



Научная статья

## МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ ЖАЙЫК НА ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА

Нариман А. Амиргалиев<sup>1</sup>  академик КазНАЕН, д.г.н., профессор, Азамат С. Мадиеков<sup>1</sup>  PhD, ассоциированный профессор, Диана М. Бурлибаева<sup>1,2\*</sup>  PhD, Айнұр Мұсақұлқызы<sup>1</sup>  к.т.н.

<sup>1</sup> Институт географии и водной безопасности, Алматы, Казахстан; [namirgaliev@mail.ru](mailto:namirgaliev@mail.ru) (НАА), [madibekov@mail.ru](mailto:madibekov@mail.ru) (АСМ), [diana.burlibayeva@yandex.kz](mailto:diana.burlibayeva@yandex.kz) (ДМБ), [musakulkyzy@ingeo.kz](mailto:musakulkyzy@ingeo.kz) (АМ)

<sup>2</sup> Исполнительная Дирекция Международного фонда спасения Арала в Республике Казахстан, Алматы, Казахстан; [diana.burlibayeva@yandex.kz](mailto:diana.burlibayeva@yandex.kz) (ДМБ)

Автор корреспонденции: Диана М. Бурлибаева, [diana.burlibayeva@yandex.kz](mailto:diana.burlibayeva@yandex.kz)

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

минерализация  
ионный состав воды  
концентрация  
распределение  
трансформация

### АБСТРАКТ

В работе приводятся результаты исследований, посвященных оценке многолетней динамики объема трансграничного стока на территорию Казахстана минеральных солей по р. Жайык. На основе многолетнего материала Государственного мониторинга РГП «Казгидромет» рассмотрены особенности трансформации стока минерализации воды по течению с учетом влияния природных и антропогенных факторов. Приведены сведения о важности исследований минерализации воды в формировании качества поверхностных вод, а также их стока в санитарном режиме конечных водоемов.

Проведенные исследования показали большую изменчивость стока минеральных солей в межгодовом аспекте в зависимости от колебания водного стока и влияния ряда антропогенных факторов. Показана роль трансграничного стока р. Жайык как основного фактора формирования режима минерализации воды на территории Казахстана, также приведены основные факторы, определяющие трансформацию минерализации воды по течению водотока.

### По статье:

Получено: 29.11.2024

Пересмотрено: 29.05.2025

Принято: 03.06.2025

Опубликовано: 30.06.2025

### Для цитирования:

Амиргалиев Н., Мадиеков А.,  
Бурлибаева Д., Мұсақұлқызы  
А. Многолетняя динамика  
минерализации воды  
трансграничной реки Жайык  
на территории Казахстана //  
Гидрометеорология и  
экология, 117 (2), 2025, 29-37.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Река Жайык – третья по длине река в Европе (общая протяженность 2430 км, из них 1084 км – на территории Казахстана), с площадью бассейна 237 тыс км<sup>2</sup> [1...2]. Верховья реки находятся на территории Российской Федерации (РФ), а нижнее течение находится в Западно-Казахстанской и Атырауской областях Казахстана. Среднее многолетнее значение годового стока р. Жайык по данным [3] составляет 12,0 км<sup>3</sup> (380 м<sup>3</sup>/с).

Река играет ключевую роль в обеспечении водой населения и различных отраслей экономики Западного Казахстана. Водные ресурсы ее широко используются в бассейне для хозяйственных целей.

Известно, что в водном балансе Каспийского моря сток р. Волга занимает порядка 80 %, а р. Жайык – около 3 % [4]. Вместе с тем приток маломинерализованных вод р. Жайык имеет заметную роль в опреснении мелководной северо-восточной акватории Казахстанского сектора Каспийского моря, что создает благоприятные условия для воспроизводства запасов ценных промысловых рыб, в том числе осетровых видов. В качестве примера можно привести некоторые результаты, полученные в период комплексных исследований, проведенных авторами в 2008...2010 гг. по всей акватории Казахстанского сектора моря [5]. Так, соленость воды в северо-восточной акватории Северного Каспия, включая северную часть Уральской бороздины, весной 2009 г. была в пределах от 4,78 ‰ до 7,39 ‰, в среднем – 6,10 ‰, в августе этого года в среднем 6,5 ‰, а к югу от этой зоны соленость морской воды постепенно возрастала до 8,3 ‰ и 9,3 ‰. Весной

2010 г. средняя соленость воды в указанной акватории составила 7,7 ‰, а южнее этой зоны она возросла до 8,3 ‰ и 10,0 ‰.

Из многочисленных химических компонентов, содержащихся в природных водах, наиболее важным параметром является минерализация воды (МВ), т.е. группа минеральных солей. Она имеет первостепенное значение в формировании качества вод. Пригодность вод для хозяйственно-питьевых, других целей зависит, в первую очередь, от величины минерализации и содержания составляющих ее главных ионов [6].

