023 год;

Филипповка<sub>7,8</sub> > Тихая<sub>3,3</sub> > Журавлиха<sub>1,76</sub> – 2024 год.

Концентрация ионов кальция напрямую влияет на жёсткость воды. Концентрация кальция в разных участках рек представлена на рисунке 6.

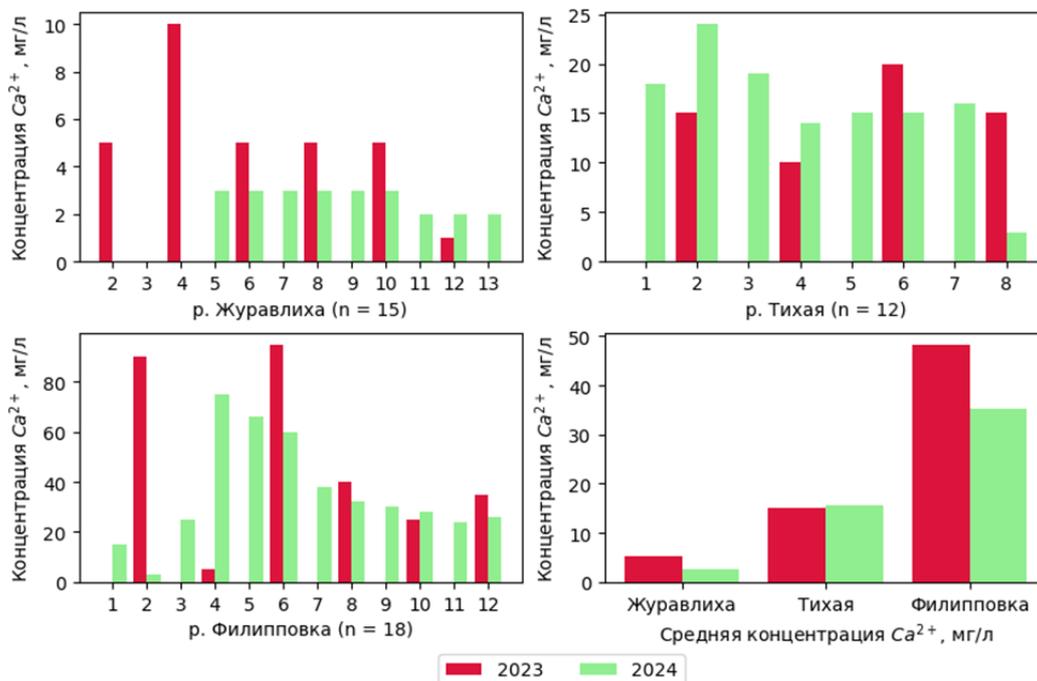


Рисунок 6 – Концентрация ионов кальция в водах малых рек окрестностей города Риддера за 2023-2024 гг.

Figure 6 – Concentration of calcium ions in rivers around Ridder town in 2023-2024

Наибольшая концентрация ионов кальция установлена на реке Филипповка, где средняя концентрация превосходит все остальные в изученных реках более чем в 2 раза. В реке Тихая концентрация ионов кальция гораздо ниже, чем в р. Филипповка, но более чем в 2 раза превосходит концентрацию этих ионов в р. Журавлиха. Для рек Азии средняя концентрация ионов кальция составляет  $18,4 \text{ мг/дм}^3$  [10]. Таким образом, река Тихая по концентрации ионов кальция близка к среднему показателю для рек Азии, река Журавлиха относительно бедна кальцием, в то время как река Филипповка содержит кальция более чем в 2 раза относительно среднего показателя рек Азии. Полученные данные также были представлены в виде убывающего ряда относительно средних значений рек Азии, составляющего  $18,4 \text{ мг/дм}^3$  по данным источника [11]:

Филипповка<sub>2,63</sub> > Тихая<sub>0,82</sub> > Журавлиха<sub>0,28</sub> – 2023 год;

Филипповка<sub>1,91</sub> > Тихая<sub>0,84</sub> > Журавлиха<sub>0,15</sub> – 2024 год.

