

Физическая география и геоэкология

УДК 543.42:547.979.7

DOI: : <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2025-1-5-10>

Анализ современного химического состава воды Верхней Волги

О.А. Тихомиров

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

На основе анализа материалов гидрометеорологических наблюдений дана характеристика динамики химического состава воды Верхней Волги. Проведена оценка гидрохимических показателей и основных загрязняющих компонентов на изучаемом участке реки в пределах Тверской области по пунктам экологического мониторинга за 2020 – 2024 гг.

***Ключевые слова:** гидрохимические показатели, загрязнение, мониторинг, вода, динамика, Верхняя Волга.*

Постановка проблемы и методика работы. В условиях нарастающего антропогенного воздействия проблема динамики загрязнения и гидрохимических показателей реки Волги несомненно весьма актуальна. Исследование этой проблемы имеет как практическое, так и научное значение.

Река Волга – является важным источником воды, как для Тверской области, так и для регионов, располагающихся ниже по течению. Природные условия и деятельность человека во многом определяют гидрохимический режим и динамику уровня загрязнения воды.

В настоящей работе сделана попытка оценки современного состояния химического состава и загрязнения воды реки Волги в пределах Тверского региона.

С этой целью в работе проанализированы данные наблюдений, проводимых Тверским центром гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды [1, 4, 5] за период 2020–2024 гг. Базовыми материалами для исследования послужили гидрохимические показатели по пунктам исследования реки Волги выше и ниже городов Ржева и Твери.

В ходе работы был проведен анализ ежемесячных параметров гидрохимического режима реки за 2020–2024 гг. (растворённый кислород, фосфаты, оксиды азота, БПК₅ и др.) и основным загрязняющим веществам (фенолы, нефтепродукты, тяжёлые металлы и др.) [1, 4, 5].

Для выявления тенденций многолетней динамики оценивались среднегодовые и максимальные разовые гидрохимические концентрации соединений. Оценка современного загрязнения воды проводилась на основе сравнения с установленными предельно-допустимыми концентрациями веществ [6].

Обсуждение результатов

Река Волга, проходя 685 км по территории региона, принимает более 150 притоков. Бассейн реки занимает основную часть Тверской области. По классификации Б.Д. Зайкова [3], Волга относится к рекам восточно-европейского типа по критерию внутригодового распределения стока. Более 82% годового стока приходится на весенний период. В летнее время формируется 13,5%, а зимой 4,4% годового стока. Вклад отдельных гидрологических фаз в формировании стока реки зависит от колебаний водности года.

Существенную роль в формировании гидрохимического режима реки Волги играют физико-географические факторы (приток поверхностных и грунтовых вод, состав почв и горных пород, уровень заболоченности и залесенности водосбора). Поверхностный смыв с водосборного бассейна во многом определяет мутность, прозрачность и насыщенность воды различными соединениями. Так, при модуле стока наносов в Тверской области от 1 до 9 тонн в год/км², средняя многолетняя мутность воды в реках Верхней Волги составляет от 6 до 37 г/м³ [3].

Сезонная и многолетняя динамика гидрохимических параметров Волги существенно зависит от многолетних и внутригодовых колебаний распределения поверхностного и подземного стока. Естественная динамика гидрохимических показателей нарушается воздействием антропогенных источников загрязнения Верхней Волги – бытовыми, промышленными и сельскохозяйственными сточными водами. Так, по данным государственной статистической отчетности 2-ТП (водхоз), в 2022–2023 гг. использование водных объектов в Тверском регионе осуществлялось 466 водопользователями. Забор воды из поверхностных водных объектов составил 2114 млн. м³, а фактический сброс сточных вод в поверхностные водные объекты – 1009 млн. м³. При этом наибольшее загрязняющее воздействие на реки Верхневолжья оказывают предприятия коммунальных систем и промышленности [1, 7, 8].

Анализ мониторинговых наблюдений за исследуемый период показывает высокое содержание в волжских водах растворенного кислорода (10–13 мгО₂/дм³), что свидетельствует о стабильном газовом режиме и достаточно благоприятных условиях биохимического самоочищения на всем протяжении реки.

Данные мониторинга показали, что среднегодовая величина БПК₅ воды на участке р. Волги в районе Ржева (в 2 км выше города) в период с 2020 г. по 2024 г. колебалась от 1,54 до 1,96 мг/дм³ и была ниже ПДК, но превышала этот показатель по максимальной величине в 1,5–2 раза (до 4,1 мг/дм³). Повышенные показатели БПК₅ связаны с антропогенным воздействием и поступлением в водоток органических соединений на участках сброса сточных вод. Следует предположить, что расстояние в 8–9 км от Ржева недостаточно для полного естественного самоочищения воды от загрязнения органическими веществами.