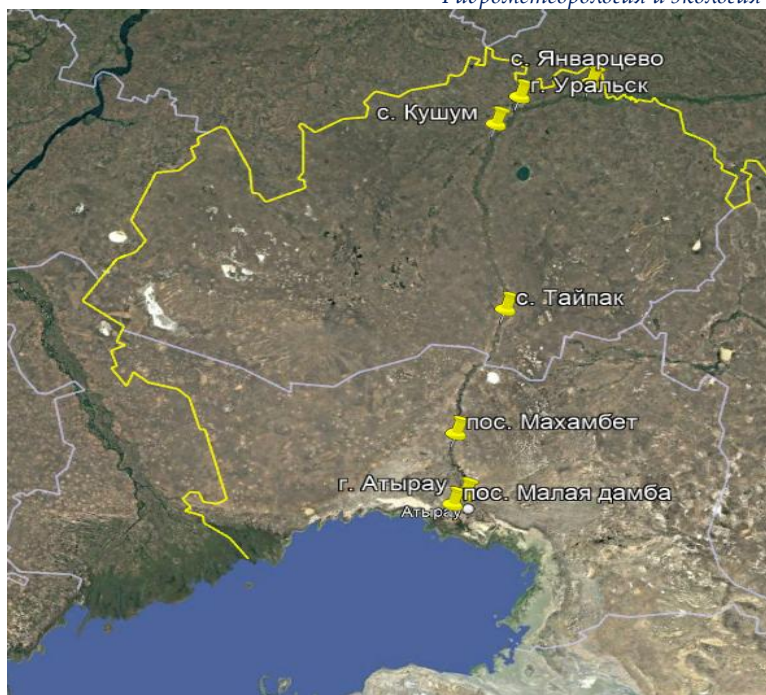
Минерализация, особенно в речных водах, очень изменчива в пространственно-временном аспекте в зависимости от колебания водного стока и под влиянием ряда других природных и антропогенных факторов. В трансграничных реках виды антропогенных воздействий, очевидно, более разнообразны. Для р. Жайык к числу главных факторов, влияющих на химический состав воды, в т.ч. на ее минерализацию, на территории Казахстана, можно указать на непрерывное сокращение объема воды, притекающей из РФ. Так, величина годового стока р. Жайык по сравнению со средним многолетним, равным 12 км<sup>3</sup> [3], уменьшилась: к 1995 г. в среднем до 10 км<sup>3</sup> или на 16,7 %, к 2006 г. – в среднем до 7,56 км<sup>3</sup> или на 37,4 %, а к 2016 г. – в среднем до 7,47 км<sup>3</sup> или на 37,8 % [7...8].

Учитывая вышеизложенное выше, а также важность сохранения нормативного уровня минерализации речной воды, основной целью проводимых исследований определены вопросы: количественная оценка многолетней динамики минеральных солей в трансграничном стоке, а также установление характера трансформации минерализации воды по течению реки на территории Республики, с учетом обуславливающих ее факторов.

## 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу данной работы положены материалы РГП «Казгидромет» за 2001...2021 гг., опубликованные в Ежегодных данных о качестве поверхностных вод, в которых содержатся подробные сведения по концентрациям минерализации воды р. Жайык от трансграничного створа до Каспийского моря. Для изучения особенности трансформации минеральных солей по течению реки использованы данные, полученные на семи гидрохимических створах, расположенных на территории Казахстана: с. Январцево – приграничный створ с РФ, г. Уральск, с. Кушум, с. Тайпак, с. Махамбет, г. Атырау и п. Малая дамба – замыкающий створ в устье реки (рисунок 1). При выявлении факторов, оказывающих влияние на минерализацию трансграничного стока и характера ее трансформации по течению р. Жайык, использовался универсальный метод сопоставительного анализа, временного анализа, а также метод корреляционного анализа. Метод сопоставительного анализа применяется в гидрохимии с целью оценки качества поверхностных вод, а также отслеживания его изменения во времени, что позволяет выявить закономерности и взаимосвязи между химическим составом воды и внешними факторами. Основным приемом метода является вычисление средних величин (в данном исследовании – среднегодовых) концентраций минерализации речной воды и сравнительный анализ между полученными характеристиками и нормативными значениями для исследуемого параметра. Далее был произведен временной (многолетний) анализ данных за длительный промежуток времени – с 2005 по 2021 гг., что является ключевым аспектом исследования, т.к. в настоящее время имеется недостаток данных в направлении долгосрочного исследования качества поверхностных вод.

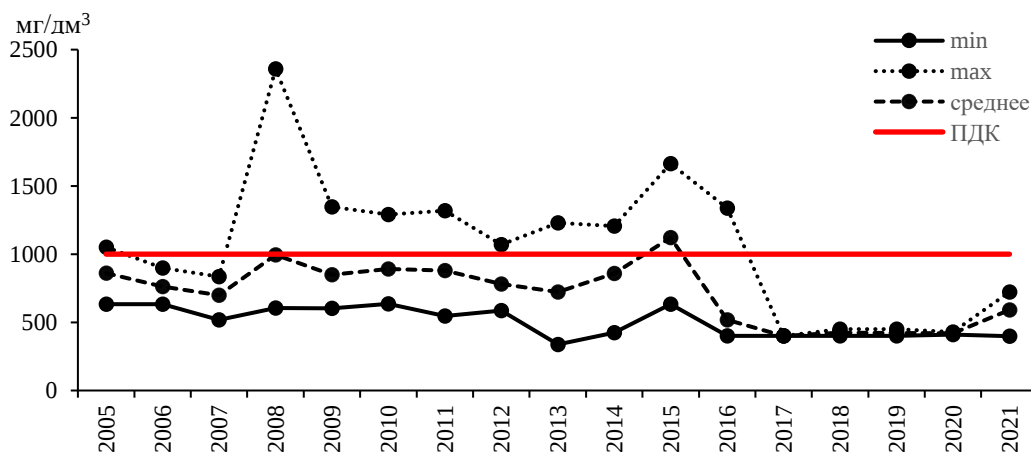
Нормативный уровень ПДК для МВ, приводимый на иллюстративных материалах взят в соответствии с Единой системой классификации качества воды для первого класса качества [9], который составляет 1000 мг/дм<sup>3</sup>.



