

<https://doi.org/10.52676/1729-7885-2024-2-34-42>

УДК 504.05

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ ЕРТИС В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Ш. Ж. Арынова^{1*}, Г. С. Ажаев¹, К. К. Ахметов¹, В. П. Колпакова², Ж. К. Шаймарданов²

¹ НАО «Торайгыров университет», Павлодар, Казахстан

² НАО «Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева»,
Усть-Каменогорск, Казахстан

*E-mail для контактов: shinar_uzh@mail.ru

В статье рассматриваются проблемы загрязнения реки Ертис в казахстанской части бассейна. Проанализированы данные о качестве воды реки, полученные в период с 2012 по 2023 год. Основными источниками загрязнения реки являются сбросы промышленных и коммунально-бытовых сточных вод в бассейнах рек Бухтарма, Ульба, Ертис. В результате деятельности целого ряда промышленных комплексов на изученной территории в воде реки Ертис отмечаются повышенные концентрации тяжелых металлов (свинец, медь, цинк, кадмий), биогенных элементов (железо). Наиболее загрязненными являются участки реки в районе городов Усть-Каменогорск, Семей и Павлодар. Для улучшения качества воды реки Ертис необходимо принимать меры по снижению антропогенного воздействия, обеспечить эффективную очистку промышленных и коммунально-бытовых сточных вод, а также продолжать проведение мониторинга качества воды реки с целью отслеживания динамики загрязнения и принятия своевременных мер по его снижению.

Ключевые слова: тяжелые металлы, биогенные элементы, водные ресурсы, техногенное воздействие, качество воды.

ВВЕДЕНИЕ

Использование водных ресурсов в трансграничных бассейнах представляет собой сложную задачу, поскольку требует согласования интересов различных стран. В бассейне реки Ертис эта проблема особенно актуальна, поскольку река является важным источником воды для Китая и Казахстана [1].

Антропогенное влияние на реку Ертис в настоящее время проявляется в уменьшении объема стока и изменении его сезонного распределения. Это связано с забором воды для промышленных и сельскохозяйственных нужд [2, 3].

В Китае, например, планируется увеличить забор воды из реки Ертис до 1 км³ в год, что может привести к дополнительному уменьшению стока и, как следствие, к ухудшению условий для рыб и других водных организмов [3–5].

Казахстан также активно использует водные ресурсы реки Ертис в различных отраслях экономики, включая гидроэнергетику, промышленное и сельское водоснабжение, ирригацию, рыболовство и рекреацию.

Ертысский каскад водохранилищ играет важную роль в управлении водными ресурсами, поскольку обеспечивает многолетнее, годовое (сезонное), недельное (суточное) регулирование стока реки [6, 7].

Несмотря на их важность для электроэнергетики и регулирования стока, необходимо также учитывать их потенциальное негативное воздействие на окружающую среду. Вопросы устойчивого использования водных ресурсов в трансграничных бассейнах требуют внимательного рассмотрения и координации усилий со стороны всех заинтересованных стран для обеспечения сбалансированного и устойчивого подхода к управлению этими важными ресурсами.

Одним из негативных последствий их влияния является вытеснение местных сообществ животных и растений [4]. Это связано с тем, что водохранилища затопляют большие площади земель, которые ранее были естественной средой обитания для различных видов. В результате этого происходит сокращение биологического разнообразия.

Другим негативным последствием является загрязнение воды [8]. Это связано с тем, что в водохранилища попадают загрязняющие вещества, которые поступают с сельскохозяйственных угодий и от промышленных предприятий. В результате этого может произойти снижение качества воды, что отрицательно скажется на ухудшении условий для обитания рыбы и других водных организмов.

Нарушение водного режима реки становится еще одним неблагоприятным аспектом, связанным с использованием водохранилищ в трансграничных бассейнах, что приводит к изменениям естественного течения реки и других параметров, критически важных для водных организмов.

Главным образом, негативное воздействие ГЭС на компоненты природной среды связано с тем, что для строительства водохранилищ приходится отводить значительные участки земли под водой. Это влечет за собой утрату плодородных почв и разрушение экосистем.

Важным аспектом также является более высокая температура воды в водохранилищах по сравнению с естественными реками [9].

Характер и масштаб изменений в окружающей среде обусловлен в первую очередь морфологией и морфометрией водохранилища, спецификой взаимодействия. Поэтому при проектировании и строитель-

стве таких сооружений крайне важно учесть все возможные негативные последствия и предпринять меры по их предотвращению или минимизации. Необходимо стремиться к устойчивому балансу между использованием водных ресурсов и сохранением экологической целостности в трансграничных бассейнах.

Регулирование стока реки Ертис привело к ее обмелению и изменению гидрологического режима. Это связано с тем, что на реке расположены Бухтарминское, Усть-Каменогорское и Шульбинское водохранилища, которые задерживают часть стока.

В результате этого годовой естественный сток реки Ертис в среднем течении уменьшился на 1,2–1,3 км³ [10]. Это привело к снижению уровня воды в реке, изменению ее температурного режима и биогенного стока [11].

Уменьшение объема воды в реке снижает ее способность к самоочищению. Это означает, что река сталкивается с трудностями в борьбе с загрязнением, что влечет за собой накопление в воде вредных веществ [5].

Важной проблемой является возрастающее негативное воздействие на экосистему реки Ертис и ее притоков, обусловленное загрязнением промышленными и коммунально-бытовыми стоками. Если первое обусловлено наличием на территории Восточно-Казахстанской и Павлодарской областей крупных промышленных предприятий, которые сбрасывают в реку значительное количество загрязняющих веществ, то второе связано с износом или отсутствием канализационных очистных сооружений [12].

