

Водные биоресурсы и среда обитания
2024, том 7, номер 2, с. 7–20
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



Aquatic Bioresources & Environment
2024, vol. 7, no. 2, pp. 7–20
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

Экологические проблемы и состояние водной среды

УДК 556.114:502.51(571.13)

https://doi.org/10.47921/2619-1024_2024_7_2_7

EDN: AIJEKV



СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ РЕКИ ИРТЫШ НА ТЕРРИТОРИИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. Н. Жаркова^{1*}, О. П. Баженова¹, О. Л. Гаврильченко², А. С. Болтовская¹

¹Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина (ФГБОУ ВО Омский ГАУ), Омск 644008, Россия

²Сибирское межрегиональное управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Сибирское межрегиональное управление Росприроднадзора), Омск 644007, Россия

*E-mail: nn.zharkova@omgau.org

Аннотация

Введение. Иртыш является крупной трансграничной рекой, протекающей по территории трех государств: Китая, Казахстана и России. Река имеет большое значение для хозяйственной деятельности населения всех стран и подвержена интенсивной антропогенной нагрузке, в том числе — загрязнению сточными водами промышленных предприятий и стоками, поступающими с водосборов. **Актуальность.** Мониторинг качества вод Иртыша является актуальной задачей, что обусловлено как необходимостью оценки его экологического состояния в условиях повышенного антропогенного воздействия и глобального потепления, так и насущностью выявления общих закономерностей изменений химического состава вод трансграничных рек. **Цель** исследований — изучить сезонную динамику химического состава воды реки Иртыш на территории Омской области. **Методы.** В работе использованы данные гидрохимического анализа, полученные стандартными методами с мая по октябрь 2023 г. на всем протяжении реки по Омской области. **Результаты.** Установлено превышение среднемесячных значений предельно допустимых концентраций (далее — ПДК) для вод рыбохозяйственного назначения по ряду показателей: взвешенные вещества — до 1,5 раз, БПК₅ — до 1,4 раза, PO₄³⁻ (по P) — до 5,0 раз. Среднемесячные концентрации аммонийного азота, нефтепродуктов и фенолов не превышали нормативных значений. **Выводы.** Концентрация легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) и биогенных элементов в воде реки Иртыш на территории Омской области имеет выраженную сезонную динамику; максимальные показатели наблюдались весной и осенью, минимальные — в летнюю межень.

Ключевые слова: гидрохимические показатели, сезонная динамика, река Иртыш, Омская область

**SEASONAL DYNAMICS OF THE WATER CHEMICAL COMPOSITION
FOR THE IRTYSH RIVER WITHIN THE OMSK REGION****N. N. Zharkova^{1*}, O. P. Bazhenova¹, O. L. Gavrilenko², A. S. Boltovskaya¹**¹*Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin (FSBEI HE Omsk SAU), Omsk 644008, Russia*²*Siberian Interregional Department of the Federal Service for Supervision of Natural Resources Management (Siberian Interregional Department of Rospririodnadzor), Omsk 644007, Russia***E-mail: nn.zharkova@omgau.org***Abstract**

Background. The Irtysh is a large transboundary river flowing through the territory of three countries: China, Kazakhstan, and Russia. This river is crucial for the economic activity of the population of all these countries and is subjected to heavy anthropogenic pressure, including pollution by industrial wastewater and runoff from watersheds. **Relevance.** Monitoring of the Irtysh River water quality is an essential task, which importance is driven by the need for the assessment of its environmental status in the context of increased anthropogenic impact and global warming, as well as by the necessity for identification of common patterns in the changes of the water chemical composition of transboundary rivers. The **aim** of this research is to study the seasonal dynamics of the chemical composition of the Irtysh River water within the territory of the Omsk Region. **Methods.** This work is based on the data obtained through hydrochemical analysis using the conventional methods; the samples were collected along the entire stretch of the Irtysh River within the Omsk Region from May to October 2023. **Results.** Exceedance of the average monthly values of maximum permissible concentrations (hereinafter referred to as MPCs) for the water bodies used for fisheries has been identified for several parameters: up to 1.5 times for suspended solids, up to 1.4 times for BOD₅, and up to 5.0 times for PO₄³⁻ (based on P). The average monthly concentrations of ammonium nitrogen, petroleum products and phenols did not exceed the prescribed values. **Conclusion.** The content of easily oxidizable organic matter (based on BOD₅) and biogenic elements in the water of the Irtysh River within the Omsk Region has a pronounced seasonal variation; the highest values have been observed in spring and autumn, and the lowest values have been recorded during the summer low water period.

Keywords: hydrochemical parameters, seasonal dynamics, Irtysh River, Omsk Region

ВВЕДЕНИЕ

Одной из глобальных экологических проблем является антропогенное загрязнение поверхностных вод [1]. Большинство водных объектов на территории Российской Федерации, в т. ч. в Омской области, характеризуются высокой степенью загрязнения и низким качеством воды [2].

Главной водной артерией Омской области является трансграничная река Иртыш, самый крупный левый приток Оби [3]. Река пересекает всю территорию региона с юга на север и по площади водосборного бассейна (1,643 млн км²) занимает пятое место среди рек России. Она берет начало на территории Китайской Народной Республики и впадает в реку Обь на расстоянии 1162 км от ее устья. Длина реки на территории Омской области (среднее течение) — 1132 км [4, 5]. В ее водосбор систематически поступают стоки с сельхозугодий, недостаточно очищенные сточные воды населенных пунктов, а также сбросы промышленных предприятий химической, нефтеперерабатывающей,

машиностроительной отраслей промышленности, цветной металлургии, топливно-энергетического комплекса, газоперерабатывающих заводов, расположенных на территории Республики Казахстан и России. Притоки Иртыша в среднем течении также испытывают повышенное антропогенное воздействие и подвержены эвтрофированию и загрязнению легкоокисляемыми органическими веществами [6, 7].

Роль Иртыша особенно велика в обеспечении водой южных районов Омской области и г. Омска, поскольку он является практически единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения региона [1, 3]. Одновременно водные ресурсы Иртыша используются для судоходства, ирригации и рекреации [8, 9]. Река также обладает значительными запасами биоресурсов и является основным источником рыбы среди водных объектов Омской области. В Иртыше обитают 19 видов рыб, при этом промыслом в настоящее время охвачены 11 видов. Промышленный вылов рыбы из Иртыша имеет

невысокие объемы: в 2022 г. здесь было добыто 69,27 т рыбы, а ее годовая продукция в реке может составить около 200 т [10].

В 2022 г. Иртыш был включен в единый федеральный проект по экологическому оздоровлению крупных водных артерий России, который правительство РФ собирается запустить с 2025 г. [11]. В настоящее время, в целях повышения эффективности надзорных мероприятий в области использования и охраны водных объектов, а также предупреждения и пресечения правонарушений в области охраны окружающей среды, Федеральной службой по надзору в сфере природопользования организована работа по предварительной оценке экологического состояния пяти крупных рек и их водоохранных зон в Российской Федерации, в т. ч. и реки Иртыш.

Как было установлено ранее по результатам биологического мониторинга, экосистема среднего течения реки Иртыш находится в состоянии антропогенного экологического напряжения с элементами

антропогенного эвтрофирования, что требует повышенного внимания при принятии хозяйственных решений [12]. При этом литературные сведения о качестве вод реки по гидрохимическим показателям в пределах Омской области за последнее время отсутствуют.

Цель исследования — изучить сезонную динамику химического состава воды реки Иртыш на территории Омской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В статье использованы материалы гидрохимического анализа реки Иртыш на территории Омской области в период открытой воды (май–октябрь) 2023 г. Пункты отбора проб были расположены в местах, наиболее подверженных загрязнению, а также вблизи крупных объектов, осуществляющих деятельность на территории Омской области и оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Координаты пунктов отбора приведены в табл. 1.

Таблица 1. Координаты пунктов отбора проб воды р. Иртыш, 2023 г.