**Рисунок 1.** Гидрохимические створы на р. Жайык на территории Казахстана

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно данным, представленным в «Ежегодниках» РГП «Казгидромет» [10], минерализация трансграничного стока, притекающего с территории РФ за многолетний период, варьировала в значительных пределах, особенно в 2005...2016 гг. (рисунок 2), средние годовые концентрации минеральных солей составили 400...1121 мг/дм<sup>3</sup>, максимальные ее значения зафиксированы в 2008 г. на уровне 2359 мг/дм<sup>3</sup>, а в 2015 г. – до 1525 мг/дм<sup>3</sup>. В период с 2017 г. по 2020 г. при колебании среднегодового водного стока в пределах 3,5...9,8 км<sup>3</sup> (рисунок 3) МВ практически не меняется, оставаясь почти постоянной и в отдельные сезоны этих лет. По данным, приведенным на рисунке 2, необходимо отметить и о том, что за многолетний период средняя минерализация трансграничного стока реки была ниже нормативного уровня ПДК – 1000 мг/дм<sup>3</sup> [9].



**Рисунок 2.** Минерализация воды в трансграничном створе реки у с. Январцево

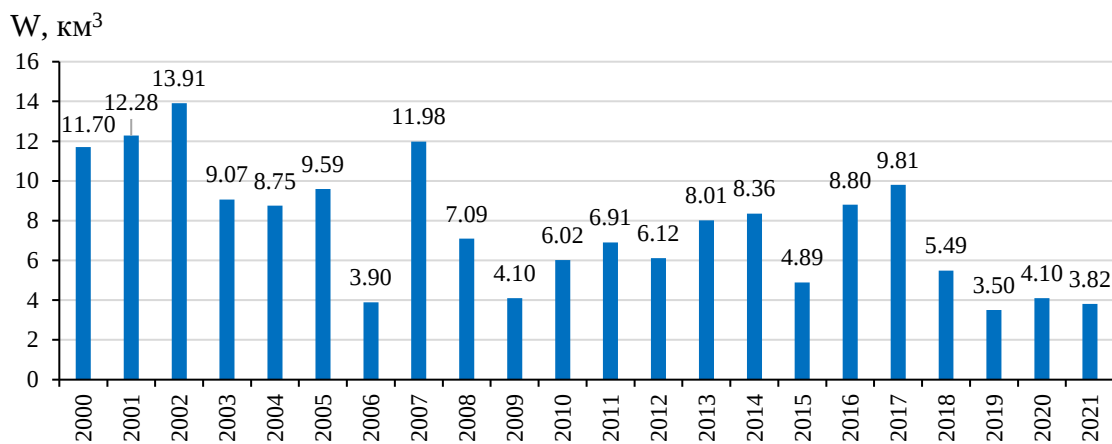


Рисунок 3. Объем трансграничного стока воды у с. Январцево

На основе анализа приведенного иллюстрационного материала (рисунки 2...3) следует отметить об отсутствии тесной зависимости между минерализацией и объемом трансграничного водного стока, что является показателем существенного влияния различных по происхождению антропогенных факторов на химический состав и качество речных вод на территории РФ. Факт отсутствия взаимосвязи между среднегодовыми характеристиками расхода воды и минерализации подтверждается графиком связи, представленным на рисунке 4.

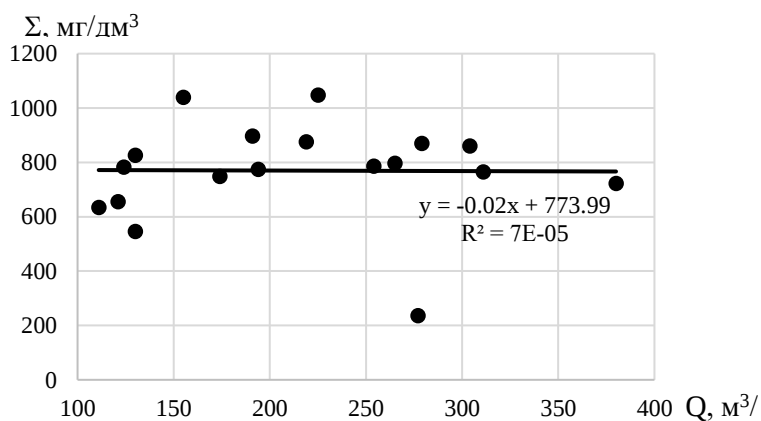


Рисунок 4. График связи между среднегодовыми расходами воды и минерализацией у с. Январцево

Многолетняя динамика МВ в низовьях реки (у г. Атырау) характеризуется также значительными колебаниями во времени с тенденцией снижения, примерно, с начала XXI века (таблица 1). За рассматриваемый период заметные изменения характерны для соотношения главных ионов. В 1961 г. и 1962 г. состав воды в данном районе соответствовал индексу в половодье  $\text{CaH}_2$ , в межень –  $\text{ClNaH}$  [11], а в последнее двадцатилетие во все сезоны года соответствует индексу  $\text{CNaH}$ . Согласно данным [12], в марте 2019 г. МВ в р. Жайык зарегистрирована на уровне  $685 \text{ мг/дм}^3$  у г. Атырау, у п. Малая Дамба –  $810 \text{ мг/дм}^3$ . По собственным наблюдениям [13], в 1999...2001 гг. МВ в низовьях реки составляла весной от  $342 \text{ мг/дм}^3$  до  $404 \text{ мг/дм}^3$ , а в начале зимы  $581...586 \text{ мг/дм}^3$ . По более ранним исследованиям [14], как отмечено выше, значения этого показателя изменялись в интервале  $259...845 \text{ мг/дм}^3$ .

