

Физическая география и геоэкология

УДК 543.42:547.979.7

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2024-1-5-12>

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ г. ТВЕРИ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ РЕКИ ВОЛГИ

О.А. Тихомиров

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

На основе данных мониторинговых наблюдений приводится характеристика изменения гидрохимических показателей р.Волги. Установлено закономерное увеличение концентрации загрязняющих компонентов вниз по течению реки под влиянием сточных вод г. Твери.

Ключевые слова: химический состав, гидрохимия, загрязнение, мониторинг, река Волга.

Постановка проблемы и методика работы. Сточные воды городов и сельских населенных пунктов оказывают стойкое воздействие на гидрохимический состав и качество воды водотоков и водоемов. Одним из важных факторов, играющих существенную роль в формировании гидрохимического режима Верхней Волги, является город Тверь.

В этой связи основной задачей настоящей работы является оценка гидрохимических показателей и современного качества воды Верхней Волги на участке в районе г. Твери.

В работе использовались материалы мониторинга качества поверхностных вод Тверского филиала ФГБУ «Гидрометеоцентр», а также интернет – источники.

В ходе мониторинга производился отбор проб в двух пунктах наблюдения: пункт № 1 – в 8,1 км выше гидрологического поста, расположенного в г. Твери и пункт № 2 – в 15 км ниже впадения р. Тверца и 6,8 км ниже выпуска городских очистных сооружений.

В лабораторных условиях определялись 11 показателей: БПК₅, фосфаты, оксид азота, железо, медь, никель, хром, свинец, фенол, нефтепродукты, растворенный кислород (табл. 1 и 2) [1].

© Тихомиров О.А., 2024

Таблица 1

Гидрохимические показатели по пункту наблюдения № 1
(р. Волга, г. Тверь в 8,1 км выше гидрологического поста) [4, 5]

№ пункта	Название ингредиента, ед. измерения	Средняя годовая конц. / Максимальная конц. за год			ПДК
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	
Пункт № 1 р. Волга, г. Тверь в 8,1 км выше гидрологического поста	БПК ₅ , мг/дм ³	2,03/ 3,18	1,66/ 3,04	1,6/ 3,74	2,1
	Фосфаты, мг/дм ³	0,015/0,02	0,017/0,035	0,011/0,02	0,2
	Оксид азота, мг/дм ³	0,008/0,01	0,006/0,013	0,004/0,01	0,02
	Железо, мг/дм ³	0,17/0,242	0,151/0,212	0,202/0,34	0,1
	Медь, мкг/дм ³	4,88/26,3	2,88/6,8	1,79/4,6	1
	Никель, мкг/дм ³	2,29/4,4	2,79/9,8	1,23/1,8	10
	Хром, мкг/дм ³	1,04/2,3	1,11/3,9	0,608/1,3	70
	Свинец, мкг/дм ³	3,65/7,2	2,92/7,2	1,39/2,5	100
	Фенолы, мг/дм ³	0,002/0,005	0,001/0,002	0,002/0,003	0,001
	Нефтепродукты, мг/дм ³	0,01/0,017	0,01/0,017	0,01/0,02	0,05
	Растворенный кислород, мг/дм ³	10,9/13,5	11,4/12,7	10,9/13,6	6

Таблица 2

Гидрохимические показатели по пункту наблюдения № 2
(р. Волга, г. Тверь в 6,8 км ниже выпуска городских очистных сооружений) [4, 5]

№ пункта	Название ингредиента, ед. измерения	Средняя годовая конц. / Максимальная конц. за год			ПДК
		2020г.	2021г.	2022г.	
Пункт № 2 р. Волга г. Тверь, в 6,8 км ниже выпуска городских очистных сооружений	БПК ₅ , мг/дм ³	2,52/3,9	2,48/5,45	2,43/4	2,1
	Фосфаты, мг/дм ³	0,014/0,024	0,032/0,046	0,026/0,047	0,2
	Оксид азота,	0,011/0,018	0,009/0,015	0,015/0,017	0,02
	Железо, мг/дм ³	0,18/0,227	0,174/0,302	0,17/0,234	0,1
	Медь, мкг/дм ³	3,29/5,1	3,14/6,6	2,03/5,7	1
	Никель, мкг/дм ³	2,35/6,4	2,92/6,1	1,39/3	10
	Хром, мкг/дм ³	0,818/1,3	1,47/4,7	0,983/2,2	70
	Свинец, мкг/дм ³	3,78/9,8	3,83/7,6	1,91/3,4	100
	Фенолы, мг/дм ³	0,002/0,003	0,002/0,003	0,001/0,002	0,001
	Нефтепродукты, мг/дм ³	0,012/0,019	0,014/0,03	0,013/0,02	0,05
	Растворенный кислород, мг/дм ³	10,6/13,1	11,1/12,7	10,7/13,4	6

Анализ данных показывает, что среднегодовые показатели БПК₅ в пробах воды р. Волги на участке выше города Твери изменялись в период с 2020 по 2022 гг. в пределах от 1,6 до 2,03 мг/дм³ и не превышали ПДК. В то же время максимально разовые величины достигали 3,04–3,74 мг/м³, что в 1,5 раза выше предельно допустимой концентрации.