Концентрация гидрокарбонат-ионов в воде является важным параметром для экологии рек. Высокие концентрации гидрокарбонат-ионов говорят о том, что происходит вымывание богатых карбонатами горных пород или активное разложение органических веществ реки микроорганизмами. Малое содержание гидрокарбонатов обычно является следствием активной деятельности фотосинтезирующих организмов [10]. На рисунке 7 показаны графики, характеризующие концентрацию гидрокарбонат-ионов на разных участках рек.

Как видно из графика на рисунке 7, наибольшая концентрация гидрокарбонат-ионов была зарегистрирована в реке Филипповка в 2023 году. Она более чем в 2 раза превосходит концентрацию этих ионов в реке Тихая и в 4 раза в реке Журавлиха. При этом средняя концентрация ионов в реке Тихая не изменилась за исследуемый период, а в реках Журавлиха и Филипповка концентрация гидрокарбонат-ионов уменьшилась.

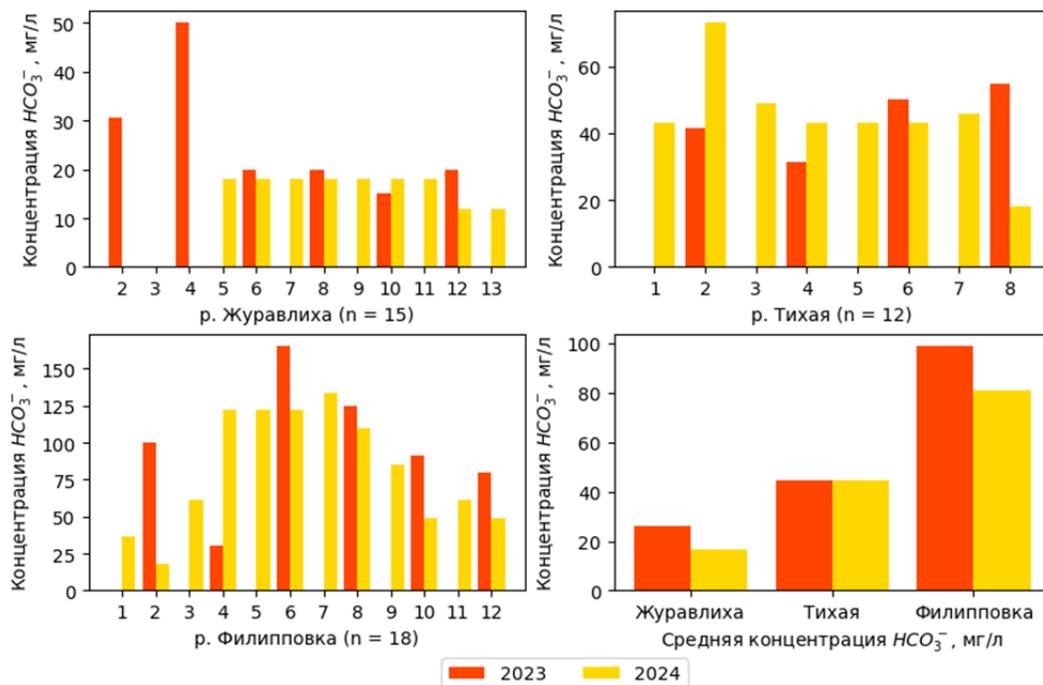


Рисунок 7 – Концентрация гидрокарбонат-ионов в водах малых рек окрестностей города Риддера за 2023-2024 гг.  
 Figure 7 – Concentration of hydrocarbonate ions in rivers around Ridder town in 2023-2024

Средняя концентрация гидрокарбонат-ионов в водах рек Азии составляет 79,0 мг/дм<sup>3</sup> [11]. Воды рек Журавлиха и Тихая значительно менее богаты HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ионами, в то время как р. Филипповка содержит больше гидрокарбонат-ионов относительно средних показателей рек Азии. Концентрация HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ионов в водах реки Ертис колеблется от 48,82 до 195,26 мг/дм<sup>3</sup> [13]. Концентрации гидрокарбонат-ионов вод рек Тихая и Филипповка находятся в этом диапазоне, тогда как концентрации гидрокарбонат-ионов в р. Журавлиха гораздо ниже.