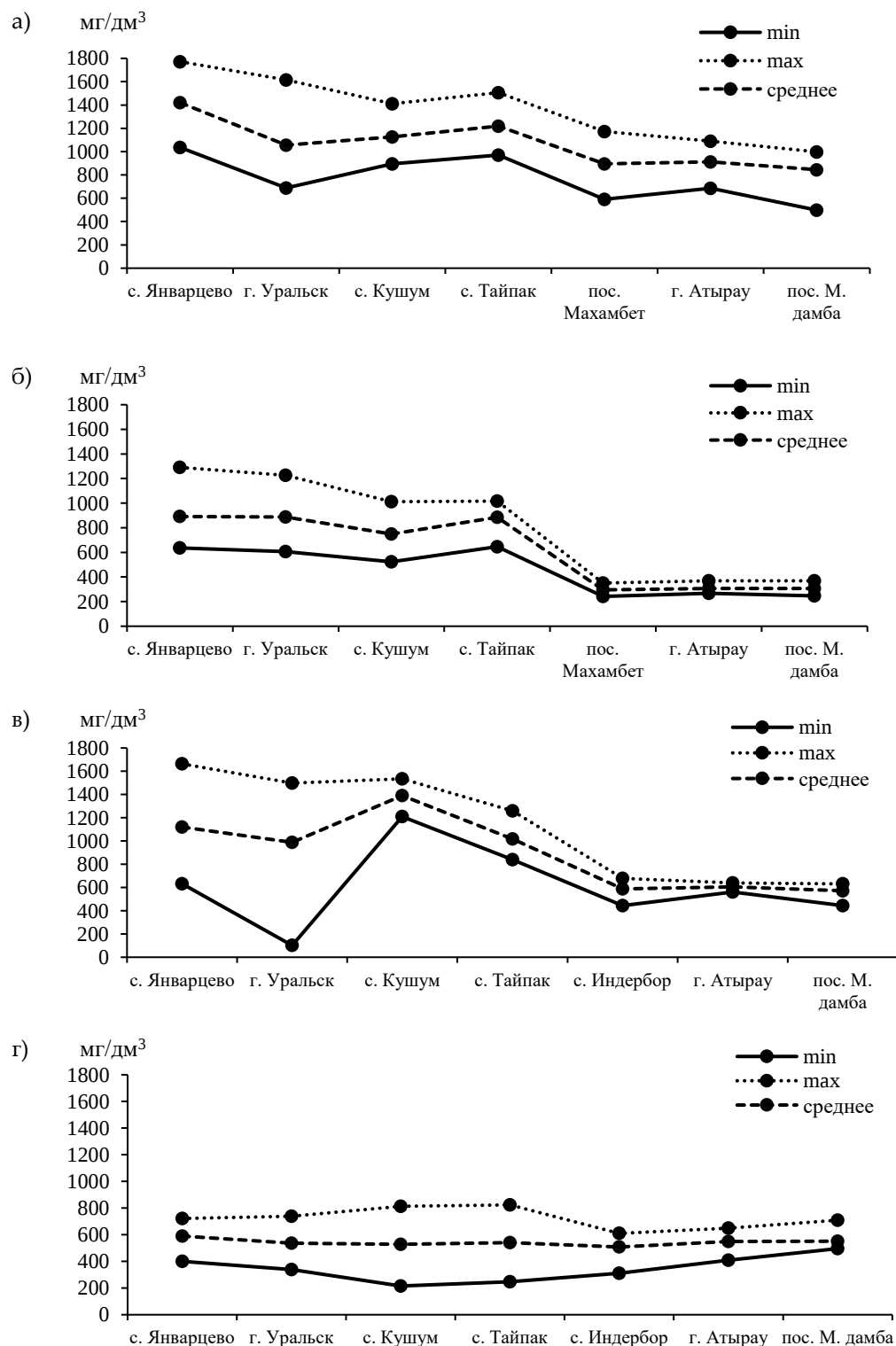
Таблица 1

Многолетнее изменение МВ р. Жайык у г. Атырау,  $\text{мг/дм}^3$

| Минерализация | Год  |      |      |      |      |      |      |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|
|               | 1961 | 1962 | 1999 | 2001 | 2010 | 2015 | 2021 |
| Максимальная  | 982  | 953  | 581  | 586  | 369  | 510  | 649  |
| Минимальная   | 400  | 308  | 342  | 404  | 278  | 235  | 272  |
| Средняя       | 601  | 636  | 462  | 495  | 306  | 373  | 449  |

При изучении особенностей изменения МВ по течению реки на территории Казахстана для наглядной иллюстрации динамики изучаемого показателя проанализированы данные за 2001, 2010, 2015 и 2021 гг., по которым имеются более полные сведения.

По данным, приведенным на рисунке 5, можно отметить об аналогичном режиме МВ по течению реки за 2001 и 2021 гг. В 2001 г. (рисунок 5а) средняя минерализация речной воды от значений 1421 мг/дм<sup>3</sup> у с. Январцево плавно снижается до 912 мг/дм<sup>3</sup> у г. Атырау и до 845 мг/дм<sup>3</sup> перед впадением реки в море. В 2021 г. (рисунок 5г) по всему течению реки МВ меняется крайне незначительно, в среднем от 590 до 550 мг/дм<sup>3</sup>. Аналогичный ход динамики был характерен в эти годы и для максимальных и минимальных значений минерализации.