Основными источниками загрязнения являются горные разработки, приводящие к образованию отвалов и хвостохранилищ, содержащих токсичные вещества. Промышленные стоки включают в себя тяжелые металлы, нефтепродукты, органические соединения и другие вредные вещества.

Эти факторы подчеркивают необходимость более эффективного контроля и управления загрязнением в бассейне реки Ертис. Развитие и реализация строгих экологических стандартов, а также внедрение современных технологий для очистки сточных вод, становятся неотложными задачами для обеспечения устойчивости экосистемы этого важного поверхностного водного источника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основным материалом для анализа сложившейся обстановки в условиях использования воды реки Ертис послужили многолетние данные, представленные РГП «Казгидромет», которые ежегодно отражены в Информационном бюллетене о состоянии окружающей среды в разделе метеорологические и гидрологические базы данных.

Согласно государственным кадастровым данным исследования проводятся на следующих контрольных створах: Восточно-Казахстанская и Абайская области – 34 поста, Павлодарская область (10) – с. Майское, г. Аксу (3 км выше и 0,8 км ниже сброса

сточных вод ГРЭС), г. Павлодар (5 км к югу от с. Кенжеколь, район спасательной станции, 1 км выше и 0,5 км ниже сброса ТОО «Павлодар-Водоканал»), с. Мичурино, с. Приртышское).

По данным РГП «Казгидромет» в воде определяются 48 физико-химических показателей, включая биогенные и органические элементы, тяжелые металлы. Анализ физико-химических показателей в реке Ертис за последние 10 лет представлен ниже.

Для обработки полученных данных использовались статистические и графические методы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно разнообразным литературным источникам [12–17], территория казахстанской части бассейна реки Ертис разделяется на пять условных эколого-гидрохимических районов (рисунок 1) в зависимости от степени загрязнения поверхностных вод.

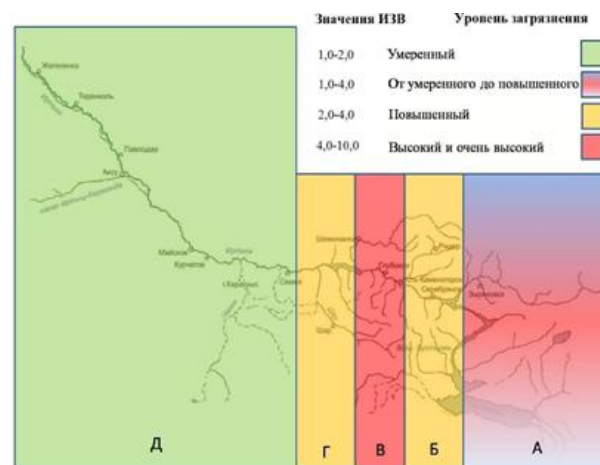


Рисунок 1. Районирование Ертисского водохозяйственного бассейна по уровню загрязнения поверхностных вод [17]

Это свидетельствует о значительном воздействии промышленной деятельности на качество воды в данном бассейне. Уровень загрязнения варьирует от умеренного до повышенного, что подтверждается данными Информационного бюллетеня о состоянии окружающей среды Республики Казахстан [19–33] (рисунок 2).

В период с 2012 по 2018 годы в воде реки Кара Ертис отмечалось превышение предельно-допустимой концентрации меди в 1,3–2,1 раза. Также в различные периоды отмечались повышенные концентрации марганца (2013–2015 годы) и железа (2014 год) в воде реки Кара Ертис.

Согласно данным за период с 2019 по 2023 годы [26–33], в воде реки Кара Ертис (створ села Боран) не выявлены повышенные концентрации 48 физико-химических показателей. Важно отметить, что с 2019 по 2022 год вода реки Кара Ертис классифицировалась как вода 1 класса качества, а с первого полугодия 2022 года по первое полугодие 2023 года произошел переход с 3 класса в 1 класс.



Рисунок 2. Класс качества воды реки Ертис по данным Казгидромет (декабрь, 2023 г.)

Район Б, который охватывает участок от устья реки Бухтарма до устья реки Ульбы, подвергается значительному техногенному загрязнению водных ресурсов, преимущественно обусловленному деятельностью предприятий горнодобывающего комплекса, таких как АО «Казцинк», ОАО «Титано-магнийевый комбинат» (ТМК), ОАО «Ульбинский металлургический завод» (УМЗ), а также Усть-Каменогорская и Согринская тепловые электростанции [17]. Повышенные концентрации тяжелых металлов в реке Ертис от ее верхнего течения до села Бобровска, таких как марганец, медь, цинк, молибден, кадмий, свинец и хром, является беспокоящей тенденцией. Например, отмечено, что превышение среднего содержания этих элементов варьирует от 3,2–3,4 раз для марганца, меди, цинка и молибдена до 14,2 раз для хрома [12]. Уровень загрязнения на данном участке считается повышенным, что создает серьезные проблемы для экосистемы в данном регионе.

Согласно данным Информационного бюллетеня о состоянии окружающей среды Республики Казахстан в период с 2012 года по 2018 год в воде реки Ертис, протекающей на территории Восточно-Казахстанской области, было зафиксировано превышение предельно-допустимой концентрации элементов из группы тяжелых металлов, таких как медь, цинк, марганец, и биогенных веществ, включая железо. Максимальные концентрации меди, марганца в воде реки Ертис были зафиксированы в 2018 году, цинка – в 2015–2016 году, а железа – в 2016 году [23–25]. В период с 2019 по 2020 год качество воды реки Ертис относится к 4 классу. В рассматриваемый период в воде зафиксировано концентрация взвешенных веществ в количестве 8,9–11,2 мг/дм³ [26, 27].