В реке Журавлиха концентрация HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> равномерна на всём её протяжении и в 2023, и в 2024 году, кроме проб из точек 2 и 4 в 2023 году. В реке Тихая также наблюдается равномерное распределение гидрокарбонат-ионов, с пиками в точке 2 в 2024 году, а в реке Филипповка явных пиков не отмечается, концентрация ионов плавно растёт от истока, достигает максимального значения на среднем участке реки и плавно понижается к ее устью. Полученные за 2023 и 2024 годы данные были представлены в виде двух убывающих рядов относительно средних показателей рек Азии, составляющих 79,0 мг/дм<sup>3</sup> [11]:

$$\begin{aligned} & \text{Филипповка}_{1,25} > \text{реки Азии} > \text{Тихая}_{0,56} > \text{Журавлиха}_{0,38}; \\ & \text{Филипповка}_{1,02} > \text{реки Азии} > \text{Тихая}_{0,57} > \text{Журавлиха}_{0,21}. \end{aligned}$$

Общая минерализация воды является важным показателем её качества. Для пресноводных организмов уровень минерализации воды должен находиться в определённых пределах. Вода со слишком низкой общей минерализацией содержит недостаточно элементов для нормального развития водных организмов, большие значения общей минерализации соответствуют солёной воде, в которой не может выживать пресноводная биота [10]. По данным ЕРА [12], избыточная минерализация воды придаёт ей жёсткость, вызывает повышенную накипь и налёт на трубах, придаёт воде цвет и солоноватый вкус, и такая вода оставляет после себя пятна.

ПДК общей минерализации для воды, согласно нормативам Республики Казахстан [9], составляет 1000 мг/л, что значительно выше полученных при анализе показаний. ЕРА рекомендует общую минерализацию (Total Dissolved Solids – TDS) в пределах 500 мг/дм<sup>3</sup>, что также значительно выше полученных показаний [12]. Результаты измерений общей минерализации вод исследуемых рек представлены на рисунке 8.