Table 1. Coordinates of the water sampling points in the Irtysh River, 2023

№ / No.	Пункты отбора / Sampling points	Координаты
1	2	3
1	д. Ольховка, Черлакский район (граница с Республикой Казахстан) Olkhovka Village, Cherlaksy District (bordering with the Republic of Kazakhstan)	N 53.88875° E 75.04651°
2	Выше пос. Ачаир, Омский район Upstream from Achair Village, Omsk District	N 54.58524° E 74.01983°
3	В створе ул. Рождественского, г. Омск River station at Rozhdestvensky St., Omsk	N 54.94709° E 73.37420°
4	В створе ул. Циолковского, г. Омск River station at Tsiolkovsky St., Omsk	N 54.96608° E 73.37640°
5	Ниже Ленинградского моста, г. Омск Downstream from the Leningrad Bridge, Omsk	N 54.97685° E 73.37216°
6	Ниже устья р. Оми, г. Омск Downstream from the Om River mouth, Omsk	N 54.98396° E 73.36089°
7	Выше моста им. 60-летия Победы, г. Омск Upstream from the 60 Years of Victory Bridge, Omsk	N 54.98861° E 73.34826°
8	Затон вблизи пос. Рыбачий, г. Омск Backwater near Rybachy (Fisher's) Village, Omsk	N 55.00179° E 73.32338°
9	Ниже моста им. 60-летия ВЛКСМ, г. Омск Downstream from the 60 th Anniversary of Komsomol Bridge, Omsk	N 55.01679° E 73.29318°
10	В створе дома 27/2 по ул. Пригородная, г. Омск River station at Prigorodnaya St., 27/2, Omsk	N 55.02123° E 73.25544°
11	Ниже пос. Николаевка, г. Омск Downstream from Nikolaevka Village, Omsk	N 55.07213° E 73.15096°

Таблица 1 (окончание)

Table 1 (finished)

1	2	3
12	Ниже Красногорского гидроузла, г. Омск Downstream from the Krasnogorsk Water-Lifting Hydrosystem, Omsk	N 55.09603° E 73.14217°
13	Ниже с. Красноярка, Омский район Downstream from Krasnoyarka Village, Omsk District	N 55.34974° E 73.17397°
14	Ниже устья р. Тары, Тарский район Downstream from the Tara River, Tarsky District	N 56.69556° E 74.60164°
15	Ниже г. Тары Downstream from Tara	N 56.93456° E 74.35900°

Отбор проб проводили один раз в месяц из поверхностного слоя воды (0–0,2 м) пробоотборником (ПЦР-2,0 НС) в 15 пунктах по течению реки согласно требованиям ГОСТ 59024-2020 «Вода. Общие требования к отбору проб». Отбор проб осуществлялся лично одним из соавторов. Всего за

период исследования было отобрано и проанализировано 90 проб воды (рис. 1).

Гидрохимический анализ осуществляли в аккредитованной лаборатории ФГБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Сибирскому федеральному округу» (г. Омск) по

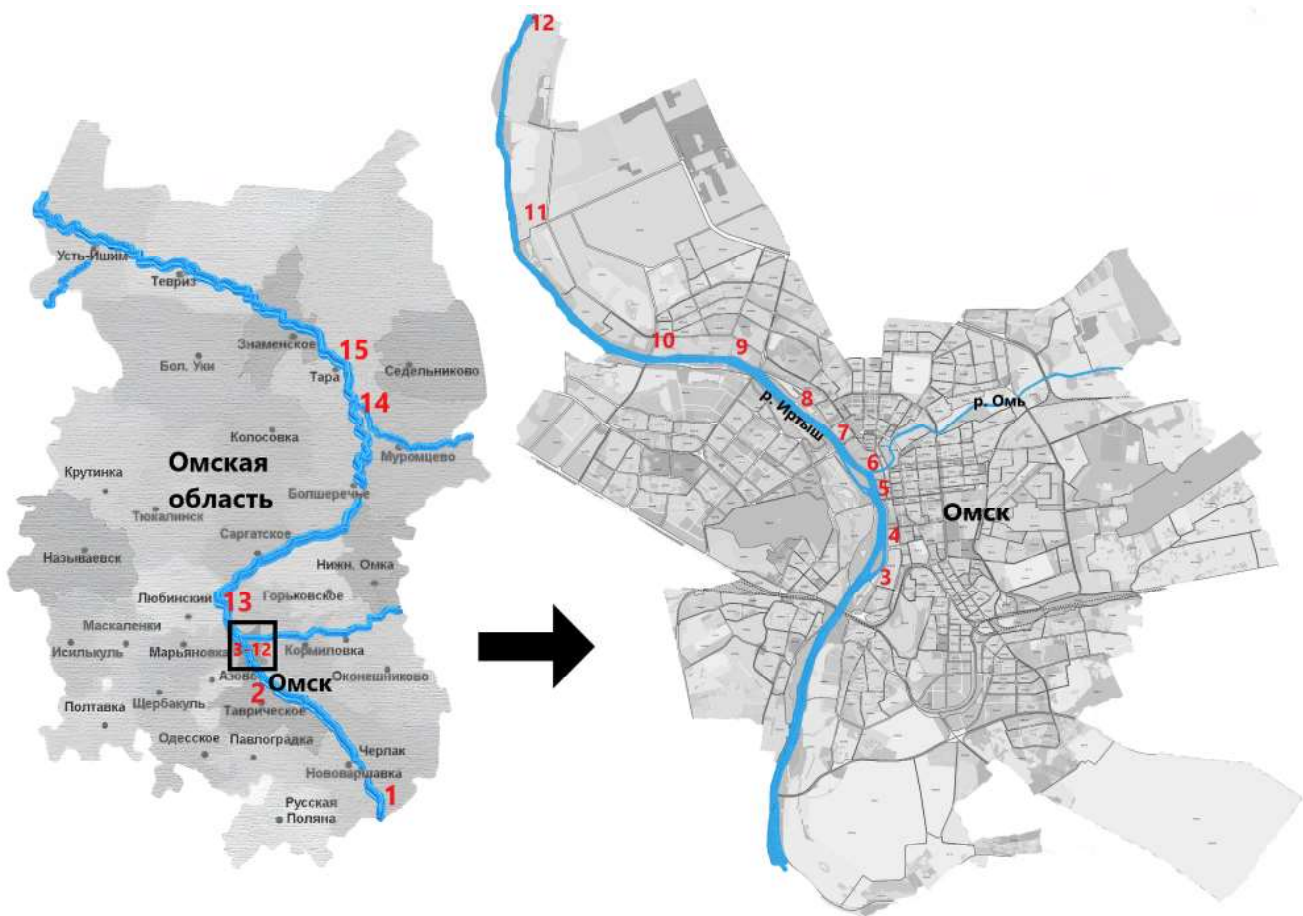


Рис. 1. Схема отбора проб воды р. Иртыш на территории Омской области (номера пунктов отбора проб те же, что и в табл. 1)

Fig. 1. Water sampling scheme for the Irtysh River within the Omsk Region (numerical designations of the sampling points are the same as in the Table 1)

6 показателям: взвешенные вещества (далее — ВВ), биохимическое потребление кислорода (БПК₅), минеральные формы биогенных элементов (азот аммонийный NH₄⁺, фосфор фосфатов PO₄³⁻), фенолы, нефтепродукты (далее — НП). Концентрацию ВВ определяли гравиметрическим методом (ПНД Ф 14.1:2:3.110-97), БПК₅ — амперометрическим методом (ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97), азот аммонийный NH₄⁺ — фотометрическим методом (ПНД Ф 14.1:2:3.1-95), фосфат-ионы (PO₄³⁻) — фотометрическим методом (ПНД Ф 14.1:2:4.112-97), фенолы — газохроматографическим методом (ПНД Ф 14.1:2:3:4.244-2017), НП — методом ИК-спектрофотометрии с применением концентратометров серии КН (ПН) (ПНД Ф 14.1:2:4.168-2000). Для пересчета концентрации фосфат-ионов на фосфор использовали коэффициент $k=M(P)/M(PO_4)=0,326$.