С 2020 г. по 2021 г. качество воды реки Ертис по-

вышается с 4 до 1 класса [27–29]. С 1 полугодия 2022 года по настоящее время качество воды характеризуется как 2 класс [30–33].

Район В, простирающийся от города Усть-Каменогорск до устья реки Уба, сталкивается с серьезным техногенным загрязнением рек Ульба, Красноярка, Глубочанка и Ертис. Основными источниками загрязнения являются промышленные предприятия Зырянновска, Риддера и Усть-Каменогорска, которые вносят существенный вклад в загрязнение водных ресурсов в данном регионе.

Наиболее проблемный участок, который рассматривается как главный источник интенсивного техногенного загрязнения реки Ертис тяжелыми металлами, находится в зоне Усть-Каменогорско-Глубоковского участка. Согласно имеющимся данным, в воде отмечаются повышенные концентрации чрезвычайно и высоко опасных компонентов (таллий, ртуть, бериллий (1 группа, чрезвычайно опасные), кадмий, литий, бор, барий, мышьяк, селен, а также специфические полихлорбифенолы и дихлорэтаны), которые остаются неотъемлемой частью минерализации поверхностных вод бассейна.

Анализ данных показывает, что аномально высокие уровни накопления указанных веществ представляют серьезную опасность для экосистемы в данном регионе. Сток загрязняющих веществ 1–2 классов относительно небольшой (приблизительно 250 тонн в год), но сток загрязняющих веществ 3–4 классов крайне высок (приблизительно 6100 тонн в год) [14]. Уровень загрязнения в данном районе считается высоким и очень высоким, что требует срочных и эффективных мер для уменьшения воздействия промышленных сбросов и восстановления здоровья водных экосистем.

Река Ульба – приток реки Ертис. В период с 2012 года по 2018 год в воде реки Ульба выявлены показатели, превышающие предельно-допустимую концентрацию – медь, марганец, цинк, железо, азот нитритный, аммоний солевой, кадмий (рисунок 3) [19–25].

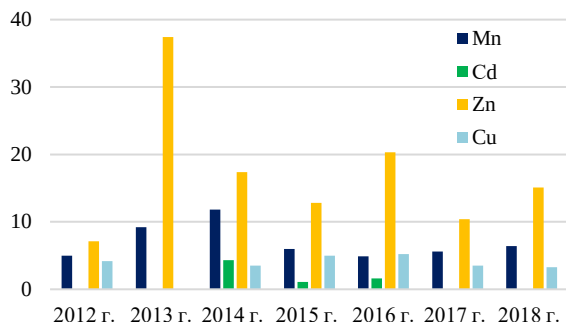


Рисунок 3. Состояние качества воды реки Ульба по гидрохимическим показателям с 2012 по 2018 гг.

С 2019 года по 1 полугодие 2023 года в воде зарегистрированы незначительные превышения концентрации следующих веществ: кадмий, марганец [26–33] (таблица 1).

Таблица 1. Результаты мониторинга качества поверхностных вод реки Ульба Восточно-Казахстанской области

Год	Показатели, превышающие значения ПДК веществ объектов хозяйственно-бытового водопользования		Комбинаторный индекс загрязненности воды (КИЗВ) и класс качества (КК)
2012	Cu _{4,2} , Mn ₅ , Zn _{7,1} , NO ₂ _{1,1}		очень грязная
2013	Cu _{9,1} , Mn _{9,2} , Zn _{37,4} , аммоний солевой _{1,2}		очень грязная
2014	Cu _{3,5} , Cd _{4,3} , Fe _{4,1} , Mn _{11,8} , Zn _{17,1}		загрязненная
2015	Cd _{1,1} , Fe _{3,4} , Cu ₅ , Mn ₆ , Zn _{12,8}		высокий уровень загрязнения
2016	Fe _{1,4} , Cd _{1,6} , Mn _{4,9} , Cu _{5,2} , Zn _{20,3}		высокий уровень загрязнения
2017	Cu _{3,5} , Mn _{5,6} , Zn _{10,4}		высокий уровень загрязнения
2018	Fe _{1,5} , Mn _{6,4} , Cu _{3,3} , Zn _{15,1}		высокий уровень загрязнения
2019	небольшое превышение концентрации Mn (<1) относительно фоновых значений	1 случай	2 класс
2020			2 класс
2021			3 класс
2022			3 класс
1 полугодие 2023			3 класс

Таблица 2. Результаты мониторинга качества поверхностных вод реки Красноярка Восточно-Казахстанской области

Год	Показатели, превышающие значения ПДК веществ объектов хозяйственно-бытового водопользования		Комбинаторный индекс загрязненности воды (КИЗВ) и класс качества (КК)
2012	Cd _{1,3} , Cu _{7,5} , Mn _{11,7} , Zn _{103,2}		чрезвычайно грязная
2013	Cu ₆ , Mn _{5,6} , Zn _{10,4}		загрязненная
2014	Cu ₃ , Mn _{10,2} , Zn _{26,2}		очень грязная
2015	Cu _{4,8} , Mn _{7,2} , Zn _{25,4}		чрезвычайно высокий уровень загрязнения
2016	Fe _{1,6} , Mn _{5,5} , Cu _{5,6} , Zn _{17,4}		высокий уровень загрязнения
2017	Cu _{3,7} , Mn _{5,6} , Zn _{18,2}		высокий уровень загрязнения
2018	Mn _{6,5} , Cu _{4,8} , Zn _{20,2}		чрезвычайно высокого уровня загрязнения
2019	небольшое превышение концентрации Mn, Cd (<1) относительно фоновых значений	1 случай	2 класс
2020			3 класс
2021			3 класс
2022			4 класс
1 полугодие 2023			3 класс

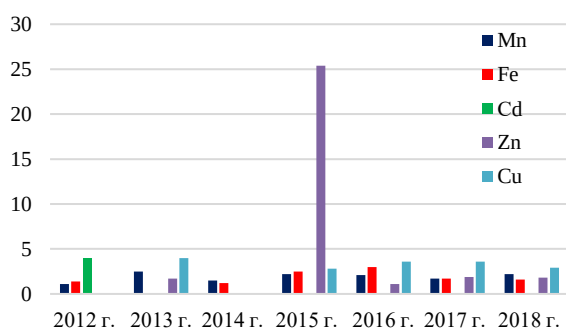


Рисунок 4. Состояние качества воды реки Уба по гидрохимическим показателям с 2012 по 2018 гг.