Повышенные показатели БПК₅ можно связать с воздействием г. Твери, с поступлением в воду органических соединений, смывом с побережья промышленных и сельскохозяйственных загрязняющих веществ. В теплый период года такое явление совпадает с пиками развития речного фито- и бактериопланктона.

Изменение показателя БПК₅ в воде на участке р. Волги в 6 км ниже выпуска очистных сооружений города весьма существенно, наблюдается рост показателя до 2,43–2,54 мг/дм³. Фактор влияния сточных вод в этом пункте наблюдения очевиден. При этом среднегодовая величина БПК₅ несколько превышает ПДК, а максимально разовые показатели превышают ПДК почти в 2–2,5 раза (3,9–5,45 мг/дм³). Следует предположить, что этой протяженности водотока недостаточно для полного самоочищения воды от органических веществ.

Проведенные наблюдения свидетельствуют о том, что концентрации фосфатов в течение всего года как на участке выше (0,011–0,035 мг/дм³), так и ниже Твери (0,014–0,047 мг/дм³) близки к естественным показателям. При некотором увеличении содержания в воде фосфатов вниз по течению реки, оно существенно ниже ПДК (0,2 мг/дм³).

Подобная тенденция прослеживается и по оксиду азота. Так, при ПДК равном 0,02 мг/дм³, концентрации оксида азота в воде выше города изменялись в пределах 0,004–0,017 мг/дм³, а ниже города составили 0,009–0,018 мг/дм³.

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

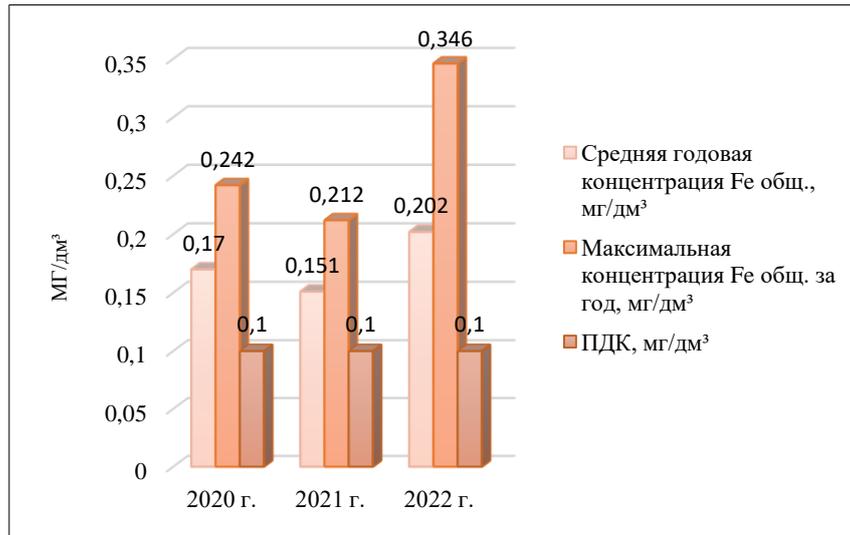


Рис. 1. Изменение содержания Fe общ. в воде на участке р. Волги по пункту наблюдения № 1 (выше города Твери)

Так, содержание железа в воде выше города в 2020–2022 гг. составило в среднем 0,15–0,20 мг/дм³, а максимальные разовые концентрации достигали 0,21–0,34 мг/дм³. Такие же показатели обнаружены в анализируемых пробах ниже города (средние – 0,17–0,18 мг/дм³, максимальные – 0,22–0,30 мг/дм³).