Оценку качества поверхностных вод проводили на основании Приказа Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в т. ч. нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

Согласно нормативным документам, концентрация ВВ не должна превышать 0,25 мг/дм³ сверх фонового содержания взвешенных веществ для водных объектов рыбохозяйственного значения. За фоновую концентрацию ВВ были приняты значения этого показателя в створе д. Ольховка, Черлакский район (граница с Республикой Казахстан).

Статистическую обработку результатов проводили стандартными методами с использованием Microsoft Excel 2013. Рассчитывали среднее арифметическое, стандартное отклонение, ошибку средней и коэффициент корреляции (по Пирсону). Приведенные в работе средние значения и коэффициенты парной корреляции (r) значимы на уровне $p \leq 0,05$. Интерпретация и анализ данных проведены лично авторами статьи.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При контроле уровня загрязнения природных вод на территории России широко используется показатель концентрации взвешенных веществ [13]. ВВ включают частицы органического и минерального происхождения. Динамика их концентрации связана с сезонными факторами и режимом стока, зависит от слагающих русло пород, а

также от антропогенных факторов. ВВ влияют на прозрачность воды, проникновение света, температуру, состав растворенных компонентов поверхностных вод, адсорбцию токсических веществ, а также на состав и распределение отложений и на скорость осадкообразования [14]. На содержание ВВ в наибольшей степени оказывают влияние состав воды с притоков водосбора и жизнедеятельность гидробионтов [15].

Концентрации ВВ в реке Иртыш в период исследований изменялись в широких пределах — от 3,0 мг/дм³ в июле (створ ул. Циолковского, г. Омск) до 12,7 мг/дм³ в мае (створ ул. Пригородная, д. 27/2). Сезонная динамика концентрации ВВ следует определенным закономерностям. В период весеннего половодья она достигает максимальных показателей, что в 1,2–1,5 раза превышает показатели летней межени, и вновь возрастает осенью. Высокие концентрации ВВ в воде Иртыша в весенний и осенний сезоны связаны с повышенной скоростью течения реки в это время, что приводит к поступлению ВВ в толщу воды [16]. Минимальные показатели концентрации ВВ в июле связаны с наступившей в этот период летней меженью, когда скорость течения воды в реке падает до наименьших значений. Следует отметить, что концентрации ВВ практически в течение всего периода открытой воды, кроме июля, превышали нормативный показатель (табл. 2, рис. 2).

Одним из важных критериев оценки уровня загрязнения воды органическими веществами является показатель БПК₅, отражающий количество атомарного кислорода, необходимое для разложения органических веществ. В отношении поверхностных вод этот показатель используется для оценки содержания биохимически подвижных органических веществ и условий обитания гидробионтов, а также в качестве интегрального показателя загрязненности воды [17].

В период исследований показатель БПК₅ превышал ПДК во всех точках отбора, что свидетельствует о загрязнении воды Иртыша легкоокисляемыми органическими веществами на всем протяжении Омской области (рис. 3).

Наименьшие показатели БПК₅ (0,25 мг О/дм³) наблюдались в сентябре и октябре в пос. Ачаир Омского района, т. е. немногим ниже входа реки в Омскую область из Казахстана. Максимальные значения БПК₅ регулярно фиксировались в пунк-

Таблица 2. Среднемесячные концентрации гидрохимических показателей качества воды р. Иртыш в границах Омской области, 2023 г.**Table 2.** Average monthly concentrations of hydrochemical indicators of water quality for the Irtysh River within the Omsk Region, 2023

Месяц Month	Среднемесячная концентрация / Average monthly concentration					
	ВВ, мг/дм ³ Suspended solids, mg/dm ³	БПК ₅ , мг О/дм ³ BOD ₅ , mg O/dm ³	PO ₄ ³⁻ (по Р), мг/дм ³ PO ₄ ³⁻ (based on P), mg/dm ³	NH ₄ ⁺ , мг/дм ³ NH ₄ ⁺ , mg/dm ³	Фенолы, мг/дм ³ Phenols, mg/dm ³	НП, мг/дм ³ Petroleum products, mg/dm ³
Май May	7,8 ± 0,62 7,4	2,19 ± 0,12	0,066 ± 0,009	0,41 ± 0,03	<0,001	0,02 ± 0,00007
Июнь June	6,7 ± 0,58 5,5	2,05 ± 0,14	0,095 ± 0,012	0,40 ± 0,08	<0,001	0,03 ± 0,007
Июль July	5,6 ± 0,78 11,5	2,07 ± 0,13	0,075 ± 0,012	0,25 ± 0,03	<0,001	0,02 ± 0,0004
Август August	5,1 ± 0,47 3,8	1,93 ± 0,09	0,094 ± 0,021	0,32 ± 0,04	< 0,001	0,02 ± 0,0001
Сентябрь September	6,9 ± 0,50 4,5	2,17 ± 0,18	0,126 ± 0,031	0,27 ± 0,04	<0,001	0,02 ± 0,0001
Октябрь October	7,2 ± 0,31 6,6	2,11 ± 0,18	0,249 ± 0,083	0,39 ± 0,04	<0,001	0,02 ± 0,001
ПДК Maximum permissible concentration	—	2,1	0,05	0,5	0,001	0,05

Примечание: В числителе — среднее ± ошибка средней; в знаменателе — ПДК (для ВВ — фоновое содержание +0,25); жирный шрифт — значения, превышающие нормативный показатель

Note: Mean ± error of the mean are given in the numerator; MPC (for suspended solids, background content +0.25) is given in the denominator; values exceeding the permissible level are presented in bold

тах отбора в районе г. Омска и ниже по течению. Класс качества воды по БПК₅ — умеренно загрязненная.

Значения БПК₅ в поверхностных водах р. Иртыш подвержены закономерным сезонным колебаниям, имеющим большое сходство с динамикой концентрации ВВ. Наибольшие среднемесячные значения были отмечены в период весеннего половодья и осенью; в период летней межени уровень БПК₅ снижается, достигая минимума в августе (табл. 2). Возрастание показателя БПК₅ в начале вегетационного периода связано с весенним повышением температуры воды, что приводит к началу интенсивного разложения органических веществ, скопившихся в воде за зимний период [18, 19]. Вероятно, биохимически подвижные органические вещества в воде Иртыша связаны со взве-

шенными веществами, и их сезонная динамика определяется гидрологическим режимом реки и зависящим от него поступлением органических веществ с водосбора.

Особое значение для питания фитопланктона и высшей водной растительности имеют биогенные элементы — азот, фосфор и др. Фосфор принадлежит к числу важнейших органогенных элементов, необходимых всем живым организмам [20]. При отсутствии фосфора в природных водах в значительной мере определяется его поступлением извне и использованием гидробионтами. При этом на долю неорганического фосфора приходится менее 50 % его общего количества в водной экосистеме. Наиболее подвижной и легко усвояемой гидробионтами формой минерального фосфора является фосфат-ион (PO₄³⁻) [21].