Также наблюдается заметное поступление загрязняющих веществ на участке Шульбинского водохранилища ниже устья реки Кызылсу. Предприятия месторождений Бакырчик, Балажал и Боко, расположенные в бассейне реки Кызылсу, являются основными источниками загрязнения. Загрязнение этого участка водохранилища происходит как через речной сток, так и из загрязненных донных осадков, накопившихся в устьевой части реки Кызылсу. Основными загрязняющими веществами 1-2 классов опасности на этом участке являются свинец и селен, в то время как нефтепродукты, медь и цинк выделяются среди загрязняющих веществ 3-4 классов опасности. Площадь загрязнения Шульбинского водохранилища относительно небольшая, что объясняется ассимилирующей ролью донных осадков и воды реки Ертис.

Район Г, от устья реки Уба (правый приток реки Ертис) до села Приречный в Абайской области характеризуется остаточным техногенным загрязнением рек Уба и Ертис. Здесь загрязнители представлены большинством промышленных предприятий Восточно-Казахстанской области, расположенных в верхней части бассейна. Уровень загрязнения в данном

районе остается повышенным. В период с 2012 по 2018 годы зафиксировано превышение предельно-допустимой концентрации в воде реки Уба по таким показателям, как железо, марганец, кадмий, цинк, медь, БПК₅ и аммоний солевой (рисунок 4).

С 2019 года и до настоящего времени в воде обнаружены лишь взвешенные вещества в количестве от 11,9 до 22,1 мг/дм³ (таблица 3) [26–33].

Район Д, в нижней части реки Ертис – с. Прииртышское до границы с Российской Федерацией. Характер загрязнений имеет остаточное техногенное, связанное с расположением промышленных предприятий различного профиля (нефтехимический, металлургический, энергетический, горнодобывающий) и коммунально-бытовое. Так, например, в Северной промзоне города Павлодар функционировал бывший Павлодарский химический завод, осуществлявший сбросы в озеро Балкылдак, которое являетсястойником-испарителем сточных вод, содержащий ртуть [15, 34]. В работе Солодухина [36] отмечается повышение концентрации лития, бериллия, бора, ванадия, меди, стронция, молибдена в воде реки Ертис ниже по течению.

Согласно приказу Министра сельского хозяйства от 20.02.2015 г. № 18-04/120 река Ертис входит в перечень рыбохозяйственных водоемов. В этой связи оценка качества воды проводится с применением предельно-допустимой концентрации в рыбохозяйственных водоемах и комбинаторного индекса загрязненности воды.

В период с 2011 по 2018 год отмечается постепенное снижение загрязняющих веществ за исключением меди, превышение предельно-допустимой концентрации варьируется от 1,3 до 2,9 раз (максимальное – II квартал 2015 г.) [18-25].

Во II квартале 2019 года отмечено повышенное содержание взвешенных веществ (28,30 мг/дм³) в воде, соответствующее 4 классу качества воды [26].

Таблица 3. Результаты мониторинга качества поверхностных вод реки Уба Восточно-Казахстанской области

Год	Показатели, превышающие значения ПДК веществ объектов хозяйственно-бытового водопользования	Комбинаторный индекс загрязненности воды (КИЗВ) и класс качества (КК)
2012	Mn _{1,1} , Fe _{1,4} , БПК ₅ ₂ , Cd _{3,9}	умеренно загрязненная
2013	аммоний солевой _{1,5} , Zn _{1,7} , Mn _{2,5} , Cu ₄	умеренно загрязненная
2014	Fe _{1,2} , Mn _{1,5}	умеренно загрязненная
2015	Fe _{2,5} , Cu _{2,8} , Mn _{2,2} , Zn _{25,4}	умеренный уровень загрязнения
2016	Zn _{1,1} , Mn _{2,1} , Fe ₃ , Cu _{3,6}	умеренный уровень загрязнения
2017	Fe _{1,7} , Cu _{3,6} , Mn _{1,7} , Zn _{1,9}	умеренный уровень загрязнения
2018	Fe _{1,6} , Zn _{1,8} , Mn _{2,2} , Cu _{2,9}	умеренный уровень загрязнения
2019	взвешенные вещества – 21,3 мг/дм ³	5 класс
2020	взвешенные вещества – 22,1 мг/дм ³	5 класс
2021	–	2 класс
2022	–	2 класс
1 полугодие 2023	взвешенные вещества – 11,9 мг/дм ³	3 класс

Однако в период с 2020 по 2023 годы (I–III кварталы) превышение предельно-допустимой концентрации физико-химических показателей воды реки Ертис по 9 створам не наблюдалось. Согласно Единой классификации, качество воды реки Ертис на территории Павлодарской области в этот период относится к 1 классу, что означает, что вода пригодна для всех видов водопользования и обладает наилучшим качеством [27–33].

Воздействие промышленных предприятий на поверхностные и подземные воды в бассейне реки Ертис оказывает значительное воздействие на ее притоки, формирующие гидрологический сток. В результате этого вода в основных притоках Ертис, таких как Ульба, Красноярка, Тихая, Глубочанка и другие, подвергается различным степеням загрязнения. Особенно высокий уровень загрязнения отмечен в водах этих рек, содержащих высокие концентрации токсичных металлов, таких как медь, цинк, марганец, кадмий, свинец, мышьяк и другие [27–33].