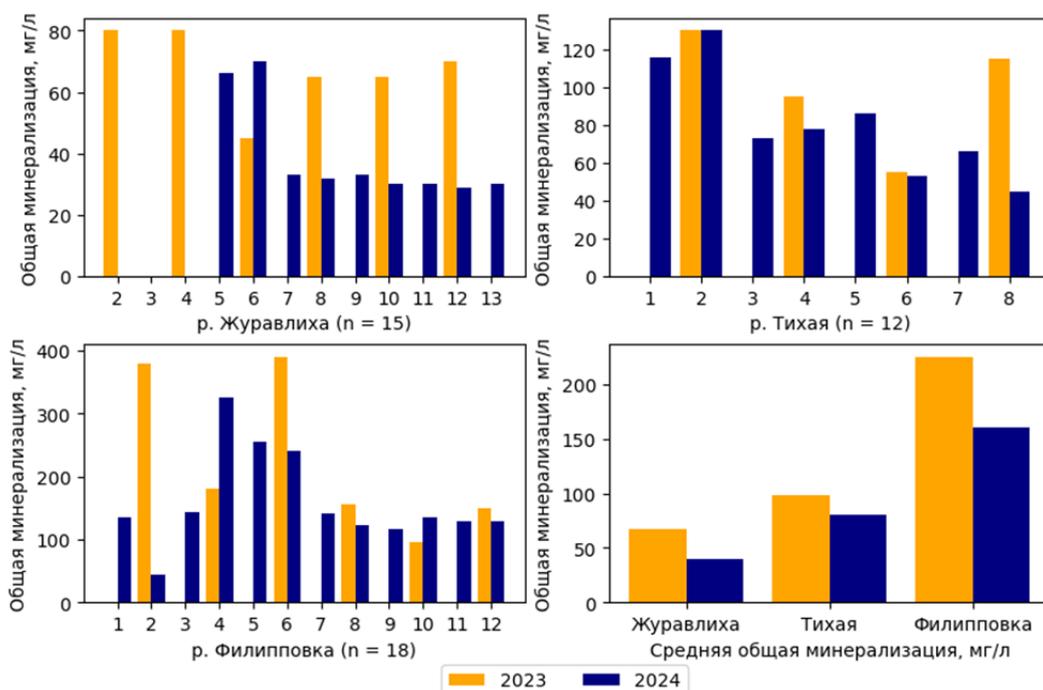


Рисунок 8 – Общая минерализация в малых реках окрестностей города Риддера за 2023-2024 гг.

Figure 8 – Total Dissolved Solids (TDS) in rivers around Ridder town in 2023-2024

По классификации А. М. Овчинникова [14], реки с общей минерализацией вод менее 200 мг/л относятся к ультрапресным, а с общей минерализацией 200-500 мг/л – к пресным. Из графика видно, что реки Журавлиха (70 и 40 мг/дм<sup>3</sup> в 2023 и 2024 гг.) и Тихая (100 и 81 мг/дм<sup>3</sup> в 2023 и 2024 гг.) ультрапресные на протяжении всей своей длины. Река Филипповка является ультрапресной на протяжении почти всей своей длины, кроме нескольких точек (точки 2 и 6 в 2023 г.; точки 4-6 в 2024 г.). Также воды реки Ертис, притоками которой являются изучаемые реки, ультрапресные [13]. Согласно источнику [11], средняя общая минерализация рек в Азии составляет 142 мг/л. Таким образом, общая минерализация рек Журавлиха и Тихая (кроме первой и последней точек) по всей длине ниже среднего значения рек Азии [11]. В реке Филипповка на некоторых участках наблюдается общая минерализация больше среднего значения рек Азии [11].

**Обсуждение.** Для классификации речной воды применяется классификация вод по химическому составу А. О. Алёкина [15]. По этой классификации рекам присваивается класс по преобладающему аниону, а каждый класс делится на группы по преобладающему катиону. Класс при этом делится на типы по соотношению преобладающих катионов и анионов. По графику, представленному на рисунке 9, можно сделать вывод, что в изученных реках воды относятся к карбонатному и сульфатному классу, группе кальция, первому типу ( $SC_1^{Ca}$ ).

В целом такой химический состав рек воды характерен для горных рек со снеговым и ледниковым питанием [14, 15]. В сравнении со средними показателями рек Азии [11] в изученных реках наблюдается малая концентрация примесей, однако в р. Филипповка установлены высокая общая минерализация и высокая жёсткость относительно других исследованных рек. Высокая жёсткость проб воды в реке Филипповка, вероятно, связана с аварией, которая произошла в результате прорыва пульпопровода на хвостохранилище Риддерского горно-обогатительного комплекса ТОО «Казцинк», и утечкой шлама на рельеф местности, откуда по естественному уклону жидкие отходы стекли в реку Филипповка [4]. При сравнении средней общей минерализации в реках в 2023 и 2024 годах наблюдается тенденция к уменьшению общей минерализации.