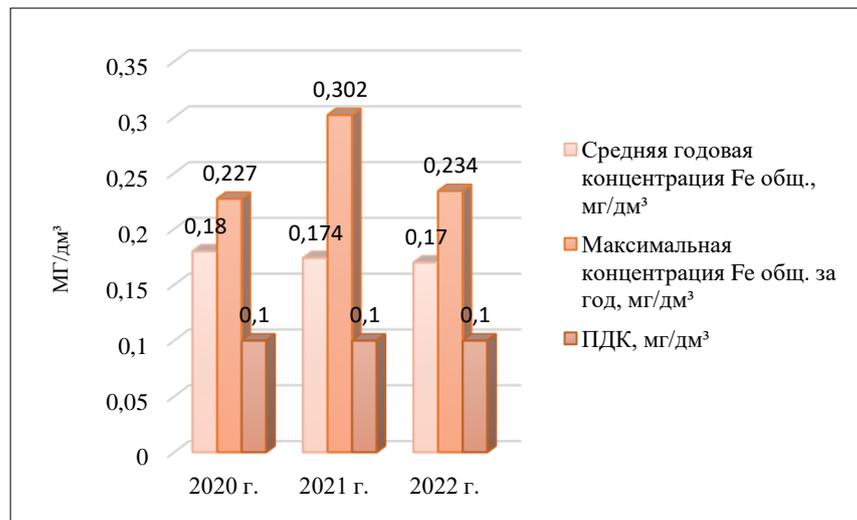


Рис. 2. Изменение содержания Fe общ. в воде на участке р. Волги по пункту наблюдения № 2 (6,8 км ниже выпуска городских очистных сооружений)

Таким образом, содержание в воде железа выше города систематически превышало ПДК по среднегодовой концентрации в 1,5 – 2 раза, а по максимальной разовой – в 2–3 раза. Ниже города – в 1,7–1,8 раза, а максимальные разовые концентрации превышали эту величину в 2–3 раза.

Тверская область отличается значительным уровнем заболоченности, а болотные и грунтовые воды играют существенную роль в питании Верхней Волги, что приводит к высокому естественному уровню содержания железа в воде реки. Сбросы сточных вод города Твери также являются причиной постоянного накопления общего железа в речных водах [2, 6].

Анализ полученных данных позволил установить, что изменение среднегодовой концентрации меди в воде на участке р. Волги выше города Твери составляло 1,79–4,88 мг/дм³, а максимальная разовая концентрация колебалась в пределах 4,6–26,3 мг/дм³. Ниже города эти показатели составили соответственно: среднегодовые концентрации меди – 2,03 – 3,29 мг/дм³, а максимальные – 5,1–6,6 мг/дм³.

Таким образом, среднегодовая концентрация меди в пробах воды в районе г. Твери превышала ПДК в 2020 – 2022 гг. в 1,5–5 раз. По максимальной разовой концентрации превышения ПДК достигали 4,5–26 раз.

Возможным источником загрязнения Волги медью могло стать проведение весенней обработки лесных насаждений и сельскохозяйственных культур медьсодержащими препаратами и смыв химикатов с обрабатываемых территорий в реку с поверхностным стоком [1, 2].

Наблюдения свидетельствуют о том, что концентрация других тяжелых металлов (никель, хром, свинец) в воде реки Волги в районе Твери в последние годы относительно невелика. Так, содержание никеля колеблется по годам и растет в анализируемых пробах вниз по течению (1,23–9,8 мг/дм³), но не достигает ПДК (10 мг/дм³). Концентрации свинца (1,39–7,2 мг/дм³) и хрома (0,6–3,9 мг/дм³), также увеличиваются под влиянием города вниз по течению, но не достигают ПДК даже по максимальным разовым показателям.

Городская среда обычно является источником загрязнения нефтепродуктами. Однако в период с 2020 по 2022 гг., содержание нефтепродуктов колебалось в воде реки Волге в пределах от 0,01 до 0,02 мг/дм³, с некоторым увеличением их концентрации вниз по течению, но не достигало ПДК (0,05 мг/дм³).

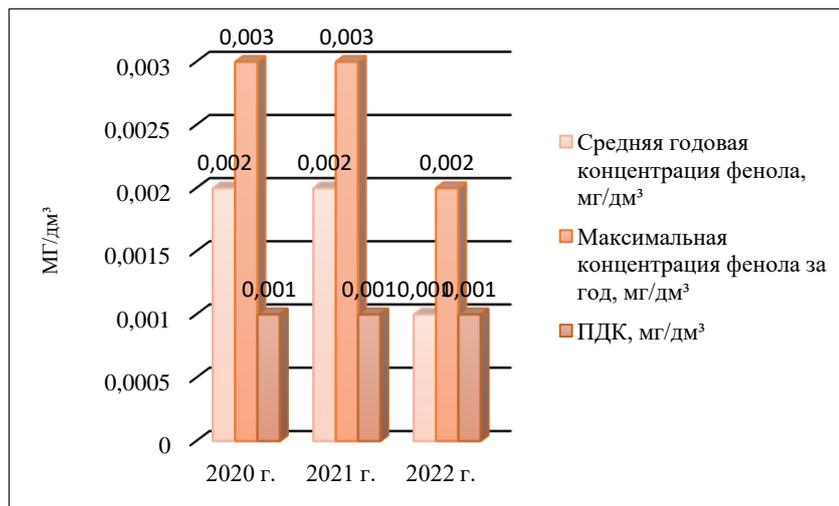


Рис. 3. Изменение содержания фенола в воде на участке р. Волги по пункту наблюдения № 2 (6,8 км ниже выпуска городских очистных сооружений)

Анализ показывает, что среднегодовая концентрация фенола в 2020 и 2022 гг. на исследуемом участке Волги соответствует 2ПДК, а в 2021 г. находилась на одном уровне с величиной ПДК. Максимальная разовая концентрация в исследуемый период превышала предельно допустимый норматив в 2–5 раз. Такие превышения могут свидетельствовать о влиянии сточных вод деревообрабатывающих предприятий, а также животноводческих хозяйств в районе г. Твери [3].