**Рисунок 5.** Изменение МВ р. Жайык по течению на территории Казахстана по годам:

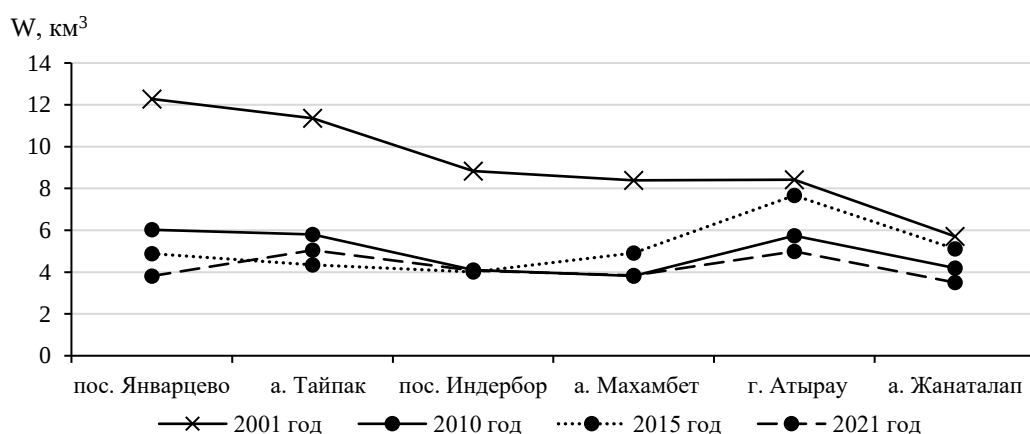
а) 2001; б) 2010; в) 2015; г) 2021

Иная картина наблюдается при анализе данных за 2010 и 2015 гг. (рисунки 5б и 5в). В 2010 г. значения МВ от с. Январцево до с. Тайпак заметно не менялись и наблюдались в среднем в интервале 892...900 мг/дм<sup>3</sup>, однако у гидропоста пос. Махамбет величина показателя резко снижается, оставаясь на уровне в среднем 295...306 мг/дм<sup>3</sup> до пос. Малая Дамба. В целом, аналогичная динамика МВ по течению реки зарегистрирована и в 2015 г. В этом году резкое снижение ее значений отмечалось у с. Кушум до с. Индербор в среднем с 1121 до 589 мг/дм<sup>3</sup>, оставаясь далее без заметных изменений до самого моря.

Чем обусловлено такое резкое опреснение речной воды именно на границе двух областей, объяснить трудно. Известно, что такое снижение солености вод может вызвать поступление в речную систему большого количества маломинерализованных вод, что одновременно приводит к увеличению водного стока в реке ниже этого участка. Однако, как видно из рисунка 6, ниже с. Тайпак ни в 2001 и 2021 гг., ни в 2010 и 2015 гг. объем водного стока в реке не увеличился, а наоборот, наблюдается некоторое его снижение.

Достаточно подробные сведения по изменению МВ по течению р. Жайык за 2013 и 2016 гг. приводятся в ряде работ [15...18]. Согласно этим данным, весной 2016 г. МВ в створах с. Январцево, п. Кушум и п. Тайпак составила соответственно 282, 325 и 326 мг/дм<sup>3</sup>, а в створах п. Индер, п. Махамбет, г. Атырау и п. Малая Дамба – 386, 696, 707 и 532 мг/дм<sup>3</sup>, соответственно.

Приведенные выше материалы свидетельствуют об изменении МВ по течению реки под влиянием ряда природных и антропогенных факторов без резких ее колебаний на отдельных участках.



**Рисунок 6.** Объем водного стока р. Жайык на территории Казахстана в 2001, 2010, 2015 и 2021 гг.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа многолетнего материала можно отметить, что режим минерализации трансграничного стока р. Жайык очень динамичен и среднегодовые его значения колебались в интервале от 500 до 1525 и 2359 мг/дм<sup>3</sup>. В трансграничном створе реки выявлено отсутствие тесной зависимости между минерализацией и объемом трансграничного водного стока, что является показателем существенного влияния антропогенных факторов на химический состав и качество речных вод на территории Российской Федерации.

Многолетняя динамика МВ в низовьях реки (у г. Атырау) характеризуется такими значительными колебаниями в межгодовом аспекте с заметной тенденцией снижения, примерно с начала XXI века. Такая закономерность выявляется и при сравнении приводимых современных данных по МВ с опубликованными материалами ряда научных учреждений и ранее проведенных собственных исследований.

Многообразие природных и антропогенных факторов обуславливает глубокие изменения в ионном составе речной воды и придает определенную направленность его метаморфизации. Качество воды р. Жайык по степени минерализации соответствует

нормативным требованиям, и она вполне пригодна для использования в хозяйственно-питьевых и других целях.

Полученные научные результаты могут быть использованы местными и государственными органами по охране природы при разработке водоохранных мероприятий, а также специалистами в области исследования качества природных вод и вопросах развития научных исследований трансграничных проблем.

### ДОСТУПНОСТЬ ДАННЫХ

Данные, использованные в этом исследовании, получены авторами из трех источников: Бюро национальной статистики, Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан; РГП «Казгидромет» МЭПР РК.