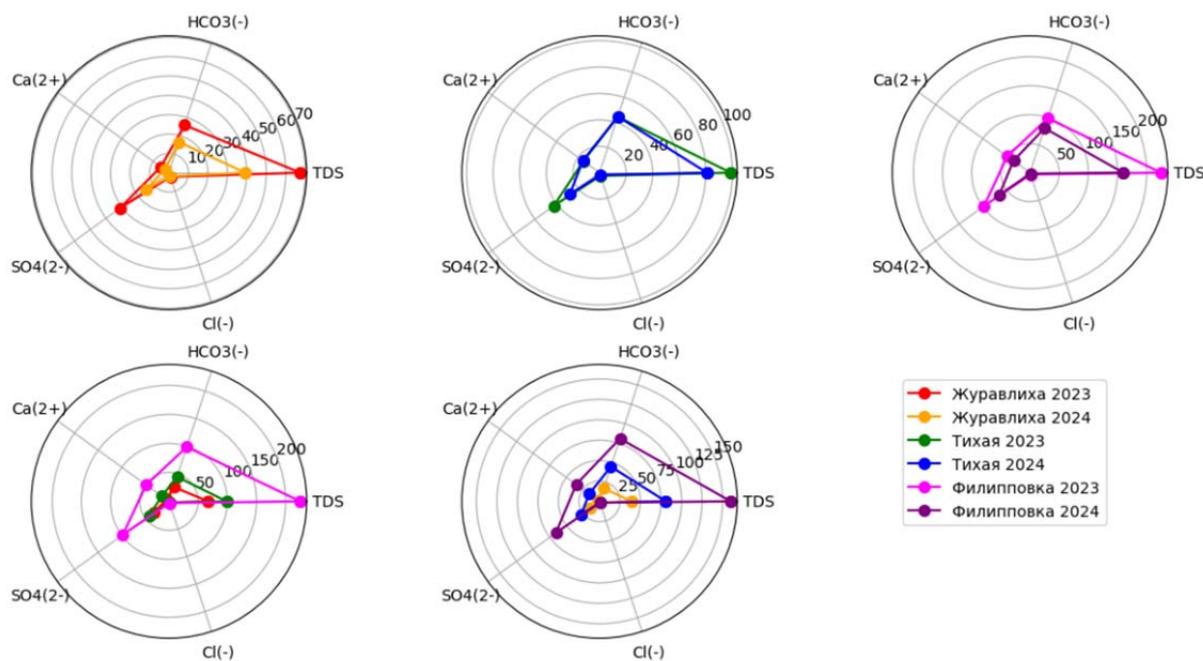


Рисунок 9 – Распределение ионов в водах изученных малых рек Риддера за 2023-2024 гг.  
 Figure 9 – Distribution of ions in waters of investigated rivers around Ridder town in 2023-2024

**Заклучение.** Химический анализ рек показал, что превышений ПДК основных ионов в малых окрестностей города Риддера не отмечается, за исключением превышений ПДК по жёсткости воды в р. Филипповка в 2023 году на всей её протяжённости, вероятно, за счёт воздействия промышленных предприятий. В то же время согласно анализу средние значения многих исследуемых показателей в малых реках города Риддера ниже среднего значения относительно рек Азии. Наибольшие концентрации растворённых веществ обнаруживаются в реке Филипповка в черте города Риддера и рядом с отстойниками. Похожие концентрации встречаются у воды в месте слияния рек Филипповка и Тихая (это место расположено на границе города Риддера и вблизи отстойников). Воды изученных рек относятся к ультрапресным, по классификации А. О. Алёкина им был присвоен  $SC_I^{Ca}$  – карбонатный и сульфатный класс, группа кальция, первого типа.

С 2023 по 2024 год была тенденция к уменьшению жёсткости, общей минерализации и концентрации растворённых веществ. Среди рек в период наблюдения выделяется р. Филипповка – наиболее загрязнённая, в которой также отмечаются сильные изменения измеряемых показателей (до 13 раз в отношении жёсткости воды). В р. Тихая установлены меньшие концентрации ионов и меньшая жёсткость в сравнении с р. Филипповка. Самой чистой рекой оказалась Журавлиха, расположенная за чертой города и с минимальным влиянием промышленного комплекса региона.

**Финансирование.** Работа выполнена при поддержке грантового финансирования АР19576259 «Экологическая оценка малых рек как показатель трансформации геосистем горнодобывающих районов Восточного Казахстана».

