

ХИМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

УДК 543.42:547.979.7

DOI: 10.26456/vtchem2024.1.14

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГОРОДА РЖЕВА НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

О.А. Тихомиров

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

На основе анализа материалов наблюдений дана оценка современного состояния р. Волги в районе г. Ржева. Прослежена динамика гидрохимических показателей и основных загрязняющих компонентов на изучаемом участке по пунктам мониторинга за 2020-2022 гг.

Ключевые слова: гидрохимические показатели, загрязнение, мониторинг, динамика, река Волга.

Постановка проблемы и методика работы. Верхняя Волга играет существенную роль в водоснабжении хозяйства и населения Тверского региона. Так, питьевое водоснабжение города Ржева на 50% обеспечивается волжской водой. В то же время гидрохимический режим Верхней Волги и качество речной воды от истока до г.Ржева исследованы недостаточно.

В этой связи целью настоящей работы является оценка гидрохимических показателей и качества воды Верхней Волги на участке в районе г. Ржева за период 2020 – 2022 гг.

В ходе исследования использовались данные экологического мониторинга, проводимого специально уполномоченными организациями и филиалом Тверского центра гидрометеослужбы.

Отбор проб воды проводился в двух пунктах по течению реки: в 2 км выше и в 8,2 км ниже города Ржева с использованием плавучей химической лаборатории. Пункты наблюдения относятся по классификации Гидрометеослужбы РФ к IV-й категории (табл.1), что предполагает отбор проб воды в основные гидрологические фазы (весной, летом, осенью и зимой) [4,5].

На месте отбора проб определялись параметры окружающей среды и измерялись быстро изменяющиеся показатели: температура воды, запах, растворенный O_2 , pH, Eh по общепринятым методикам [1].

Таблица 1

Пункты наблюдения, отобранные для изучения участка
р. Волги в г. Ржеве [1]

№	Водный объект	Пункт	Расположение			Категория пункта	Число проб за год
			створа наблюдения	вертикали в долях ширины реки	горизонта от поверхности, м		
1	р. Волга	г. Ржев	в 2 км выше города	0,5	0,2 – 0,5	IV	7
2	р. Волга	г. Ржев	в 8,2 км ниже города	0,5	0,2 – 0,5	IV	7

По данным Тверского ЦГМС, при проведении мониторинга качества поверхностных вод по двум пунктам наблюдения в районе г. Ржева в период с 2020 – 2022 гг., был проведен анализ по 11 показателям: БПК₅, фосфаты, оксид азота, железо, медь, никель, хром, свинец, фенолы, нефтепродукты, растворенный кислород (табл. 2 и 3) [4, 5].

Вещества отбирались независимо от лимитирующего признака вредности, при равенстве концентраций предпочтение отдавалось веществам, имеющим токсикологический признак вредности.

В ходе оценки выбирались показатели, имеющие наибольшие относительные среднегодовые и максимальные разовые концентрации веществ. С целью определения уровня загрязнения воды устанавливалось фактическое содержание веществ и их отношение к ПДК [6].

Оценка влияния сточных вод города на гидрохимические показатели производилась путем сравнения показателей по пунктам наблюдения. Проводилось сравнение качества воды и её временная и пространственная динамика.

Обсуждение результатов. Существенную роль в формировании гидрохимического режима реки Волги играют природные условия водосборного бассейна: климат, грунтовые воды, почвенный покров, наземная растительность и др. [2, 7].

Основными источниками загрязнения Верхней Волги в районе г.Ржева являются недостаточно очищенные хозяйственно–бытовые, промышленные, а также сельскохозяйственные стоки, поступающие непосредственно в реку или через ее малые притоки.

Характерными загрязняющими веществами воды реки в районе города Ржева являются: соединения металлов, легкоокисляемые органические вещества и фенолы.