Выводы

Согласно предложенному районированию Ертисского водохозяйственного бассейна по степени загрязнения поверхностных вод были определены 5 районов: **А** – от границы с КНР до устья р. Бухтарма, **Б** – от устья р. Бухтарма до устья р. Ульба, **В** – от г. Усть-Каменогорск до устья р. Уба, **Г** – от устья р. Уба (правый приток реки Ертис) до села Приречный Абайской области, **Д** – нижняя часть реки Ертис, с. Прииртышское до границы с Российской Федерацией.

Каждый из представленных районов характеризуется своими физико-химическими показателями, степенью загрязненности поверхностных вод, которая выражается в определении комбинаторного индекса загрязненности воды и класса качества.

Вода реки Ертис от границы с Китаем до устья реки Бухтарма (район А) характеризуется повышенными концентрациями марганца, железа и меди, относительно ПДК, используемого для хозяйственно-бытового водопользования. С 2019 года в воде реки Кара Ертис отсутствуют повышенные концентрации тяжелых и биогенных элементов, что соответствует 1 классу качества воды.

Значительному техногенному загрязнению водных ресурсов подвергается участок от устья реки Бухтарма до устья реки Ульба (район Б), преимущественно обусловленного деятельностью предприятий горнодобывающего комплекса. Отмечается превышение среднего содержания марганца, меди, цинка и молибдена в 3,2–3,4 раз, хрома 14,2 раз [12]. Уровень загрязнения на данном участке считается повышенным, что создает серьезные проблемы для экосистемы в данном регионе. В настоящее время вода на данном участке относится ко 2 классу качества.

Влияние техногенных факторов на состояние поверхностных водных ресурсов в полной мере возможно оценить на участке от г. Усть-Каменогорск до

устья р. Уба (район В). По данным РГП «Казгидромет» в притоках реки Ертис, а именно в водах притоках реки Ульба и Красноярка зафиксированы повышенные концентрации меди, марганца, цинка, железа, азота нитритного, аммония солевого, кадмия. В I полугодии 2023 года вода изученных притоков реки Ертис относилась к 3 классу качества. В настоящее время вода реки Ертис на данном участке соответствует 3 классу качества.

Вода правого притока реки Ертис (р. Уба) до села Приречного Абайской области (район Г) характеризовалась следующими показателями, превышающими ПДК: железо, марганец, кадмий, медь, БПК₅, аммоний солевой, что соответствует 3 классу качества. В настоящее время вода реки Ертис на данном участке соответствует 3 классу качества.

Нижняя часть реки Ертис до границы с Россией (район Д) характеризуется наличием с 2011 по 2019 год повышенного содержания меди в воде. В настоящее время согласно Единой классификации качества воды реки Ертис на территории Павлодарской области относятся к 1 классу, что соответствует наилучшему качеству воды.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № BR21881921 «Оценка водной экосистемы бассейна р. Ертис в условиях индустриального развития и глобальных процессов»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Radelyuk I., Assanov D., Zhang L. T., Tussupova K. A state-of-the-art and future perspectives of transboundary rivers in the cold climate - a systematic review of Irtysh River // Journal of Hydrology Regional Studies. – 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101173>
2. Мустафаев К. Ж., Иванова Н. И. Водный след производства Республики Казахстан // Вестник КРСУ. – 2015. – Т. 15. – № 5. – С. 185–188.
3. Раткович Л. Д., Романова Ю. А. Влияние переброски стока в Китайской Народной Республике на состояние водохозяйственного комплекса реки Иртыш // Природообустройство. Гидравлика, гидрология, водные ресурсы. – 2011. – № 5. – С. 71–75.
4. Куликов Е. В. Возможные последствия для рыбного хозяйства на Иртыше увеличения забора воды в КНР // Известия Челябинского научного центра. – 2007. – Вып. 4 (38). – С. 55–58.
5. Умарова А. К., Убаськин А. В. Роль антропогенного фактора в бассейне Среднего Иртыша // Вестник СГУ им. Шакарима. – 2015. – № 2 (70). – С. 75–78.
6. Бейсембаева М. А., Дубровская Л. И. Оценка многолетней динамики водного стока Верхнего Иртыша в целях устойчивого водопользования // Вестник ТГУ. – 2014. – № 379. – С. 189–195.
7. Винокуров Ю. И., Чибилев А. А., Красноярова Б. А., Павлейчик В. М., Платонова С. Г., Сивохиц Ж. Т. Региональные экологические проблемы в трансграничных бассейнах рек Урал и Иртыш // Известия РАН. Серия географическая. – 2010. – № 3. – С. 95–104.