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Aidarkhanova A. et al. Assessment of the radionuclide and chemical composition of the Irtysh River water at the Republic of Kazakhstan territory // RSC Adv. – 2024. – Вып. 36. – С. 26208-26218. DOI: 10.1039/d4ra02557a
- [2] Департамент статистики населения Численность населения Республики Казахстан по полу и типу местности (на 1 января 2024 г.) [Электрон. ресурс]. – 2024. – URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/demography/publications/117680/> (дата обращения: 03.07.2025).
- [3] СП «Вектор» Программа управления отходами Риддерского металлургического комплекса ТОО «Казцинк» на 2022-2028 годы [Электрон. ресурс]. – 2022. – URL: <https://ecoportal.kz/Public/PubHearings/LoadFile/32379> (дата обращения: 03.07.2025).
- [4] О принятых мерах по ликвидации последствий аварийного порыва трубопровода хвостового хранилища Риддерского горно-обогатительного комплекса ТОО «Казцинк» в Восточно-Казахстанской области [Электрон. ресурс]. – 2023. – URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/cerc/press/news/details/614676?lang=ru&ysclid=memgrubz1w43550889> (дата обращения: 22.08.2025).

- [5] ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб». – М.: Стандартинформ, 2019. – 36 с.
- [6] ГОСТ 26449.1-85. Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы анализа соленых вод. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – С. 57-101.
- [7] Jupyter Foundation About Us Project Jupyter's origins and governance [Электрон. ресурс]. – 2025. – URL: <https://jupyter.org/about> (дата обращения: 03.07.2025).
- [8] Hunter J. D. Matplotlib: A 2D Graphics Environment // Computing in Science & Engineering – 2007. – Vol. 9. – P. 90-95. DOI: 10.1109/MCSE.2007.55.
- [9] Правовая информационная служба МЮ РК Закон «Об утверждении Гигиенических нормативов показателей безопасности хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». Приказ министра здравоохранения Республики Казахстан от 24 ноября 2022 года, № КР ДСМ-138 [Электрон. ресурс]. – 2022. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200030713> (дата обращения: 03.07.2025).
- [10] Allan J. David, Castillo María M., Krista A. Capps Stream Ecology Structure and Function of Running Waters. – Ham: Springer Nature Switzerland AG, 2021. – 494 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-61286-3>.
- [11] Allan J. David, Castillo María M., Krista A. Capps Stream Ecology Structure and Function of Running Waters. – Ham: Springer Nature Switzerland AG, 2021. – P. 79. Table 4.2 <https://doi.org/10.1007/978-3-030-61286-3>
- [12] United States Environmental Protection Agency Secondary Drinking Water Standards: Guidance for Nuisance Chemicals [Электрон. ресурс]. – 2025. – URL: <https://www.epa.gov/sdwa/secondary-drinking-water-standards-guidance- nuisance-chemicals#table-of-secondary> (дата обращения: 03.07.2025).
- [13] Романова С. М., Крупа Е. Г., Серикова А. С., Алексеев С. Н. Современная гидрохимическая характеристика водных объектов казахстанской части бассейна р. Ертіс // Гидрометеорология и экология. – 2024. – Вып. 1. – С. 121-132. DOI: 10.54668/2789-6323-2024-112-1-121-132.
- [14] Овчинников А. М. Общая гидрогеология: учебник – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1955. – 382 с.
- [15] Алёкин О. А. Основы гидрохимии – Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1953. – 296 с.