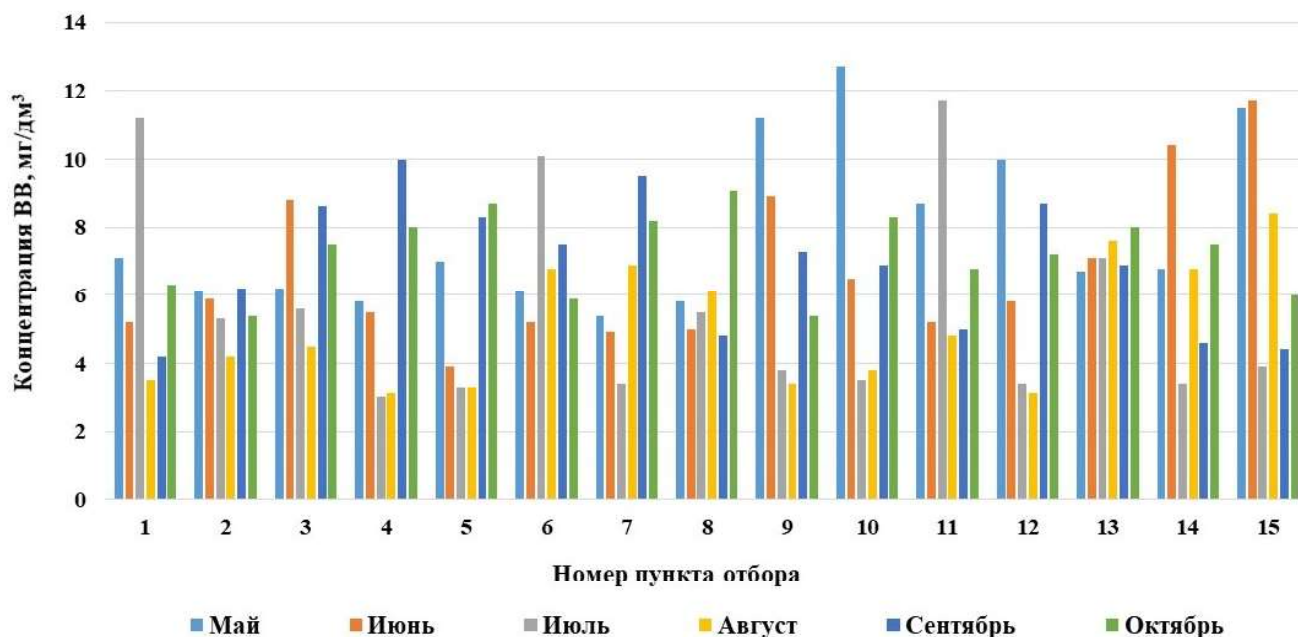


Рис. 2. Сезонная динамика среднемесячной концентрации взвешенных веществ в воде р. Иртыш в границах Омской области, 2023 г.

Fig. 2. Seasonal dynamics of the average monthly concentration of suspended solids in the Irtysh River water within the Omsk Region, 2023

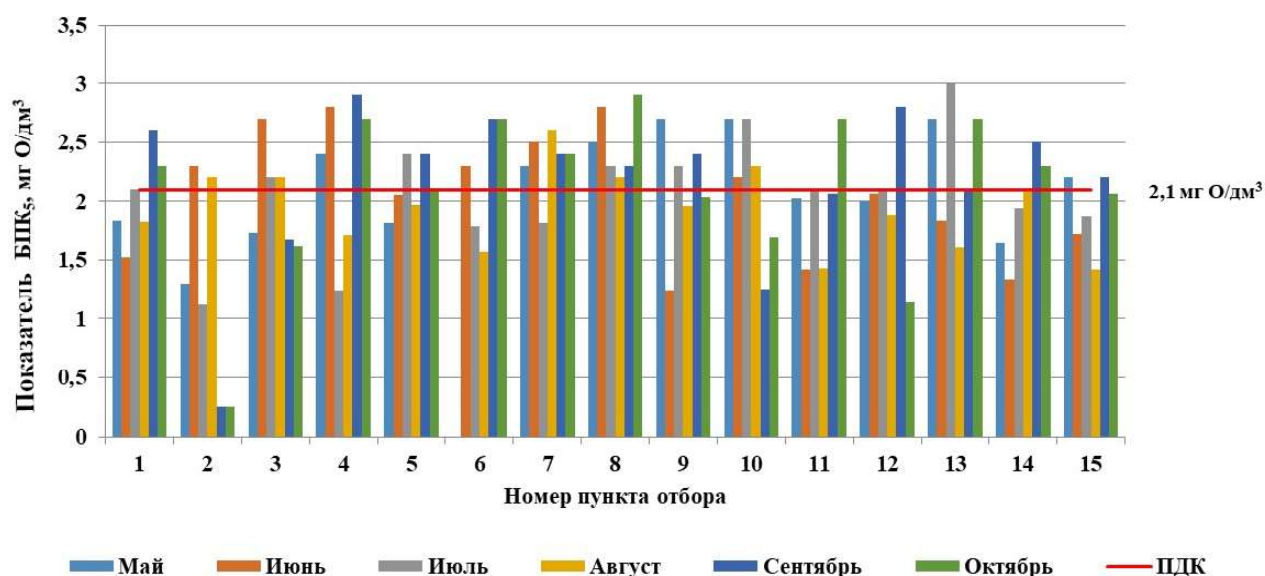


Рис. 3. Сезонная динамика значений БПК₅ в воде р. Иртыш в границах Омской области, 2023 г.

Fig. 3. Seasonal dynamics of the BOD₅ values in the Irtysh River water within the Omsk Region, 2023

Превышение нормативных показателей концентрации фосфат-ионов в воде Иртыша в 1,3–4,9 раза было зафиксировано во всех пунктах отбора. Это связано с наличием точечных (неорганизованный сброс сточных вод) и диффузных (сельское хозяй-

ство, разрушение берегов) источников, поступлением дренажных вод оросительных систем.

Максимальные превышения ПДК по фосфат-ионам (19,8–20,6 ПДК) наблюдались в августе–октябре ниже г. Омска (пункты №№ 11, 12) (табл. 2,

рис. 4). Такое превышение имеет антропогенный характер и, вероятно, связано с неорганизованным (несанкционированным) сбросом сточных вод.

Содержание фосфатов в воде Иртыша подвержено сезонным изменениям. Среднемесячная концентрация фосфатов с небольшими колебаниями постепенно возрастала от весны к осени, достигая максимума в октябре (табл. 2). Аналогичная закономерность отмечена при проведении исследований в других физико-географических зонах — на реках южного Приморья [22] и в водоемах Волжского бассейна [23]. Авторы связывают это с различными абиотическими и биотическими факторами, характерными для осеннего сезона: падением температуры, уменьшением стока рек в осенний период, усилением ветрового перемешивания водных масс, массовым отмиранием и разложением летнего фитопланктона [22, 23].

Важную роль в водных экосистемах играют соединения азота, во многом определяющие усло-

вия обитания гидробионтов [24]. В качестве индикаторного показателя, отражающего санитарное состояние водных объектов, используется концентрация ионов аммония [14].

Среднемесячная концентрация ионов аммония в реке Иртыш изменялась в небольших пределах. Максимальный показатель отмечался весной, что связано с избыточным поступлением аммонийного азота с паводком. В летнее время ионы аммония активно вовлекаются в биологический круговорот и, как следствие этого процесса, их концентрации снижаются, а с наступлением осени вновь несколько возрастают (табл. 2), что обусловлено усилением процессов бактериального разложения органических веществ в период отмирания водных организмов, а также продолжающейся минерализацией органических веществ в условиях слабого потребления фитопланктоном и уменьшения скорости биохимического окисления при низких температурах воды [25, 26].