8. Гильманов Д., Джумамухамбетов Н. Г., Яшков В. А. Традиционная энергетика Казахстана: экологические проблемы и пути их решения // Техника и технологии: пути инновационного развития. сб. науч. трудов 4-й международной научно-практической конференции (29–30 июня). – Курск, 2014. – С. 82–86.
9. Савкин В. М. Водохранилища Сибири, водно-экологические и водно- хозяйственные последствия их создания // Сибирский экологический журнал. – 2000. – № 2. – С. 109–121.
10. Фролова Н. Л., Воробьевский И. Б. Гидроэкологические ограничения водопользования в бассейне Иртыша // Вестник Московского университета. Серия география. – 2011. – № 6. – С. 34–42.
11. Сизов О. С., Платонова С. Г., Кошелева Е. Д., Голубева А. Б. Опыт применения дистанционных методов для оценки экологических рисков трансграничных бассейнов (на примере р. Иртыш) // Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее: материалы II междунар. конф. (20–24 сентября 2010 г.). – Горно-Алтайск: Изд-во ГАГУ, 2010. – С. 252–255.
12. Бурлибаев М. Ж., Амиргалиев Н. А., Муртазин Е. Ж., Шенбергер И. В., Перевалов А. С., Бурлибаева Д. М. Динамика режима гидрохимических токсикологических параметров в трансграничной реки Иртыш и характер их трансформации // Водное хозяйство Казахстана. – 2012. – № 12 (50). – С. 9–20.
13. Абубакирова К. Д., Базарбаева Т. А. Состояние водных ресурсов Республики Казахстан // Наука и новые технологии. География, экология, геология. – 2014. – № 2. – С. 62–64.
14. Бурлибаев М. Ж., Амиргалиев Н. А., Шенбергер И. В., Скольский В. А., Бурлибаева Д. М., Увасов Д. В., Смирнова Д. А., Ефименко А. В., Милюков Д. Ю. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана. – Алматы: Изд-во «Каганат», 2014. – Т. 1. – 744 с.
15. Галушак С. С. Некоторые биологические характеристики популяции сибирского ельца (*Leuciscus leuciscus baicalensis*) из водоема, загрязненного ртутью // Вестник КазГУ. Серия экологическая. – 2003. – № 2 (13). – С. 87–89.
16. Евсеева А. А., Яныгина Л. В. Макрозообентос реки Ульба (Восточный Казахстан) в условиях антропогенной нагрузки // Мир науки, культуры, образования. – 2010. – № 6 (25). – С. 258–262.
17. Федорова Л. И. Биоразнообразие и экологические особенности гирудовауны бассейна реки Иртыш (Казахстан): Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук: 03.02.08. – Иркутск, 2018. – 170 с.
18. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2011 год. – Астана: РГП Казгидромет МООС РК, 2011. – С. 96.
19. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2012 год. – Астана: РГП Казгидромет МООС РК, 2012. – С. 129.
20. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2013 год. – Астана: РГП Казгидромет МОСВР РК, 2013. – С. 120.
21. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2014 год. – Астана: РГП Казгидромет МЭ РК, 2014. – С. 208.
22. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2015 год. – Астана: РГП Казгидромет МЭ РК, 2015. – С. 418.
23. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2016 год. – Астана: РГП Казгидромет МЭ РК, 2016. – С. 415.
24. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2017 год. – Астана: РГП Казгидромет МЭ РК, 2017. – С. 353.
25. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2018 год. – Астана: РГП Казгидромет МЭ РК, 2018. – С. 409.
26. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2019 год. – Нур-султан: РГП Казгидромет МЭГПР РК, 2019. – С. 372.
27. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2020 год. – Нур-султан: РГП Казгидромет МЭГПР РК, 2020. – С. 316.
28. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды по Павлодарской области за 2021 год. – Павлодар: Филиал Казгидромет по Павлодарской области, 2021. – С. 21.
29. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды по Восточно-Казахстанской области за 2021 год. – Усть-Каменогорск: Филиал РГП на ПХВ «Казгидромет» по ВКО, 2021. – С. 46.
30. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды по Павлодарской области за 2022 год. – Павлодар: Филиал Казгидромет по Павлодарской области, 2022. – С. 22.
31. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды по Восточно-Казахстанской и Абайской областям за 2022 год. – Усть-Каменогорск: Филиал РГП на ПХВ «Казгидромет» по Восточно-Казахстанской и Абайской областям, 2022. – С. 50.
32. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды по Павлодарской области за 1 полугодие 2023 год. – Павлодар: Филиал Казгидромет по Павлодарской области, 2023. – С. 21.
33. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды по Восточно-Казахстанской и Абайской областям за 1 полугодие 2023 год. – Усть-Каменогорск: Филиал РГП на ПХВ «Казгидромет» по Восточно-Казахстанской и Абайской областям, 2023. – С. 48.
34. Guney M., Akimzhanova Zh., Kumisbek A., Beisova K., Kismelyeva S., Satayeva A., Inglezakis V., Karaca F. Mercury (Hg) contaminated sites in Kazakhstan: Review of current cases and site remediation responses // International journal Environmental Research and Public Health. – 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17238936>
35. «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. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014513>
36. Solodukhin V., Aidarkhanov A., Lukashenko S., Gluchshenko V., Poznyak V., Lyahova O. Studying the effect of the Semipalatinsk Test Site on radionuclide and elemental composition of water objects in the Irtysh River // Radiation Protection Dosimetry. – 2015. – P. 548–551. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncv323>