Таблица 2

Пункт наблюдения № 1 (р. Волга в 2 км выше г. Ржева) [4, 5]

№ пункта по паспорту	Название ингредиента, ед. измерения	Средняя годовая конц./ Максимальная конц. за год			ПДК
		2020г.	2021г.	2022г.	
7010102 Пункт №1 р. Волга, г. Ржев в 2 км выше города	БПК ₅ , мг/дм ³	1,96/ 2,75	1,59/ 3,35	1,54/ 2,62	2,1
	Фосфаты, мг/дм ³	0,008/0,0	0,007/0,01	0,008/0,013	0,2
	Оксид азота, мг/дм ³	0,007/0,01	0,005/0,01	0,002/0,003	0,02
	Железо, мг/дм ³	0,222/0,3	0,176/0,33	0,212/0,4	0,1
	Медь, мкг/дм ³	2,62/4,7	1,96/6,4	1,59/2,8	1
	Никель, мкг/дм ³	2,74/3,9	2,66/6,1	1,49/3,4	10
	Хром, мкг/дм ³	0,979/1,6	1,4/5,3	0,657/1	70
	Свинец, мкг/дм ³	2,77/6,1	3,3/6	1,1/1,4	100
	Фенолы, мг/дм ³	0,002/0,003	0,001/0,002	0,001/0,002	0,001
	Нефтепродукты, мг/дм ³	0,009/0,017	0,01/0,016	0,01/0,021	0,05
Растворенный кислород, мг/дм ³	11,6/13,8	11,6/12,8	11/12,1	6	

Таблица 3

Пункт наблюдения №2 (р. Волга в 8,7 км ниже г. Ржева) [4, 5]

№ пункта по паспорту	Название ингредиента, ед. измерения	Средняя годовая конц. / Максимальная конц. за год			ПДК
		2020г.	2021г.	2022г.	
7010103 Пункт №2 р. Волга, г. Ржев в	БПК ₅ , мг/дм ³	1,99/ 2,94	1,74/ 4,09	1,83/ 2,93	2,1
	Фосфаты, мг/дм ³	0,008/0,01	0,009/0,016	0,01/0,014	0,2
	Оксид азота, мг/дм ³	0,007/0,01	0,006/0,014	0,006/0,016	0,02
	Железо, мг/дм ³	0,206/0,30	0,177/0,31	0,203/0,421	0,1

8,7 км ниже города	Медь, мкг/дм ³	2,851/6,50	2,59/6	2,07/4,5	1
	Никель, мкг/дм ³	2,51/4,5	3,031/8,7	1,37/2,5	10
	Хром, мкг/дм ³	1,1/1,8	1,63/6,9	0,757/1,9	70
	Свинец, мкг/дм ³	2,45/4,1	2,94/4,4	1,5/2,1	100
	Фенолы, мг/дм ³	0,004/0,01	0,001/0,002	0,001/0,003	0,001
	Нефтепрод укты, мг/дм ³	0,01/0,014	0,011/0,028	0,009/0,015	0,05
	Растворенный кислород, мг/дм ³	11,4/13,2	12,4/13,8	11,1/12,5	6

Сравнение данных по двум пунктам наблюдения в г. Ржеве: в 2 км выше города (0,5 км выше впадения р. Ракитня) и в 8,7 км ниже города (3,2 км ниже впадения р. Лоча) показывает, что в 2020 – 2022 гг. гидрохимический режим исследуемого участка Волги характеризовался высоким содержанием растворенного кислорода в воде, что благоприятствует процессам интенсивного окисления в реке.

Анализ показывает, что среднегодовая величина БПК₅ в воде на участке р. Волги (в 2 км выше города) в период с 2020 г. по 2022 г. колебалась от 1,54 до 1,96 мг/дм³ и была ниже ПДК, но превышала этот показатель по максимальной величине (до 3,35 мг/дм³). Такие показатели характерны для региона Верхней Волги и связаны с весенне-летним периодом, когда отмечается интенсивное развитие фитопланктона и активный смыв органического вещества с побережья дождевыми водами. Кроме того, повышенные показатели БПК₅ связаны с антропогенным воздействием, с поступлением в воду органических соединений на участках несанкционированного сброса сточных вод, накоплением на побережье промышленных отходов и бытового мусора.