### ВКЛАД АВТОРОВ

Концептуализация – НАА; управление данными – АМ; формальный анализ – ДМБ; методология – АСМ; руководство – НАА; визуализация – ДМБ; написание исходного текста – НАА; написание и редактирование окончательного текста – НАА, ДМБ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никонова Р.Е. Многолетняя изменчивость составляющих водного баланса Каспийского моря и ее роль в колебаниях уровня // Материалы Всесоюзного совещания по проблеме Каспийского моря, 3-5 июня, 1991. – Гурьев, 1991.
2. Ивкина Н.И., Галаева А.В. Изменения основных составляющих водного баланса Каспийского моря под влиянием климата // Гидрометеорология и экология. – 2020. - № 4. – С. 16-28.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып.1. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – 411 с.
4. Бруевич С.В., Аничкова Н.И. Химия речного стока в Каспийское море // Труды Комиссии по комплексному изучению Каспийского моря. М.-Л.: АН СССР. – 1941. - Вып. XIV. – С.9.
5. Амиргалиев Н.А., Кожакметов П.Ж., Исмуханова Л.Т., Бектурсунов К.Е. Северный Каспий. Гидрографические и гидрохимические показатели. Атлас Атырауской области, Алматы, 2014. – С. 78.
6. Алекин О.А. К изучению количественных зависимостей между минерализацией, ионным составом и водным режимом рек СССР // Труды ГГИ. – Л.: Гидрометеоиздат, 1950. – Вып. 25 (79). – С. 25-35.
7. Медеу А.Р., Амиргалиев Н.А., Давлеткалиев С.К., Сергалиев Н.Х., Ахмеденов К.М. Оценка состояния водных ресурсов трансграничных рек Урало-Каспийского бассейна // Материалы международной научно-практической конференции и школы-семинара молодых ученых-степедов 1-5 октября 2017 г. – Оренбург, 2017. – Том 1. – С. 32-45.
8. Amirgaliev N.A., Askarova M., Opp C., Medeu A.A., Kulbekova R., Medeu A.R. Water quality problems analysis and assessment of the ecological security level of the Transboundary Ural-Caspian basin of the Republic of Kazakhstan. Applied Sciences (Switzerland), 2022, Vol. 12 (4), pp. 2059. <https://doi.org/10.3390/app12042059>
9. Единая система классификации качества воды в водных объектах, утвержденная Приказом Председателя Комитета водного хозяйства Министерства водных ресурсов и ирригации Республики Казахстан от 20.03.2024 г. № 70. [Электронный ресурс] URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014513>, дата обращения: 11.11.2024
10. Ежегодные данные о качестве (ЕДК) поверхностных вод суши. Жайык-Каспийский бассейн. – Астана: РГП «Казгидромет», 2001...2021 гг.
11. Амиргалиев Н.А. Ионный сток р. Урал в солевом балансе Каспийского моря // Известия АН КазССР. Серия химическая. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР. – 1966. – Вып. 3. – С. 35-40.
12. Кадинов Е.Л. Оценка гидролого-гидрохимического состояния р. Жайык в современный период // Состояние водных биологических ресурсов и аквакультуры Казахстана и сопредельных стран. НИИ рыбного хозяйства – 90 лет. – Алматы, 2019. – С.257-271.
13. Амиргалиев Н.А. Эколого-токсикологическая оценка речного притока в Северо-Восточный Каспий // Экология и гидрофауна водоемов трансграничных бассейнов Казахстана. – Алматы: Бастау, 2008. – С. 6-18.
14. Амиргалиев Н.А. Гидрохимия дельты и низовьев р. Урал: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Балхаш, 1967. – 19 с.
15. Сергалиев Н.Х., Ахмеденов К.М., Абишева С.Х., Гаврилина И.И. Анализ данных по гидрохимическим и токсикологическим показателям реки Жайык Западно-Казахстанской и Атырауской областей // Водные ресурсы Центральной Азии и их использование. Материалы международной конференции, посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни», Алматы 22-24 сентября 2016 г. – Алматы, 2016. – Книга 1. – С. 418-423.
16. Ахмеденов К.М., Гаврилина И.И., Абишева С.Х. Анализ проблем трансграничного переноса загрязняющих веществ в бассейне реки Жайык // Водные ресурсы Центральной Азии и их использование. Материалы международной конференции, посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни», Алматы 22-24 сентября 2016 г. – Алматы, 2016. – Книга 1. – С. 240-246.
17. Shalgimbaeva G.M., Mugue N.S., Isbekov K.B., Volkov A.A., Mikodina E.V. Ural (Zhayik) River Spawning Grounds of the Sturgeon (Acipenseridae) in the Republic of Kazakhstan: Modern Situation. Journal of Ichthyology, 2022, Vol. 62, pp. 1439–1453. <https://doi.org/10.1134/S0032945222060273>

### REFERENCES

1. Nikonova R.E. (1991). Mnogoletnjaja izmenchivost' sostavljajushhih vodnogo balansa Kaspijskogo morja i ee rolv kolebanijah urovnja [Multiyear variability of the Caspian Sea water balance components and its role in level fluctuations]. Materialy Vsesojuznogo soveshhanija po probleme Kaspijskogo morja, 3-5 ijunja, 1991. Gu'ev [in Russian].
2. Ivkina N.I., Galaeva A.V. (2020). Izmenenija osnovnyh sostavljajushhih vodnogo balansa Kaspijskogo morja pod vlijaniem klimata [Changes in the main components of the Caspian Sea water balance under the influence of climate]. Gidrometeorologija i jekologija, 2020, Vol. 4, pp. 16-28 [in Russian].
3. Resursy poverhnostnyh vod SSSR (1971). T. 12. Nizhnee Povolzh'e i Zapadnyj Kazahstan [Surface Water Resources of the USSR. T. 12. Lower Volga Region and Western Kazakhstan]. Vyp.1, L.: Gidrometeoizdat, 411 p [in Russian].