REFERENCES

1. Radelyuk I., Assanov D., Zhang L. T., Tussupova K. A state-of-the-art and future perspectives of transboundary rivers in the cold climate - a systematic review of Irtysh River // Journal of Hydrology Regional Studies. – 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101173>
2. Mustafaev K. Zh., Ivanova N. I. Vodnyy sled proizvodstva Respubliki Kazakhstan // Vestnik KRSU. – 2015. – Vol. 15. – No. 5. – P. 185–188.
3. Ratkovich L. D., Romanova Yu. A. Vliyanie perebrozki stoka v Kitayskoy Narodnoy Respublike na sostoyanie vodokhozyaystvennogo kompleksa reki Irtysh // Prirodobustroystvo. Gidravlika, gidrologiya, vodnye resursy. – 2011. – No. 5. – P. 71–75.
4. Kulikov E. V. Vozmozhnye posledstviya dlya rybnogo khozyaystva na Irtyshe uvelicheniya zabora vody v KNR // Izvestiya Chelyabinskogo nauchnogo tsentra. – 2007. – Issue 4 (38). – P. 55–58.
5. Umarova A. K., Ubas'kin A. V. Rol' antropogennogo faktora v bassejne Srednego Irtysha // Vestnik SGU im. Shakarima. – 2015. – No. 2 (70). – P. 75–78.
6. Beysembaeva M. A., Dubrovskaya L. I. Otsenka mnogoletney dinamiki vodnogo stoka Verkhnego Irtysha v tselyakh ustoychivogo vodopol'zovaniya // Vestnik TGU. – 2014. – No. 379. – P. 189–195.
7. Vinokurov Yu. I., Chibilev A. A., Krasnoyarova B. A., Pavleychik V. M., Platonova S. G., Sivokhip Zh. T. Regional'nye ekologicheskie problemy v transgranichnykh basseynakh rek Ural i Irtysh // Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. – 2010. – No. 3. – P. 95–104.
8. Gil'manov D., Dzhumamukhambetov N. G., Yashkov V. A. Traditsionnaya energetika Kazakhstana: ekologicheskie problemy i puti ikh resheniya // Tekhnika i tekhnologii: puti innovatsionnogo razvitiya. sb. nauch. trudov 4-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (29–30 iyunya). – Kursk, 2014. – P. 82–86.
9. Savkin V. M. Vodokhranilishcha Sibiri, vodno-ekologicheskie i vodno- khozyaystvennye posledstviya ikh sozdaniya // Sibirskiy ekologicheskii zhurnal. – 2000. – No. 2. – P. 109–121.
10. Frolova N. L., Vorob'evskiy I. B. Gidroekologicheskie ogranicheniya vodopol'zovaniya v bassejne Irtysha // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya geografiya. – 2011. – No. 6. – P. 34–42.
11. Sizov O. S., Platonova S. G., Kosheleva E. D., Golubeva A. B. Opyt primeneniya distantsionnykh metodov dlya otsenki ekologicheskikh riskov transgranichnykh basseynov (na primere r. Irtysh) // Bioraznoobrazie, problemy ekologii Gornogo Altaya i sopredel'nykh regionov: nastoyashchee, proshloe, budushchee: materialy II mezhdunar. konf. (20–24 sentyabrya 2010 g.). – Gorno-Altaysk: Izd-vo GAGU, 2010. – P. 252–255.
12. Burlibaev M. Zh., Amiraliev N. A., Murtazin E. Zh., Shenberger I. V., Perevalov A. S., Burlibaeva D. M. Dinamika rezhima gidrokhimicheskikh toksikologicheskikh parametrov v transgranichnoy reki Irtysh i kharakter ikh transformatsii // Vodnoe khozyaystvo Kazakhstana. – 2012. – No. 12 (50). – P. 9–20.
13. Abubakirova K. D., Bazarbaeva T. A. Sostoyanie vodnykh resursov Respubliki Kazakhstan // Nauka i novye tekhnologii. Geografiya, ekologiya, geologiya. – 2014. – No. 2. – P. 62–64.
14. Burlibaev M. Zh., Amiraliev N. A., Sherberger I. V., Skol'skiy V. A., Burlibaeva D. M., Uvasov D. V., Smirnova D. A., Efimenko A. V., Milyukov D. Yu. Problemy zagryazneniya osnovnykh transgranichnykh rek Kazakhstana. – Almaty: Izd-vo “Kaganat”, 2014. – Vol. 1. – 744 p.
15. Galushchak S. S. Nekotorye biologicheskie kharakteristiki populyatsii sibirskogo el'tsa (*Leuciscus leuciscus baicalensis*) iz vodoema, zagryaznennogo rtut'yu // Vestnik KazGU. Seriya ekologicheskaya. – 2003. – No. 2 (13). – P. 87–89.
16. Evseeva A. A., Yanygina L. V. Makrozoobentos reki Ul'ba (Vostochnyy Kazakhstan) v usloviyakh antropogennoy nagruzki // Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya. – 2010. – No. 6 (25). – P. 258–262.
17. Fedorova L. I. Bioraznoobrazie i ekologicheskie osobennosti girudovauny basseyna reki Irtysh (Kazakhstan): Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata biologicheskikh nauk: 03.02.08. – Irkutsk, 2018. – 170 p.
18. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy Respubliki Kazakhstan za 2011 god. – Astana: RGP Kazgidromet MOOS RK, 2011. – P. 96.
19. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy Respubliki Kazakhstan za 2012 god. – Astana: RGP Kazgidromet MOOS RK, 2012. – P. 129.
20. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy Respubliki Kazakhstan za 2013 god. – Astana: RGP Kazgidromet MOSiVR RK, 2013. – P. 120.
21. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy Respubliki Kazakhstan za 2014 god. – Astana: RGP Kazgidromet ME RK, 2014. – P. 208.
22. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy Respubliki Kazakhstan za 2015 god. – Astana: RGP Kazgidromet ME RK, 2015. – P. 418.
23. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy Respubliki Kazakhstan za 2016 god. – Astana: RGP Kazgidromet ME RK, 2016. – P. 415.
24. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy Respubliki Kazakhstan za 2017 god. – Astana: RGP Kazgidromet ME RK, 2017. – P. 353.
25. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy Respubliki Kazakhstan za 2018 god. – Astana: RGP Kazgidromet ME RK, 2018. – P. 409.
26. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy Respubliki Kazakhstan za 2019 god. – Nur-sultan: RGP Kazgidromet MEGPR RK, 2019. – P. 372.
27. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy Respubliki Kazakhstan za 2020 god. – Nur-sultan: RGP Kazgidromet MEGPR RK, 2020. – P. 316.
28. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy po Pavlodarskoy oblasti za 2021 god. – Pavlodar: Filial Kazgidromet po Pavlodarskoy oblasti, 2021. – P. 21.
29. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy po Vostochno-Kazakhstanskoy oblasti za 2021 god. – Ust'-Kamenogorsk: Filial RGP na PKhV “Kazgidromet” po VKO, 2021. – P. 46.
30. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy po Pavlodarskoy oblasti za 2022 god. – Pavlodar: Filial Kazgidromet po Pavlodarskoy oblasti, 2022. – P. 22.
31. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy po Vostochno-Kazakhstanskoy i Abayskoy oblastyam za 2022 god. – Ust'-Kamenogorsk: Filial RGP na PKhV “Kazgidromet” po Vostochno-Kazakhstanskoy i Abayskoy oblastyam, 2022. – P. 50.
32. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy po Pavlodarskoy oblasti za 1 polugodie 2023 god. –