Изменение показателя БПК₅ в воде на участке р. Волги в 8,7 км ниже города в среднем несколько увеличивается (до 1,74 - 1,99 мг/дм³). При этом показатель среднегодовой величины БПК₅ не превышал ПДК. Тем не менее, максимальные разовые показатели были выше ПДК почти в 2 – 3 раза (2,93 – 4,09 мг/дм³). Следует предположить, что расстояния в 8 – 9 км от Ржева не вполне достаточно для полного естественного самоочищения воды от органического вещества.

Наблюдения показали, что концентрации фосфатов в течение всего года как на участке выше, так и ниже Ржева близки к естественным показателям (0,007 – 0,014 мг/дм³). При некотором увеличении их вниз по течению реки, они существенно ниже ПДК.

Подобная тенденция прослеживается и по оксиду азота. Так, величина ПДК для оксида азота равна 0,02 мг/дм³, концентрации оксида азота в воде выше Ржева изменялись в пределах 0,002 – 0,012 мг/дм³, а ниже города составили 0,006 – 0,016 мг/дм³.

При проведении мониторинга качества поверхностных вод по двум пунктам наблюдения в районе г. Ржева в период с 2020 – 2022 гг. был проведен анализ проб воды на содержание металлов (железо, медь, никель, хром, свинец).

Мониторинговые наблюдения показали, что содержание общего железа в воде выше и ниже г.Ржева в 2020 – 2022 гг. составило 0,1 – 0,2 мг/дм³, а максимальные концентрации достигали 0,3–0,4 мг/дм³.

Таким образом, содержание в воде общего железа систематически превышало ПДК в 1,7 –2 раза, а максимальные концентрации превышали эту величину в 3 – 4 раза (рис. 1).

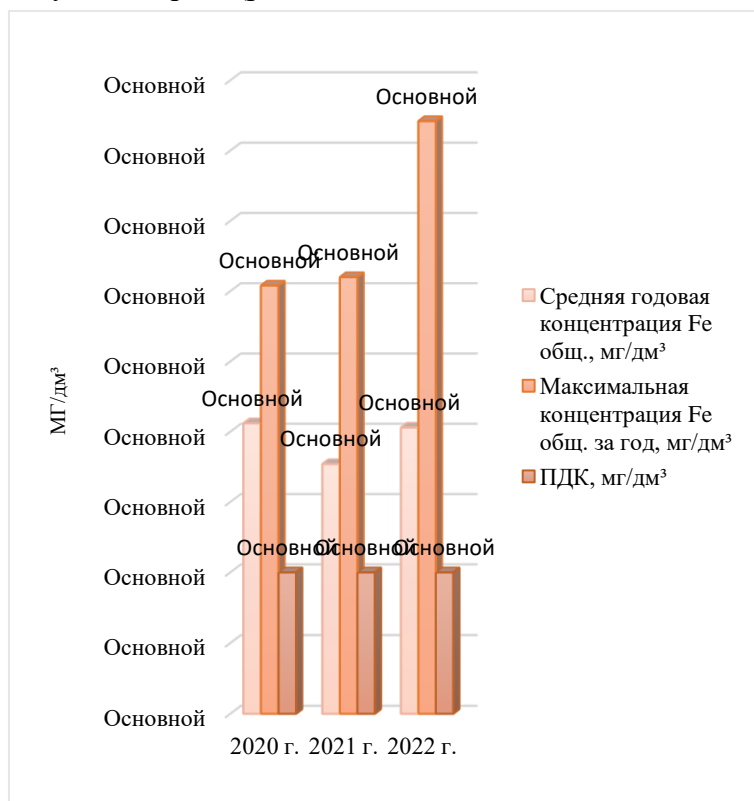


Рис. 1. Изменение содержания Fe общ. (мг/дм³) в воде на участке р. Волги (в 8,7 км ниже г. Ржева)

Следует отметить, что регион Верхней Волги характеризуется высоким уровнем заболоченности, вследствие чего, болотные воды

играют существенную роль в питании водоемов и водотоков, что приводит к повышенным концентрациям органического вещества и железа в воде реки. Железо в виде комплексных соединений с органическим веществом болотного происхождения или неорганических комплексов железа, содержащихся в грунтовых водах, может поступать в Волгу в течение всего года [2, 7]. Эти процессы обеспечивают высокое естественное содержание общего железа в речных водах. Кроме того, превышения предельно допустимых концентраций могут быть связаны со сточными водами населенных пунктов и промышленных предприятий.