## REFERENCES

- [1] Aidarkhanova A. et al. Assessment of the radionuclide and chemical composition of the Irtysh River water at the Republic of Kazakhstan territory // RSC Adv. 2024. Issue 36. P. 26208-26218. DOI: 10.1039/d4ra02557a
- [2] Department of Population Statistics Population of the Republic of Kazakhstan by gender and type of locality (as of January 1, 2024) [Electronic resource]. 2024. URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/demography/publications/117680/> (date of request: 07/03/2025) (in Russ.).
- [3] JV Vector Waste management program of the Ridder Metallurgical Complex of Kazzinc LLP for 2022-2028 [Electron. resource]. 2022. URL: <https://ecoportal.kz/Public/PubHearings/LoadFile/32379> (date of request: 07/03/2025) (in Russ.).
- [4] On measures taken to eliminate the consequences of an emergency burst of the pipeline of the tailings storage facility of the Ridder Mining and Processing complex of Kazzinc LLP in the East Kazakhstan region. [The electron. resource]. 2023. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/cerc/press/news/details/614676?lang=ru&ysclid=memgrubz1w43550889> (accessed: 08/22/2025) (in Russ.).
- [5] GOST 31861-2012 Water. General requirements for sampling. M.: Standartinform, 2019. 36 p. (in Russ.).
- [6] GOST 26449.1-85. Stationary distillation and desalination plants. Methods of salt water analysis. Moscow: Izdvo standartov, 2003. P. 57101 (in Russ.).
- [7] Jupyter Foundation About the Us Project Jupyter's origins and governance [Electron. resource]. 2025. URL: <https://jupyter.org/about> (date of request: 07/03/2025)
- [8] Hunter J. D. Matplotlib: A 2D Graphics Environment // Computing in Science & Engineering. 2007. Issue 9. P. 90-95. DOI: 10.1109/MCSE.2007.55.
- [9] Legal Information Service of the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan The Law "On approval of Hygienic standards for safety indicators of household, drinking and cultural water use". Order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated November 24, 2022 No. KR DSM-138 [Electronic. resource]. 2022. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200030713> (date of request: 07/03/2025) (in Russ.).
- [10] Allan J. David, Castillo María M., Krista A. Capps Stream Ecology Structure and Function of Running Waters. Ham: Springer Nature Switzerland AG, 2021. 494 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-61286-3>.
- [11] Allan J. David, Castillo María M., Krista A. Capps Stream Ecology Structure and Function of Running Waters. Ham: Springer Nature Switzerland AG, 2021. P. 79. Table 4.2 <https://doi.org/10.1007/978-3-030-61286-3>.
- [12] United States Environmental Protection Agency Secondary Drinking Water Standards: Guidance for Nuisance Chemicals [Electronic. resource]. 2025. URL: <https://www.epa.gov/sdwa/secondary-drinking-water-standards-guidance- nuisance-chemicals#table-of-secondary> (date of request: 07/03/2025).
- [13] Romanova S. M., Krupa E. G., Serikova A. S., Alekseev S. N. Modern hydrochemical characteristics of water bodies in the Kazakh part of the Yertis River basin // Hydrometeorology and Ecology. Issue 1. 2024. P. 121-132. DOI: 10.54668/2789-6323-2024-112-1-121-132 (in Russ.).
- [14] Ovchinnikov A.M. General hydrogeology: textbook Moscow: State Scientific and Technical Publishing House of Literature on Geology and Subsoil Protection, 1955 382 p. (in Russ.).
- [15] Alekin O. A. Fundamentals of hydrochemistry. Leningrad: Hydrometeorological Publishing House, 1953. 296 p. (in Russ.).

М. Т. Дюсембаева<sup>1</sup>, В. Н. Бубликов<sup>2</sup>, В. В. Колбин<sup>3</sup>,  
С. Д. Смирнов<sup>4</sup>, Н. К. Нургайсинова<sup>5</sup>, А. Ж. Ташекова<sup>\*6</sup>

<sup>1</sup> PhD, бөлімі бастығының орынбасары (Радиациялық қауіпсіздік және экология институты филиалы,  
ҰЯО ҚР, Курчатов, Қазақстан; *koigeldinova@nnc.kz*)

<sup>2</sup> Зертханасының маманы (Радиациялық қауіпсіздік және экология институты филиалы,  
ҰЯО ҚР, Курчатов, Қазақстан; *bublikov@nnc.kz*)

<sup>3</sup> Зертханасының бастығы (Радиациялық қауіпсіздік және экология институты филиалы,  
ҰЯО ҚР, Курчатов, Қазақстан; *kolbin@nnc.kz*)

<sup>4</sup> Зертханасының маман (Радиациялық қауіпсіздік және экология институты филиалы,  
ҰЯО ҚР, Курчатов, Қазақстан; *smirnov@nnc.kz*)

<sup>5</sup> Зертханасының маманы (Радиациялық қауіпсіздік және экология институты филиалы,  
ҰЯО ҚР, Курчатов, Қазақстан; *nurgaisinova@nnc.kz*)