4. Bruevich S.V., Anichkova N.I. (1941). Himiya rechnogo stoka v Kaspijskoe more [Chemistry of River Runoff into the Caspian Sea]. Trudy Komissii po kompleksnomu izucheniju Kaspijskogo morja, M.-L.: AN SSSR, Vol. XIV, 9 p [in Russian].
5. Amirgaliev N.A., Kozhahmetov P.Zh., Ismuhanova L.T., Bektursunov K.E. (2014). Severnyj Kaspij. Hidrograficheskie i gidrohimicheskie pokazateli. Atlas Atyrauskoj oblasti [Northern Caspian. Hydrographic and hydrochemical indicators. Atlas of Atyrau region], Almaty, 2014, 78 p [in Russian].
6. Alekin O.A. (1950). K izucheniju kolichestvennyh zavisimostej mezhdur mineralizaciej, ionnym sostavom i vodnym rezhimom rek SSSR [To the study of quantitative relationships between mineralisation, ionic composition and water regime of the USSR rivers]. Trudy GGI, L.: Gidrometeoizdat, Vol. 25 (79), pp. 25-35 [in Russian].
7. Medeu A.R., Amirgaliev N.A., Davletkaliev S.K., Sergaliev N.H., Ahmedenov K.M. (2017). Ocenka sostojanija vodnyh resursov transgranichnyh rek Uralo-Kaspijskogo bassejna [Assessment of the state of water resources of transboundary rivers of the Ural-Caspian basin]. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii i shkoly-seminara molodyh uchenyh-stepevedov 1-5 oktjabrja 2017 g., Orenburg, Issue. 1, pp. 32-45 [in Russian].
8. Amirgaliev N.A., Askarova M., Opp C., Medeu A.A., Kulbekova R., Medeu A.R. (2022). Water quality problems analysis and assessment of the ecological security level of the Transboundary Ural-Caspian basin of the Republic of Kazakhstan. Applied Sciences (Switzerland), Vol. 12 (4), p. 2059. <https://doi.org/10.3390/app12042059>
9. Unified system of water quality classification in water bodies, approved by the Order of the Chairman of the Committee of Water Management of the Ministry of Water Resources and Irrigation of the Republic of Kazakhstan from 20.03.2024 № 70 [Electronic resource]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014513>, date of access: 11.11.2024
10. Ezhegodnye dannye o kachestve (EDK) poverhnostnyh vod sushi. Zhajyk-Kaspijskij bassejn, Astana: RSE «Kazhydromet», 2001...2021 gg. [in Russian].
11. Amirgaliev N.A. (1966). Ionnyi stok r. Ural v solevom balance Kaspijskogo morja [Ion runoff of the Ural River in the salt balance of the Caspian Sea]. Izvestiya AN KazSSR. Seriya khimicheskaya, Alma-Ata: Izd-vo AN KazSSR, Vol. 3, pp. 35-40 [in Russian].
12. Kadinov E.L. (2019). Otsenka gidrologo-gidrokhimicheskogo sostoyaniya r. Zhajyk v sovremennyy period [Assessment of hydrological and hydrochemical condition of the river Zhajyk in the modern period]. Sostoyanie vodnykh biologicheskikh resursov i akvakul'tury Kazakhstana i sopredel'nykh stran. NII rybnogo khozyaistva – 90 let, Almaty, pp.257-271 [in Russian].
13. Amirgaliev N.A. (2008). Ekologo-toksikologicheskaya otsenka rechnogo pritoka v Severo-Vostochnyj Kaspij [Ecological and toxicological assessment of river inflow to the North-East Caspian]. Ekologiya i gidrofauna vodoemov transgranichnyh basseinov Kazakhstana, Almaty: Bastau, 2008, pp. 6-18 [in Russian].
14. Amirgaliev N.A. (1967). Gidrokhiimiya del'ty i nizov'ev r. Ural [Hydrochemistry of the delta and lower reaches of the Ural River]: Avtoref. dis. ... kand. khim. Nauk, Balkhash, 19 p. [in Russian].
15. Sergaliev N.Kh., Akhmedenov K.M., Abisheva S.Kh., Gavrilina I.I. (2016). Analiz dannykh po gidrokhimicheskim i toksikologicheskim pokazatelyam reki Zhajyk Zapadno-Kazakhstanskoi i Atyrauskoj oblasti [Analysis of data on hydrochemical and toxicological indicators of the river Zhajyk in West Kazakhstan and Atyrau oblasts]. Vodnye resursy Tsentral'noi Azii i ikh ispol'zovanie. Materialy mezhdunarodnoi konferencii, posvyashchennoi podvedeniyu itogov obyavlenogo OON desyatiletia «Voda dlya zhizni», Almaty 22-24 sentyabrya 2016 g, Kniga 1, Almaty, pp. 418-423 [in Russian].
16. Akhmedenov K.M., Gavrilina I.I., Abisheva S.Kh. (2016). Analiz problem transgranichnogo perenosa zagryaznyayushchikh veshchestv v basseine reki Zhajyk [Analysis of problems of transboundary transport of pollutants in the basin of the Zhajyk River]. Vodnye resursy Tsentral'noi Azii i ikh ispol'zovanie. Materialy mezhdunarodnoi konferencii, posvyashchennoi podvedeniyu itogov ob'yavlenogo OON desyatiletia «Voda dlya zhizni», Almaty 22-24 sentyabrya 2016 g., Kniga 1, Almaty, pp. 240-246. [in Russian].
17. Shalgimbaeva G.M., Mugue N.S., Isbekov K.B., Volkov A.A., Mikodina E.V. (2022). Ural (Zhayik) River Spawning Grounds of the Sturgeon (Acipenseridae) in the Republic of Kazakhstan: Modern Situation. Journal of Ichthyology, Vol. 62, pp. 1439–1453. <https://doi.org/10.1134/S0032945222060273>

## ЖАЙЫҚ ТРАНСШЕКАРАЛЫҚ ӨЗЕНІНІҢ ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫНДАҒЫ СУЫНЫҢ МИНЕРАЛДАНУЫНЫҢ ҰЗАҚ ЖЫЛДЫҚ ДИНАМИКАСЫ

Нариман А. Амиргалиев<sup>1</sup> ҚазҰЖҒА академигі, г.ғ.д., профессор, Азамат С. Мадібеков<sup>1</sup> PhD, қауымдастырылған профессор, Диана М. Бурлибаева<sup>1,2\*</sup> PhD, Айнұр Мұсақұлқызы<sup>1</sup> т.ғ.к.