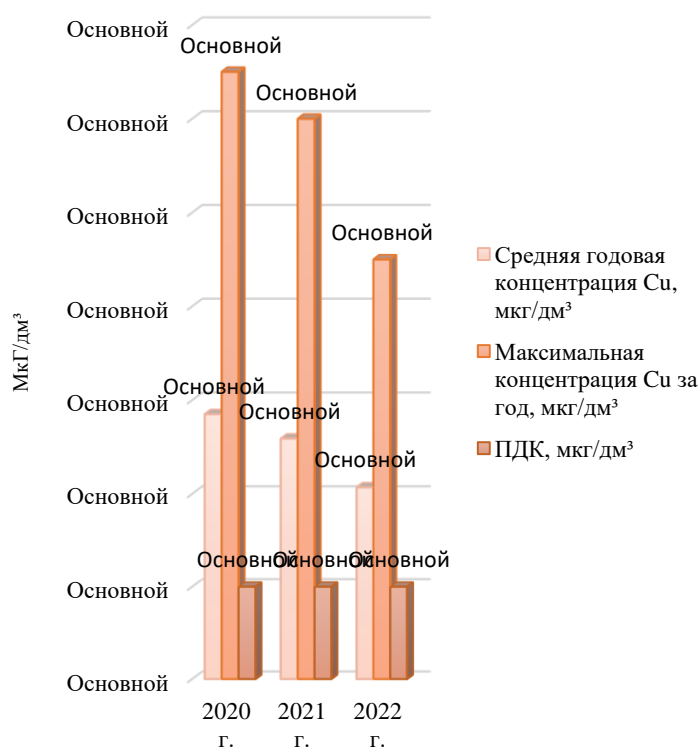


Рис. 2. Изменение содержания Cu в воде на участке р.Волги в 8,7 км ниже г. Ржева

Полученные данные свидетельствуют об изменении среднегодовых концентраций меди в воде на участке р. Волги в 2 км выше Ржева (1,59 – 2,62 мг/дм³), максимальные концентрации достигали в период наблюдений 2,8 – 6,4 мг/дм³. Ниже города эти показатели составляли соответственно: 2,07 – 2,85 мг/дм³ и 4,5 – 6,5 мг/дм³. Следовательно, среднегодовая концентрация меди в воде превышала ПДК в полтора-два раза на участке выше города и в два-три раза на

участке ниже Ржева. Максимальные концентрации достигала 2,8 – 6,4 ПДК перед городом и 4,5 – 6,5 ПДК ниже населенного пункта.

Такие высокие показатели можно связать с поступлением меди в окружающую среду при выбросах предприятиями загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а также за счет вымывания частиц из почвы, инфильтрации дождевых и талых вод через толщу свалок в грунтовые воды.

Возможными источниками загрязнения медью могут стать сточные воды промышленных и сельскохозяйственных предприятий, а также использование медьсодержащих фунгицидов и агрохимикатов в лесном и сельском хозяйстве [3].

Наблюдения показали, что содержание никеля колеблется в воде реки Волги как во времени, так и в пространстве. Общая тенденция – увеличение концентраций вниз по течению (до 1,3 – 8,7 мг/дм³), однако случаев превышения ПДК (10 мг/дм³) за период наблюдения не отмечено.

Концентрации свинца (1,1 – 6,1 мг/дм³) и хрома (0,55 – 6,9 мг/дм³) также изменяются по годам и увеличиваются под влиянием города вниз по течению, но не достигают ПДК даже по максимальным разовым показателям.

Анализ показывает, что среднегодовая концентрация фенола на исследуемом участке Волги превышала ПДК в 2020 г. в два раза, в остальные же годы находилась на одном уровне с величиной ПДК. Максимальные концентрации в разные годы (2020-2023гг.) превышали установленный норматив в 2–3 раза.