Выводы. Анализ показывает, что в 2020–2022 гг. в пунктах наблюдения реки Волги в районе г. Твери концентрации фосфатов и оксида азота в течение всего года как на участке выше, так и ниже Твери близки к их естественному содержанию. При некотором увеличении их концентрации вниз по течению реки, они существенно ниже ПДК.

Величина БПК₅ в воде выше Твери колеблется в разные годы от 1,6 до 2,03 мг/дм³ и не превышает ПДК по средним годовым показателям, но имеет превышения по максимальным разовым концентрациям достигая величины 3,74 мг/дм³. Изменение показателя БПК₅ в воде на участке р. Волги ниже выпуска очистных сооружений города увеличивается (до 2,43–2,54 мг/дм³). При этом показатель среднегодовой величины БПК₅ несколько превышает ПДК, а максимально разовые показатели превышают ПДК почти в 2–2,5 раза.

Такое явление характерно для региона Верхней Волги и связано как с интенсивным развитием речного фитопланктона, так и со смывом органического вещества с водосбора и сбросом сточных вод города.

Наблюдения показали высокое содержание общего железа и меди в воде Верхней Волги. Таким образом, содержание в воде железа как выше, так и ниже города систематически превышало ПДК по среднегодовой концентрации в 1,5–2 раза, а по максимальной разовой в 2–3 раза. Среднегодовая концентрация меди в воде превышала ПДК в 1,5–5 раз. По максимальной разовой концентрации превышения составило от 4 до 26 раз.

Наблюдения свидетельствуют о том, что содержание никеля, свинца и хрома колеблется в реке Волге по сезонам и имеет многолетнюю динамику. Прослеживается выраженная тенденция роста их концентрации под влиянием города вниз по течению. Однако в последние годы их содержание в воде не превышало ПДК даже по максимальным разовым показателям.

Среднегодовая концентрация фенола на исследуемом участке Волги превышала ПДК в 2020 и 2022 гг. в два раза. Максимальная разовая концентрация в разные годы превышала предельно допустимый норматив в 2–5 раз.

С целью улучшения качества воды р. Волги в районе г. Твери следует рекомендовать снижение объемов сбросов сточных вод, а также проведение реконструкции очистных сооружений предприятий.

Список литературы

1. Государственный доклад о состоянии окружающей среды в Тверской области 2022 г. URL: <https://www.ecoindustry.ru/gosdoklad/view/672.html>.
2. Григорьева И. Л., Комиссаров А. Б. Сравнительная гидрохимическая оценка современного состояния некоторых водных объектов Верхней Волги. // Водные ресурсы. 2014. № 3. С. 269–283.
3. Иваньковское водохранилище. Современное состояние и проблемы охраны. М., Наука. 2000. 344 с.
4. Обзор состояния окружающей среды в Тверской области по данным наблюдательной сети Росгидромета в 2020 г. URL: <http://www.tvermeteo.ru/labor/2020-year.pdf>.
5. Обзор состояния окружающей среды в Тверской области по данным наблюдательной сети Росгидромета в 2021 г. URL: <http://www.tvermeteo.ru/labor/2021-year.pdf>.
6. Тихомиров О.А. Оценка современного загрязнения и качества воды Угличского водохранилища // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Химия». 2022. №1 (47). С. 142–151.

Об авторе:

ТИХОМИРОВ Олег Алексеевич – доктор географических наук, профессор кафедры физической географии и экологии ФГБОУ ВО «Тверской

государственный университет» (170021, г. Тверь, ул. Прошина, д. 3 корп. 2);
e-mail: tikhomirova@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6564-2077, SPIN-код: 2586-8054.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF TVER ON THE CHEMICAL COMPOSITION THE WATERS OF THE VOLGA RIVER

O.A. Tikhomirov

Tver State University, Tver

Based on the data of monitoring observations, the characteristic of changes in the hydrochemical parameters of the Volga River is given. A regular increase in the concentration of polluting components downstream of the river under the influence of wastewater has been established Tver.

Keywords: *chemical composition, hydrochemistry, pollution, monitoring, Volga River.*

Рукопись поступила в редакцию 4.02.2024

Рукопись принята к печати 11.02.2024