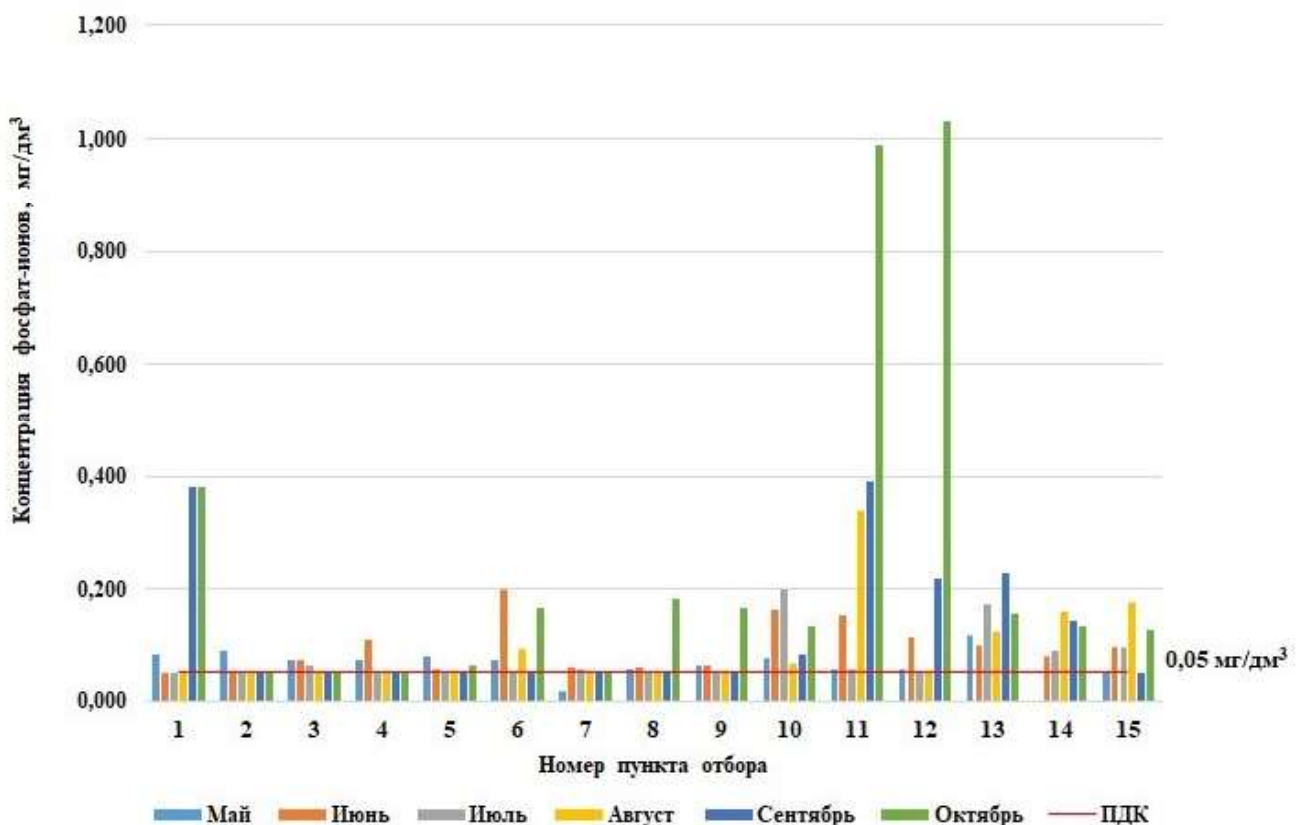


Рис. 4. Сезонная динамика концентрации фосфат-ионов (по P) в р. Иртыш в границах Омской области, 2023 г.

Fig. 4. Seasonal dynamics of phosphate ion concentration (based on P) in the Irtysh River within the Omsk Region, 2023

В течение периода исследований были отмечены единичные случаи превышения ПДК ионов аммония в нескольких пунктах по исследованному течению — выше п. Ачаир, на территории г. Омска и ниже устья р. Тары (рис. 5), что указывает на наличие в этих местах локальных источников загрязнения или на поступление аммонийного азота с паводковыми водами.

Одной из приоритетных групп загрязнителей водных объектов являются НП, которые поступают в воду в результате аварий, разливов и утечек нефти, с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами. В водных объектах нефтепродукты присутствуют в самых различных формах — растворенной, эмульгированной, сорбированной на взвешенных частицах и донных отложениях, а также в виде пленки на поверхности воды. НП чрезвычайно токсичны для водных организмов, обладают канцерогенными и мутагенными свойствами и способны к биоаккумуляции [27].

Помимо НП, в перечень приоритетных веществ, загрязняющих гидросферу, влияющих на

химические свойства воды и функционирование гидробионтов, входят и фенолы. Значительное количество фенолов поступает со сточными водами предприятий целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей, химической, нефтяной и металлургической промышленности [28].

Среднемесячная концентрация НП и фенолов в воде Иртыша во всех пунктах отбора за время исследований изменялась в узких пределах и не превышала ПДК_{рх} (табл. 2).

Проведенный корреляционный анализ показал наличие значимых (или приближенных к таковым) связей между двумя группами показателей: ВВ и БПК₅, ВВ и NH₄⁺. Сильная положительная связь установлена между ВВ и БПК₅ (r=0,86), средняя — между ВВ и NH₄⁺ (r=0,62), что свидетельствует о связи легкоокисляемых органических веществ и аммонийного азота со взвешенными веществами. Подобные сильные факторные связи были установлены между ВВ и БПК₅ (r=0,9942), ВВ и NH₄⁺ (r=0,9568) в речном водозаборе г. Йошкар-Олы. Наличие взаимосвязи между ВВ и БПК₅, вероят-

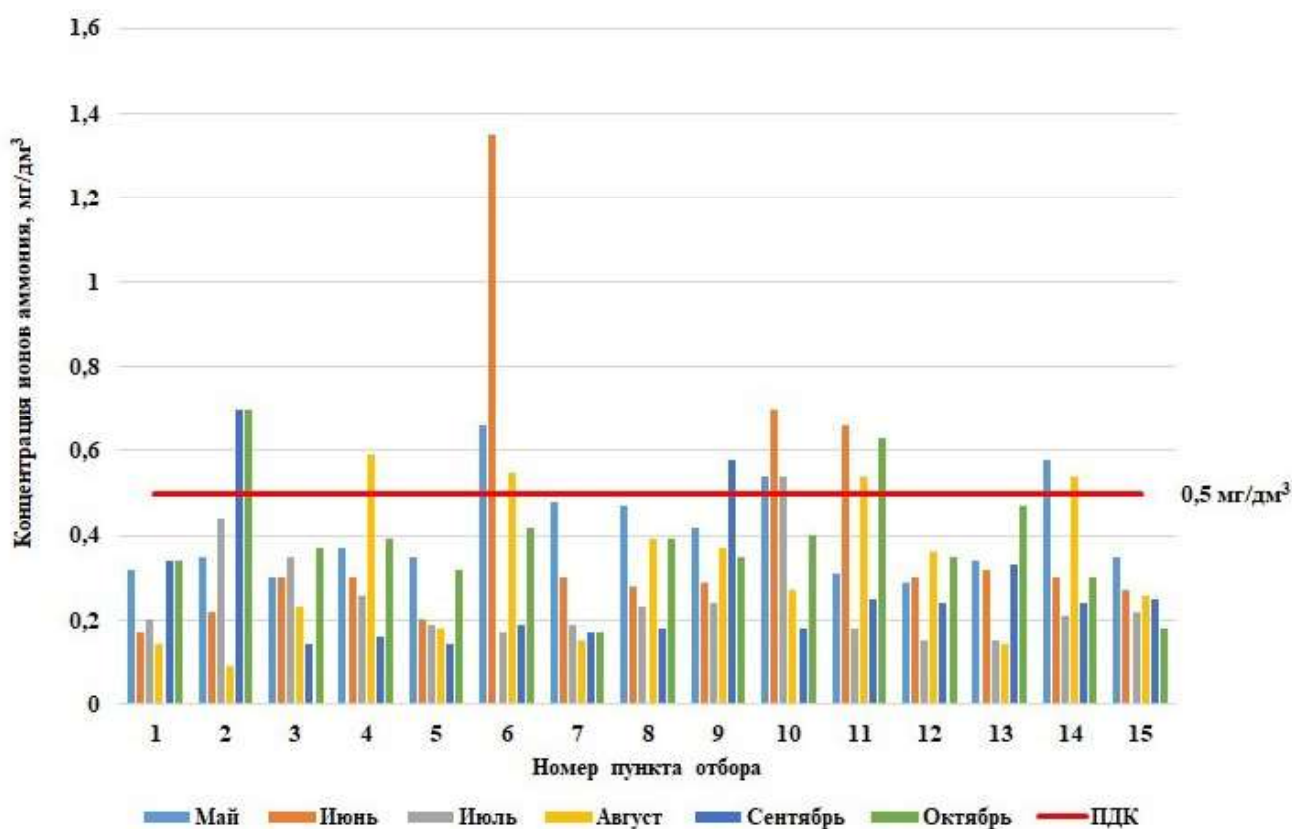


Рис. 5. Сезонная динамика концентрации ионов аммония в р. Иртыш в границах Омской области, 2023 г.