Ниже Ржева среднегодовая концентрация фенола в воде в 2021г. и 2022г. составляла 2 – 3ПДК, а в 2020г. – 4ПДК. Максимальные разовые концентрации достигали 10-кратного превышения ПДК. Такие превышения могут свидетельствовать о влиянии сточных вод деревообрабатывающих предприятий и животноводческих хозяйств, об использовании удобрений в сельском хозяйстве и существенных сбросах загрязненных сточных вод производств [3].

Наблюдения свидетельствуют о том, что содержание нефтепродуктов колеблется в реке Волге по годам и растет вниз по течению (0,009 – 0,28 мг/дм³), но также не достигает ПДК (0,05 мг/дм³).

Выводы

Анализ показывает, что в 2020 – 2022 гг. в пунктах наблюдения в районе г. Ржева гидрохимический режим реки Волги характеризуется высоким содержанием растворенного кислорода в воде. Концентрации фосфатов и оксида азота в течение всего года как на участке выше, так и ниже Ржева близки к естественным показателям.

Наблюдения свидетельствуют о том, что содержание никеля, свинца и хрома увеличиваются под влиянием города вниз по течению, но не достигают ПДК даже по максимальным показателям.

Показатели биологического потребления кислорода (БПК₅) в воде реки Волги в районе г. Ржева в 2020 – 2022 гг. изменялись в пределах от 2,62 до 4,09 мг/дм³. При этом установленные максимальные показатели превышали ПДК почти в 2 – 3 раза.

В ходе исследования установлено, что наиболее высокое содержание общего железа отмечалось на протяжении 3–х лет с 2–3-х кратным превышением ПДК по среднегодовым концентрациям. Максимальные концентрации превышали ПДК в 5–6 раз с тенденцией увеличения в пробах воды ниже города.

По содержанию фенола выделяется участок р. Волги в 8,7 км ниже города, где его среднегодовая концентрация достигала 4ПДК, а максимальные – достигали 10ПДК.

Анализ полученных данных показывает необходимость регулярного мониторинга качества воды р. Волги, а также проведения реконструкции водозаборов в г. Ржеве и внедрения инновационных технологий в области очистки стоков.

Список литературы

1. Государственный доклад о состоянии окружающей среды в Тверской области 2022 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ecoindustry.ru/gosdoklad/view/672.html>
2. Григорьева И. Л. Особенности формирования качества воды Ивановского водохранилища в зимний период // Мелиорация и водное хозяйство. 1996. № 1. С. 32 – 34.
3. Мягкова К. Г. Качество вод верхней волги в зоне влияния городов (на примере городов Ржев и Старица) // Естественные и инженерные науки. 2015. № 1. С. 65 – 70.
4. Обзор состояния окружающей среды в Тверской области по данным наблюдательной сети Росгидромета в 2020 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.tvermeteo.ru/labor/2020-year.pdf>
5. Обзор состояния окружающей среды в Тверской области по данным наблюдательной сети Росгидромета в 2021 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.tvermeteo.ru/labor/2021-year.pdf>
6. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М.: ВНИРО, 1999. 304 с.
7. Тихомиров О.А., Бочаров А.В., Никольский В.М. Региональный ретроспективный анализ воды и донных отложений Верхней Волги // Водные ресурсы. 2022. Т.49, №3, с. 325-332.

Об авторах:

ТИХОМИРОВ Олег Алексеевич – доктор географических наук, профессор кафедры физической географии и экологии ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (170021, г. Тверь-21, ул. Прошина, д. 3 корп. 2); e-mail: tikhomirova@mail.ru.

**ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE CITY OF RZHEV
ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF WATER UPPER VOLGA**

O.A. Tikhomirov

Tver State University, Tver

Based on the analysis of the observation materials, an assessment of the current state of the Volga River in the area of Rzhev is given. The dynamics of hydrochemical indicators and the main polluting components in the studied area by monitoring points for 2020-2022 has been traced.

Keywords: *hydrochemical indicators, pollution, monitoring, dynamics, Volga River.*

Дата поступления в редакцию: 07.02.2024.

Дата принятия в печать: 22.02.2024.