<sup>1</sup> География және су қауіпсіздігі институты, Алматы, Қазақстан; [namirgaliev@mail.ru](mailto:namirgaliev@mail.ru), [madibekov@mail.ru](mailto:madibekov@mail.ru), [diana.burlibayeva@yandex.kz](mailto:diana.burlibayeva@yandex.kz), [musakulkyzy@ingeo.kz](mailto:musakulkyzy@ingeo.kz)

<sup>2</sup> Қазақстан Республикасындағы Халықаралық Аралды құтқару қорының Атқарушы дирекциясы, Алматы, Қазақстан; [diana.burlibayeva@yandex.kz](mailto:diana.burlibayeva@yandex.kz)

Автор корреспонденциясы: Диана М. Бурлибаева, [diana.burlibayeva@yandex.kz](mailto:diana.burlibayeva@yandex.kz)

### ТҮЙІН СӨЗДЕР

минералдану  
судың иондық құрамы  
концентрациясы  
таралуы  
трансформациясы

#### Мақала жайында:

Жіберілді: 29.11.2024  
Қайта қаралды: 29.05.2025  
Қабылданды: 03.06.2025  
Жарияланды: 30.06.2025

### АБСТРАКТ

Жұмыста Жайық өзені бойымен Қазақстан аумағына минералды тұздардың трансшекаралық ағынының көпжылдық динамикасын бағалауға арналған зерттеу нәтижелері келтірілген. «Қазгидромет» РМК мемлекеттік мониторингінің көпжылдық материалы негізінде табиғи және антропогендік факторлардың әсерін ескере отырып, ағын бойынша судың минералдануы ағынының трансформациясының ерекшеліктері қаралды. Жер үсті суларының сапасын қалыптастыруда судың минералдануының, сондай-ақ олардың соңғы су айдындарының санитарлық режимінде ағуын зерттеудің маңыздылығы туралы мәліметтер келтірілген.

Жүргізілген зерттеулер су ағынының ауытқуына және бірқатар антропогендік факторлардың әсеріне байланысты жыл және жыл ішілік аралықта минералды

тұздар ағынының үлкен өзгергіштігін көрсетті. Қазақстан аумағында судың минералдану режимін қалыптастырудың негізгі факторы ретінде Жайық өзенінің трансшекаралық ағынының рөлі көрсетіліп, су ағыны бойындағы судың минералдануының өзгеруін анықтайтын негізгі факторлар да келтірілген.

## MULTIYEAR DYNAMICS OF WATER MINERALIZATION IN THE TRANSBOUNDARY ZHAIYK RIVER ON THE TERRITORY OF KAZAKHSTAN

Nariman Amirgaliyev<sup>1</sup> Academician of KazNANS, doctor of geographical sciences, professor,  
Azamat Madibekov<sup>1</sup> PhD, associate professor, Diana Burlibayeva<sup>1,2\*</sup> PhD, Ainur Mussakulkyzy<sup>1</sup> candidate of technical sciences

<sup>1</sup> Institute of Geography and Water Security, Almaty, Kazakhstan; [namirgaliyev@mail.ru](mailto:namirgaliyev@mail.ru), [madibekov@mail.ru](mailto:madibekov@mail.ru), [diana.burlibayeva@yandex.kz](mailto:diana.burlibayeva@yandex.kz), [musakulkyzy@ingeo.kz](mailto:musakulkyzy@ingeo.kz)

<sup>2</sup> Executive Board of the International Fund for Saving the Aral Sea in the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan; [diana.burlibayeva@yandex.kz](mailto:diana.burlibayeva@yandex.kz)

Corresponding author: Diana Burlibayeva, [diana.burlibayeva@yandex.kz](mailto:diana.burlibayeva@yandex.kz)

### KEY WORDS

mineralization  
ionic composition of water  
concentration  
distribution  
transformation

### ABSTRACT

The paper presents the results of studies devoted to the assessment of long-term dynamics of the volume of transboundary runoff to the territory of Kazakhstan of mineral salts of the Zhaiyk River. On the basis of long-term material of the State monitoring of RSE «Kazhydromet», the features of transformation of water mineralization flow along the river are considered, also taking into account the influence of natural and anthropogenic factors. There is an information about the importance of water mineralization studies in the formation of surface water quality, as well as their runoff in the sanitary regime of inlet water bodies.

The studies have shown great variability of mineral salt runoff in inter-annual and intra-annual periods depending on the fluctuation of water flow and the influence of a number of anthropogenic factors. The role of transboundary flow of the Zhaiyk river as the main factor of formation of water mineralization regime on the territory of Kazakhstan is shown, main factors determining the transformation of water mineralization along the watercourse are also given.

### About article:

Received: 29.11.2024

Revised: 29.05.2025

Accepted: 03.06.2025

Published: 30.06.2025

**Примечание издателя:** заявления, мнения и данные во всех публикациях принадлежат только автору (авторам), а не журналу "Гидрометеорология и экология" и/или редактору (редакторам).