Fig. 5. Seasonal dynamics of ammonium ion concentration in the Irtysh River within the Omsk Region, 2023

но, обусловлено тем, что БПК₅ является косвенной характеристикой количества аллохтонного и автохтонного легкоокисляемого органического вещества, источником которого являются ВВ, состоящие из суспендированных органических веществ, планктона и различных микроорганизмов [29].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В период открытой воды 2023 г. по всему течению реки Иртыш в пределах Омской области наблюдалось превышение нормативных показателей по четырем параметрам — концентрации взвешенных веществ (1,1–2,2 раза), БПК₅ (1,1–1,4 раза), NH₄⁺ (1,1–2,7 раза), PO₄³⁻ (1,1–20,6 раза). Экстремально высоких превышений ПДК_{рх} веществ в воде Иртыша в исследуемый период обнаружено не было. Среднемесячные концентрации NH₄⁺, нефтепродуктов и фенолов не превышали ПДК.

Концентрация легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) и биогенных элементов (NH₄⁺, PO₄³⁻) подвержена выраженным сезонным изменениям. Наиболее высокие показатели наблюдались весной и осенью, наименьшие — в летнюю межень. Корреляционный анализ показал наличие сильной положительной связи между взвешенными веществами и БПК₅ (r=0,86), средней — между взвешенными веществами и NH₄⁺ (r=0,62).

В течение периода исследований максимальные превышения ПДК по БПК₅ и фосфат-ионам фиксировались в пунктах отбора в районе и ниже г. Омска. Превышение ПДК аммонийного азота отмечалось в нескольких пунктах, также связанных с территорией г. Омска и районами ведения интенсивного сельского хозяйства в регионе.

Учитывая использование реки Иртыш в качестве источника питьевого, промышленного водоснабжения и в рыбохозяйственных целях, необходимо осуществлять контроль над бытовыми неочищенными (канализационными) стоками г. Омска и исключить их попадание в реку. Установленные закономерности требуют усиления деятельности надзорных органов по выявлению локальных источников загрязнения реки Иртыш.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Синицына О.О., Турбинский В.В. О научном гигиеническом обеспечении Водной стратегии Российской Федерации (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2021. Т. 100, № 9: 923–928. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-923-928>.

2. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 27.08.2009 № 1235-р (ред. от 17.04.2012 № 553р). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902173350> (дата обращения 12.03.2024).
3. Красноярова Б.А., Винокуров Ю.И., Пузанов А.В. Трансграничный Иртыш: особенности национального водопользования и международное сотрудничество. *Тихоокеанская география*. 2022. № 1 (9): 59–67. https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_5.
4. Доклад об экологической ситуации в Омской области за 2022 год. Омск: Изд-во Министерства природных ресурсов и экологии Омской области, Типография «Золотой тираж» (Омскбланкиздат), 2023. 330 с.
5. Волковская Н.П. Оценка гидролого-климатических факторов стока и прогноз максимальных уровней весеннего половодья в речных бассейнах : дис. ... канд. геогр. наук. Томск: Изд-во Омского государственного педагогического университета, 2020. 192 с.
6. Жерносек А.В., Реховская Е.О. Экологическое состояние реки Иртыш. *Актуальные вопросы энергетики : матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Омск, 21 мая 2019 г.)*. Омск: Изд-во Омского государственного технического университета, 2019: 167–170.
7. Барсукова Н.Н., Баженова О.П. Фитопланктон и экологическое состояние притоков среднего Иртыша. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. 151 с.
8. Сазонова О.В., Тупикова Д.С., Рязанова Т.К., Гаврюшин М.Ю., Фролова О.В., Трубецкая С.Р. К оценке качества питьевого водоснабжения различных регионов Российской Федерации. *Российский вестник гигиены*. 2022. № 2: 4–7. <https://doi.org/10.24075/rbh.2022.043>.
9. Примин О.Г. Водные ресурсы. Проблемы систем водопользования России и направления их реконструкции. *Жилищное строительство*. 2023. № 7: 35–39. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-7-35-39>.
10. Зайцев В.Ф., Абрамов А.Л., Ростовцев А.А., Балацкий П.С., Цапенков А.В., Интересова Е.А. Видовой состав и динамика промысла рыбы в Омской области. *Рыбоводство и рыбное хозяйство*. 2023. Т. 17, № 4 (207): 222–231. <https://doi.org/10.33920/sel-09-2304-01>.
11. Сибина С. Иртыш вошел в программу экологического оздоровления рек и озер. *Российская газета — Экономика Сибири*. 2023. № 74 (9019). URL: <https://rg.ru/2023/04/06/reg-sibfo/irtysh-voshel-v-programmu-ekologicheskogo-ozdorovleniia-rek-i-ozer.html> (дата обращения 12.03.2024).
12. Баженова О.П., Барсукова Н.Н. К вопросу об оценке экологического состояния водных объектов на

- примере Обь-Иртышского бассейна. *Экология и управление природопользованием : сб. науч. тр. V Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Томск, 26 ноября 2021 г.)* / под ред. А.М. Адама. Томск: Изд-во Национального исследовательского Томского государственного университета, Литературное бюро, 2022. Вып. 5: 10–12.
13. Мискевич И.В., Кузнецов Е.А. Оценка изменчивости отношения параметра ХПК к концентрациям взвешенных веществ (параметра ХПК/ВВ) в дельте реки Северная Двина при сбросе сточных вод. *Вода: химия и экология*. 2023. № 4: 26–31.
 14. Яровая О.В., Молчанова Я.П., Гусева Т.В., Фирер А.А. Растворенные и взвешенные неорганические вещества в водных системах. М.: Изд-во Российского химико-технологического института им. Д.И. Менделеева, 2014. 64 с.
 15. Кравцова А.В., Ходоровская Н.И., Ячменев В.А., Баженова В.В. Особенности многолетней динамики развития гидрохимических показателей воды Шершневского водохранилища. *Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление*. 2021. № 5: 8–28. <https://doi.org/10.35567/1999-4508-2021-5-1>.
 16. Клещенков А.В., Герасюк В.С., Кулыгин В.В., Бердников С.В. Взвешенное вещество вод от Цимлянского водохранилища до Таганрогского залива в период длительного маловодья 2006–2020 гг. *Наука Юга России*. 2023. Т. 19, № 1: 29–39. <https://doi.org/10.7868/25000640230104>.
 17. Готовцев А.В., Данилов-Данильян В.И., Никаноров А.М. Проблемы мониторинга БПК. *Водные ресурсы*. 2012. Т. 39, № 5: 510–520.
 18. Александров С.В. Пространственные изменения гидрохимических показателей в Вислинском заливе в 2014–2016 годах. *Труды АтлантНИРО*. 2018. Т. 2, № 1 (5): 5–21.
 19. Валиев В.С., Иванов Д.В., Шамаев Д.Е., Зиганшин И.И., Мустафина Л.К., Шурмина Н.В., Богданова О.А., Абдуллина Ф.М. Анализ структурных связей между гидрохимическими показателями речного стока. *Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина*. 2018. № 4 (61): 90–101.
 20. Свешникова Е.В., Романова Е.М., Любомирова В.Н., Шленкина Т.М. Гидрохимическая оценка качества воды залива реки Свияга в городе Ульяновске. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2023. Т. 254, № 2: 236–241. https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_2_254_236.
 21. Кадацкая О.В., Санец Е.В., Селицкая В.В., Русая И.Е. Содержание минерального фосфора в речных водах бассейна Днепра: пространственно-временной анализ. *Природопользование*. 2009. № 16: 49–56.
 22. Важова А.С. Сезонные изменения концентраций биогенных веществ и содержания растворенного кислорода в реках южного Приморья. *Известия ТИИРО*. 2017. Т. 191: 210–222. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2017-191-210-222>.
 23. Баранов Е.Е. Трансформация соединений фосфора в водных системах на примере водоемов волжского бассейна. *Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии*. 2014. Т. 23, № 3: 160–166.
 24. Цыбекмитова Г.Ц., Матвеева М.О. Биогенные элементы (азот и фосфор) в Харанорском водохранилище. *Экосистемы*. 2020. № 24 (54): 142–151. <https://doi.org/10.37279/2414-4738-2020-24-142-151>.
 25. Косенко Ю.В. Основные аспекты баланса биогенных элементов в Азовском море. *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2019. Т. 2, № 4: 24–37. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2019_2_4_24.
 26. Бородулина П.А., Часовников В.К., Федоров А.В. Вертикальное распределение биогенных элементов в 2019 году в районе г. Геленджик. *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2022. Т. 5, № 1: 7–17. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2022_5_1_7.
 27. Носкова Т.В., Лейтес Е.А., Лабузова О.М. Содержание нефтепродуктов в пробах поверхностных вод и донных отложений рек Обь и Барнаулка. *Вода: химия и экология*. 2018. № 10–12 (117): 30–35.
 28. Абрамова К.И., Токинова Р.П., Шагидуллин Р.Р. Анализ связи фитопланктона с содержанием фенолов в устьевой области реки Казанки (г. Казань). *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*. 2020. № 137: 38–46. <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2020-137-38-46>.
 29. Евдокимова О.Ю. Факторный анализ динамики гидрохимических показателей. *Фундаментальные исследования*. 2012. № 11-2: 277–282.