- Pavlodar: Filial Kazgidromet po Pavlodarskoy oblasti, 2023. – P. 21.
33. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy po Vostochno-Kazakhstanskoy i Abayskoy oblastyam za 1 polugodie 2023 god. – Ust'-Kamenogorsk: Filial RGP na PKhV «Kazgidromet» po Vostochno-Kazakhstanskoy i Abayskoy oblastyam, 2023. – P. 48.
34. Guney M., Akimzhanova Zh., Kumisbek A., Beisova K., Kismelyeva S., Satayeva A., Inglezakis V., Karaca F. Mercury (Hg) contaminated sites in Kazakhstan: Review of current cases and site remediation responses // International journal Environmental Research and Public Health. – 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17238936>
35. «Edinaya sistema klassifikatsii kachestva vody v vodnykh ob'ektakh» Prikaz Predsedatelya Komiteta po vodnym resursam Ministerstva sel'skogo khozyaystva Respubliki Kazakhstan ot 9 noyabrya 2016 goda No. 151. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014513>
36. Solodukhin V., Aidarkhanov A., Lukashenko S., Gluchshenko V., Poznyak V., Lyahova O. Studying the effect of the Semipalatinsk Test Site on radionuclide and elemental composition of water objects in the Irtysh River // Radiation Protection Dosimetry. – 2015. – P. 548–551. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncv323>

ЕРТІС ӨЗЕНІНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ АНТРОПОГЕНДІК ӘСЕР ЖАҒДАЙЫНДА

Ш. Ж. Арынова^{1*}, Г. С. Ажаев¹, К. К. Ахметов¹, В. П. Колпакова², Ж. К. Шаймарданов²

¹ *Торайғыров университеті КЕАҚ, Павлодар, Қазақстан*

² *Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті КЕАҚ, Өскемен, Қазақстан*

*Байланыс үшін E-mail: shinar_uzh@mail.ru

Мақалада алаптың қазақстандық бөлігіндегі Ертіс өзенінің ластану проблемалары қарастырылған. Жалпы қанағаттанарлықсыз деп сипатталатын 2012–2023 жылдар аралығындағы өзен суының сапасы туралы деректер талданды. Өзеннің ластануының негізгі көздері Бұқтырма, Үлбі, Ертіс өзендерінің бассейндеріндегі өндірістік және коммуналдық сарқынды сулардың ағуы болып табылады, сонымен қатар трансшекаралық әсер де бар. Зерттелетін аумақта бірқатар өндірістік кешендердің қызметі нәтижесінде Ертіс өзенінің суында ауыр металдар (қорғасын, мыс, мырыш, кадмий), биогендік элементтер (темір), тоқтатылған бөлшектер (11,9–28,3 мг/дм³) концентрациясының жоғарылауы байқалады. Өзеннің ең ластанған учаскелері Өскемен, Семей және Павлодар қалаларының ауданында. Ертіс өзенінің су сапасын жақсарту үшін ластаушы заттардың трансшекаралық төгінділерін азайту жөніндегі шаралар қабылдау, өндірістік және коммуналдық-тұрмыстық сарқынды суларды тиімді тазартуды қамтамасыз ету, сондай-ақ ластану динамикасын қадағалау және оны төмендету жөніндегі шаралар қабылдау мақсатында өзен суының сапасына мониторинг жүргізу қажет.

Түйінді сөздер: ауыр металдар, биогендік элементтер, су ресурстары, техногендік әсер, су сапасы.

THE CURRENT STATE OF THE ERTIS RIVER UNDER THE CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC IMPACT

Sh. Zh. Arynova^{1*}, G. S. Azhaev¹, K. K. Akhmetov¹, V. P. Kolpakova², Zh. K. Shaimardanov²

¹ *NJSC "Toraigyrov University", Pavlodar, Kazakhstan*

² *NJSC "D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University", Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan*

*E-mail for contacts: shinar_uzh@mail.ru

The article discusses the problems of pollution of the Ertis River in the Kazakhstani part of the basin. The data on the quality of river water obtained in the period from 2012 to 2023, which is generally characterized as unsatisfactory, was analyzed. The main sources of river pollution are discharges of industrial and municipal wastewater in the Bukhtarma, Ulba, Ertis river basins, and there is also a trans-boundary impact. As a result of the activities of a number of industrial complexes in the studied area, increased concentrations of heavy metals (lead, copper, zinc, and cadmium), nutrients (iron), and suspended particles (11.9–28.3 mg/dm³) are observed in the water of the Ertis River. The most polluted sections of the river are in the areas of Ust-Kamenogorsk, Semipalatinsk and Pavlodar. To improve the water quality of the Ertis River, it is necessary to take measures to reduce trans-boundary discharges of pollutants, ensure effective treatment of industrial and municipal wastewater, and also monitor the quality of the river's water in order to track the dynamics of pollution and take timely measures to reduce it.

Keywords: heavy metals, nutrients, water resources, technogenic impact, water quality.