<sup>6\*</sup> PhD, Топ бастығы (Радиациялық қауіпсіздік және экология институты филиалы,  
ҰЯО ҚР, Курчатов, Қазақстан; *zhymanova.13@mail.ru*)

### ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ РИДДЕР ҚАЛАСЫ КІШІ ӨЗЕНДЕРДІҢ ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ

**Аннотация.** Шығыс Қазақстанда металлургия өнеркәсібінің орталықтары мен трансшекаралық Ертіс өзенінің ірі сағалары орналасқан. Зерттеу үшін Риддер қаласының маңында орналасқан үш өзен алынды, олар: Журавлиха, Тихая және Филипповка. 2023-2024 жылдардағы осы өзендерге салыстырмалы сипаттама берілді, олардың арналары бойындағы өзендер суының химиялық, атап айтқанда: қышқылдық, қаттылық, кальций иондарының концентрациясы, гидрокарбонат, хлорид- және сульфат иондары, сондай-ақ жалпы минералдану құрамына зерттелді. Зерттелген өзендердің сулары  $SC_I^{Ca}$  класына жатады (О.А. Алекин жіктемесі бойынша) және Қазақстан заңнамасында белгіленген ШРК-дан аспайды және US EPA ұсынған мәндер шегінде орналасқан. Ерекшелетіні Филипповка өзені, онда 2023 жылы ШРК-дан асатын қаттылық байқалды. Бұл, алдында болған техногендік апатқа байланысты.

**Түйін сөздер:** Шығыс Қазақстан, кіші өзендер, гидрохимиялық көрсеткіштер, өзен сулары.

М. Т. Dyusembayeva<sup>1</sup>, V. N. Bublikov<sup>2</sup>, V. V. Kolbin<sup>3</sup>,  
S. D. Smirnov<sup>4</sup>, N. K. Nurgaisinova<sup>5</sup>, A. Zh. Tashekova<sup>\*6</sup>

<sup>1</sup> PhD, Deputy head (Branch office 'Institute of Radiation Safety and Ecology',  
NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan; *koigeldinova@nnc.kz*)

<sup>2</sup> Specialist laboratory (Branch office 'Institute of Radiation Safety and Ecology',  
NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan; *bublikov@nnc.kz*)

<sup>3</sup> Head of the laboratory (Branch office 'Institute of Radiation Safety and Ecology',  
NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan; *kolbin@nnc.kz*)

<sup>4</sup> Specialist laboratory (Branch office 'Institute of Radiation Safety and Ecology',  
NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan; *smirnov@nnc.kz*)

<sup>5</sup> Specialist laboratory (Branch office 'Institute of Radiation Safety and Ecology',  
NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan; *nurgaisinova@nnc.kz*)

<sup>6\*</sup> PhD, A team lead (Branch office 'Institute of Radiation Safety and Ecology',  
NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan; *zhymanova.13@mail.ru*)

### CHEMICAL CHARACTERISTIC OF SMALL RIVERS IN RIDDER CITY OF THE EAST KAZAKHSTAN

**Abstract.** East Kazakhstan has centers for smelting industry and large tributaries to the transboundary Irtysh river. three rivers were taken for research in the neighborhood of Ridder c.: Zhuravlikha, Tikhaya and Filippovka. Comparative characteristic was given to these rivers over 2023-2024, a chemical composition of water studied along the riverbeds, namely: acidity, hardness, concentrations of calcium ions, hydrocarbonate-chloride- and sulfate ions as well as total salinity. The waters of studied rivers are classed as  $SC_I^{Ca}$  (as classified by O. A. Alekina) with no excess of MPC established by the Kazakhstani legislation and range within the values recommended by the US EPA. The exception is the Filippovka riv., which exhibited hardness exceeding MPC in 2023. Most likely, this was due to a man-made accident that had took place the day before.

**Keywords:** East Kazakhstan, small rivers, hydrochemical indicators, river waters.