REFERENCES

1. Sinitsyna O.O., Turbinskiy V.V. O nauchnom gigienicheskom obespechenii Vodnoy strategii Rossiyskoy Federatsii (obzor literatury) [On the hygienic scientific provision of the Water Strategy of the Russian Federation (literature review)]. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation]*. 2021. Vol. 100, no. 9: 923–928. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-923-928>. (In Russian).
2. Vodnaya strategiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda, utverzhdannaya rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 27.08.2009 N 1235-r (red. ot 17.04.2012 N 553r) [Water Strategy of the Russian Federation for the period up to 2020, approved by the Order of the Government of the Russian Federation dated August 27, 2009 No. 1235-r (amended April 17, 2012, No. 553r)]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/902173350> (accessed 12.03.2024). (In Russian).

3. Krasnoyarova B.A., Vinokurov Yu.I., Puzanov A.V. Transgranichnyy Irtysh: osobennosti natsional'nogo vodopol'zovaniya i mezhdunarodnoe sotrudnichestvo [Cross-border Irtysh: feature of national water use and international cooperation]. *Tikhookeanskaya geografiya [Pacific Geography]*. 2022. No. 1 (9): 59–67. https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_5. (In Russian).
4. Doklad ob ekologicheskoy situatsii v Omskoy oblasti za 2022 god [Report on the environmental conditions of the Omsk Region in 2022]. Omsk: Ministerstvo prirodnikh resursov i ekologii Omskoy oblasti [Ministry of Natural Resources and Ecology of the Omsk Region] Publ., Tipografiya “Zolotoy tirazh” (Omskblankizdat) [Printing Company “Golden Edition” (Omsk Template Publishing House)], 2023. 330 p. (In Russian).
5. Volkovskaya N.P. Otsenka gidrologo-klimaticheskikh faktorov stoka i prognoz maksimal'nykh urovney vesennego polovod'ya v rechnykh basseynakh : dis. ... kand. geogr. nauk [Assessment of hydrological and climatic factors of runoff and forecast of maximum spring flood levels in river basins. Candidate's (Geography) Thesis]. Tomsk: Omskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet [Omsk State Pedagogical University] Publ., 2020. 192 p. (In Russian).
6. Zhernosek A.V., Rekhovskaya E.O. Ekologicheskoe sostoyanie reki Irtysh [Ecological status of the Irtysh River]. In: *Aktual'nye voprosy energetiki : materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (g. Omsk, 21 maya 2019 g.) [Actual issues of energy. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation (Omsk, 21 May, 2019)]*. Omsk: Omskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet [Omsk State Technical University] Publ., 2019: 167–170. (In Russian).
7. Barsukova N.N., Bazhenova O.P. Fitoplankton i ekologicheskoe sostoyanie pritokov srednego Irtysha [Phytoplankton and ecological status of the tributaries of the Middle Irtysh River]. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. 151 p. (In Russian).
8. Sazonova O.V., Tupikova D.S., Ryazanova T.K., Gavryushin M.Yu., Frolova O.V., Trubetskaya S.R. K otsenke kachestva pit'evogo vodosnabzheniya razlichnykh regionov Rossiyskoy Federatsii [Assessing quality of drinking water supply in different regions of the Russian Federation]. *Rossiyskiy vestnik gigieny [Russian Bulletin of Hygiene]*. 2022. No. 2: 4–7. <https://doi.org/10.24075/rbh.2022.043>. (In Russian).
9. Primin O.G. Vodnye resursy. Problemy sistem vodopol'zovaniya Rossii i napravleniya ikh rekonstruktsii [Water resources. Problems of water use systems in Russia and directions of their reconstruction]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo [Housing Construction]*. 2023. No. 7: 35–39. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-7-35-39>. (In Russian).
10. Zaytsev V.F., Abramov A.L., Rostovtsev A.A., Balatskiy P.S., Tsapenkov A.V., Interesova E.A. Vidovoy sostav i dinamika promysla ryby v Omskoy oblasti [Species diversity and dynamics of fishery catch in Omsk Region]. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaystvo [Fish Breeding and Fisheries]*. 2023. Vol. 17, no. 4 (207): 222–231. <https://doi.org/10.33920/sel-09-2304-01>. (In Russian).
11. Sibina C. Irtysh voshel v programmuy ekologicheskogo ozdorovleniya rek i ozer [Irtysh River has been included in the program of ecological restoration of rivers and lakes]. *Rossiyskaya gazeta — Ekonomika Sibiri [Russian Newspaper — Economy of Siberia]*. 2023. No. 74 (9019). Available at: <https://rg.ru/2023/04/06/reg-sibfo/irtysh-voshel-v-programmu-ekologicheskogo-ozdorovleniya-rek-i-ozer.html> (accessed 12.03.2024). (In Russian).
12. Bazhenova O.P., Barsukova N.N. K voprosu ob otsenke ekologicheskogo sostoyaniya vodnykh ob'ektov na primere Ob'-Irtyshskogo basseyna [On the issue of assessing the ecological status of water bodies on the example of the Ob–Irtysh River Basin]. In: *Ekologiya i upravlenie prirodnopol'zovaniem : sbornik nauchnykh trudov V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (g. Tomsk, 26 noyabrya 2021 g.) [Ecology and management of natural resources. Collection of the research papers of the 5th Scientific and Practical Conference with international participation (Tomsk, 26 November, 2021)]*. A.M. Adam (ed.). Tomsk: Natsional'nyy issledovatel'skiy Tomskiy gosudarstvennyy universitet [National Research Tomsk State University] Publ., Literaturnoe byuro [Literature Bureau], 2022. Issue 5: 10–12. (In Russian).
13. Mishevich I.V., Kuznetsov E.A. Otsenka izmenchivosti otnosheniya parametra KhPK k kontsentratsiyam vzveshennykh veshchestv (parametra KhPK/VV) v del'te reki Severnaya Dvina pri sbrose stochnykh vod [Estimation of the variability of the ratio of the COD parameter to the concentrations of suspended substances (COD/SS parameter) in the delta of the Severnaya Dvina River during wastewater discharge]. *Voda: khimiya i ekologiya [Water: Chemistry and Ecology]*. 2023. No. 4: 26–31. (In Russian).
14. Yarovaya O.V., Molchanova Ya.P., Guseva T.V., Firer A.A. Rastvorennyye i vzveshennyye neorganicheskie veshchestva v vodnykh sistemakh [Dissolved and suspended inorganic substances in aquatic systems]. Moscow: Rossiyskiy khimiko-tekhnologicheskii institut im. D.I. Mendeleeva [D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia] Publ., 2014. 64 p. (In Russian).
15. Kravtsova A.V., Khodorovskaya N.I., Yachmenev V.A., Bazhenova V.V. Osobennosti mnogoletney dinamiki razvitiya gidrokhimicheskikh pokazateley vody Shershnevskogo vodokhranilishcha [Features of the long-term dynamics of development hydro/chemical

- parameters of the water of the Shershnevsk Reservoir]. *Vodnoe khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie* [Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management]. 2021. No. 5: 8–28. <https://doi.org/10.35567/1999-4508-2021-5-1>. (In Russian).
16. Kleshchenkov A.V., Gerasyuk V.S., Kulygin V.V., Berdnikov S.V. Vzveshennoe veshchestvo vod ot Tsimlyanskogo vodokhranilishcha do Taganrogskogo zaliva v period dlitel'nogo malovod'ya 2006–2020 gg. [Suspended matter of the water from the Tsimlyansk Reservoir to the Taganrog Bay in the period of long low water in 2006–2020]. *Nauka Yuga Rossii* [Science in the South Russia]. 2023. Vol. 19, no. 1: 29–39. <https://doi.org/10.7868/25000640230104>. (In Russian).
 17. Gotovtsev A.V., Danilov-Danilyan V.I., Nikanorov A.M. BOD monitoring problems. *Water Resources*. 2012. Vol. 39, no. 5: 546–556. <https://doi.org/10.1134/S0097807812040069>.
 18. Aleksandrov S.V. Prostranstvennyye izmeneniya gidrokhimicheskikh pokazateley v Vislinskom zalive v 2014–2016 godakh [Spatial changes in hydrochemical indicators in the Vistula Lagoon in 2014–2016]. *Trudy AtlantNIRO* [Proceedings of the Atlantic Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography]. 2018. Vol. 2, no. 1 (5): 5–21. (In Russian).
 19. Valiev V.S., Ivanov D.V., Shamaev D.E., Ziganshin I.I., Mustafina L.K., Shurmina N.V., Bogdanova O.A., Abdullina F.M. Analiz strukturnykh svyazey mezhdru gidrokhimicheskimi pokazatelyami rechnogo stoka [The analysis of the structure of hydrochemical indices of river systems]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo universiteta imeni S.A. Esenina* [Bulletin of Ryazan State University named for S.A. Esenin]. 2018. No. 4 (61): 90–101. (In Russian).
 20. Sveshnikova E.V., Romanova E.M., Lyubomirova V.N., Shlenkina T.M. Gidrokhimicheskaya otsenka kachestva vody zaliva reki Sviyaga v gorode Ul'yanovske [Hydrochemical assessment of the water quality of the Sviyaga River bay in the city of Ulyanovsk]. *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Bauman* [Academic Notes of Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. Bauman]. 2023. Vol. 254, no. 2: 236–241. https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_2_254_236. (In Russian).
 21. Kadatskaya O.V., Sanets E.V., Selitskaya V.V., Rusaya I.E. Soderzhanie mineral'nogo fosfora v rechnykh vodakh basseyna Dnepra: prostranstvenno-vremennyy analiz [Content of mineral phosphorus in river waters in the Dnieper basin: spatio-temporal analysis]. *Prirodopol'zovanie* [Nature Management]. 2009. No. 16: 49–56. (In Russian).
 22. Vazhova A.S. Sezonnyye izmeneniya kontsentratsiy biogennykh veshchestv i soderzhaniya rastvorennogo kisloroda v rekakh yuzhnogo Primor'ya [Seasonal dynamics of nutrients concentration and dissolved oxygen content in the rivers of Southern Primorye]. *Izvestiya TINRO* [Transactions of the Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography]. 2017. Vol. 191: 210–222. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2017-191-210-222>. (In Russian).
 23. Baranov E.E. Transformatsiya soedineniy fosfora v vodnykh sistemakh na primere vodoemov volzhskogo basseyna [Phosphorus compounds transformation observation evidence from water ponds of the Volga River Basin]. *Samarskaya Luka: problemy regional'noy i global'noy ekologii* [Samarskaya Luka: Problems of Regional and Global Ecology]. 2014. Vol. 23, no. 3: 160–166. (In Russian).
 24. Tsybekmitova G.Ts., Matveeva M.O. Biogennyye elementy (azot i fosfor) v Kharanorskom vodokhranilishche [Biogenic elements (nitrogen and phosphorus) in the Kharanor Reservoir]. *Ekosistemy* [Ecosystems]. 2020. No. 24 (54): 142–151. <https://doi.org/10.37279/2414-4738-2020-24-142-151>. (In Russian).
 25. Kosenko Yu.V. Osnovnyye aspekty balansa biogennykh elementov v Azovskom more [Basic aspects of the biogenic elements balance in the Azov Sea]. *Vodnyye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment]. 2019. Vol. 2, no. 4: 24–37. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2019_2_4_24. (In Russian).
 26. Borodulina P.A., Chasovnikov V.K., Fedorov A.V. Vertikal'noe raspredelenie biogennykh elementov v 2019 godu v rayone g. Gelendzhik [Vertical distribution of biogenic elements in Gelendzhik area in 2019]. *Vodnyye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment]. 2022. Vol. 5, no. 1: 7–17. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2022_5_1_7. (In Russian).
 27. Noskova T.V., Leytes E.A., Labuzova O.M. Soderzhanie nefteproduktov v probakh poverkhnostnykh vod i donnykh otlozheniy rek Ob' i Barnaulka [The content of oil in samples of surface water and bottom sediments of the rivers Ob and Barnaulka]. *Voda: khimiya i ekologiya* [Water: Chemistry and Ecology]. 2018. No. 10–12 (117): 30–35. (In Russian).
 28. Abramova K.I., Tokinova R.P., Shagidullin R.R. Analiz svyazi fitoplanktona s soderzhaniiem fenolov v ust'evoy oblasti reki Kazanki (g. Kazan') [Analysis of the relationship between structural indicators of phytoplankton and phenol content in the Kazan Bay of the Kuibyshev Reservoir]. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada* [Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens]. 2020. No. 137: 38–46. <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2020-137-38-46>. (In Russian).
 29. Evdokimova O.Yu. Faktornyy analiz dinamiki gidrokhimicheskikh pokazateley [Factor analysis of the hydrochemical indices dynamics]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research]. 2012. No. 11-2: 277–282. (In Russian).

Для цитирования: Жаркова Н.Н., Баженова О.П., Гаврильченко О.Л., Болтовская А.С. Сезонная динамика химического состава воды реки Иртыш на территории Омской области. Водные биоресурсы и среда обитания. 2024. Т. 7, № 2: 7–20.

Об авторах:

Жаркова Наталья Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры экологии, природопользования и биологии ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина» (644008, г. Омск, Институтская площадь, 1), ORCID 0000-0003-2970-328X, nn.zharkova@omgau.org

Баженова Ольга Прокопьевна, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры экологии, природопользования и биологии ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина» (644008, г. Омск, Институтская площадь, 1), ORCID 0000-0003-2406-4319, op.bazhenova@omgau.org

Гаврильченко Ольга Леонидовна, кандидат сельскохозяйственных наук, и. о. заместителя руководителя Сибирского межрегионального управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Омской области (644007, г. Омск, ул. Герцена, 50), olia.gololr@yandex.ru

Болтовская Алена Сергеевна, аспирант кафедры экологии, природопользования и биологии ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина» (644008, г. Омск, Институтская площадь, 1), as.kravets2025@omgau.org

Поступила в редакцию 08.04.2024

Поступила после рецензии 17.05.2024

Принята к публикации 20.05.2024

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант.

Received 08.04.2024

Revised 17.05.2024

Accepted 20.05.2024

Conflict of interest statement

The authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.