В районе Твери показатели БПК₅ систематически превышали ПДК, а максимально разовые величины достигали 5,38 мг/дм³ (ниже города), что в 2,5 раза выше ПДК. Такие показатели характерны для региона Верхней Волги и связаны с интенсивным развитием в летний период фитопланктона и смывом органического вещества с побережья дождевыми водами. Существенную роль в этом процессе играет также накопление на побережье промышленных и бытовых отходов и поступление в воду органических соединений на участках несанкционированного сброса сточных вод.

Наблюдения показали, что концентрации фосфатов в течение всего года как на участке Волги в районе Ржева, так и выше Твери в целом соответствуют естественным показателям (0,007–0,014 мг/дм³). Выявлено слабое увеличение содержания фосфатов ниже городов, не достигающее ПДК. Лишь в 2023 г. отмечался некоторый рост концентраций (до 0,08 мг) на участках ниже населенных пунктов.

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

Особый интерес представляет анализ данных по концентрации тяжелых металлов (железо, медь, никель, хром, свинец) в воде реки. Мониторинговые наблюдения показали, что содержание общего железа в воде выше и ниже г. Ржева в 2020–2024 гг. составило 0,1–0,2 мг/дм³, а максимальные концентрации достигали 0,3–0,4 мг/дм³. Следовательно, концентрация общего железа в воде Верхней Волги в годы наблюдений систематически превышала ПДК в 1,7–2 раза, а максимальные концентрации в городских условиях составляли 3–4 ПДК. Подобная ситуация типична для региона Верхней Волги, который отличается высоким уровнем заболоченности, что приводит к повышенным естественным концентрациям органического вещества и железа в воде реки [2].

Полученные данные свидетельствуют о том, что среднегодовая концентрация меди в воде Волги в районе Ржева превышала ПДК в 1,5–

2,6 раза. Максимальная разовая концентрация в 2020 г. и 2023 г. была выше ПДК в 3–6 раз. В районе Твери средние концентрации составляли 1,7–4,8ПДК, а максимальные разовые величины достигали 5 – 8ПДК [7,8]. Следует отметить, что такие высокие показатели наблюдаются систематически в течение многолетнего отрезка времени. При этом содержание других металлов (никеля, свинца, хрома) в воде существенно ниже ПДК и постепенно растет вниз по течению реки, что коррелирует с нарастанием сброса промышленных стоков.

Как показывает анализ, среднегодовая концентрация фенола в воде Волги в Ржеве за период наблюдений была выше ПДК в два-четыре раза. Максимально разовая концентрация систематически и многократно превышала предельно допустимые показатели. Такая же ситуация характерна для Твери, где максимальные концентрации составляли 3ПДК и более.

В то же время загрязнение нефтепродуктами можно оценить, как слабое, и обычно их концентрации находятся в пределах ПДК. Такое состояние может свидетельствовать о влиянии заготовки древесины, деревообработки и активного строительства по берегам и сбросах загрязненных сточных вод производств.

Выводы

Естественная динамика гидрохимических показателей нарушается воздействием антропогенных источников загрязнения Верхней Волги – бытовыми, промышленными и сельскохозяйственными сточными водами. Анализ показывает, что в 2020–2024 гг. вода в пунктах мониторинга Верхней Волги характеризуется высоким содержанием растворенного кислорода (до 10–13 мгО₂/дм³).

Современные показатели биохимического потребления кислорода воды Волги в районе г. Ржева характеризовались среднегодовыми величинами БПК₅, не превышающими предельно допустимых концентраций. При этом ниже города по течению реки, установленные максимальные показатели превышали ПДК почти в 2 раза. В районе Твери показатели БПК₅ были систематически выше ПДК, а максимально разовые величины в воде ниже города достигали 5,38 мг/дм³, что в 2,5 раза выше ПДК.

Концентрации фосфатов и оксида азота в последние годы на всем наблюдаемом участке Верхней Волги в пределах Тверской области близки к естественным показателям. Выявлено слабое увеличение содержания фосфатов и соединений азота ниже городских поселений.

В ходе исследования установлено, что наиболее высокое содержание общего железа в воде Верхней Волги в годы наблюдений традиционно превышало предельно допустимую концентрацию в 1,7–2

раза, а максимальные концентрации в городских условиях составляли 3–4 ПДК.

Современные наблюдения свидетельствуют о том, что содержание в воде никеля, свинца и хрома увеличивается под влиянием городов вниз по течению реки, но не достигают ПДК даже по максимальным показателям.

Среднегодовая концентрация меди в воде Волги в районе Ржева превышало ПДК в 1,5–2,6 раза. Максимальная разовая концентрация в 2020 г. и 2024 г. составляла 3–6 ПДК. При этом в воде Волги ниже Твери средние концентрации составляла 1,7–4,8 ПДК, а максимальные разовые величины достигали 5–8 ПДК.

В исследуемый период среднегодовая и максимальная разовая концентрации фенола в воде в районе городских поселений превышала ПДК в два-четыре раза. При этом не было отмечено загрязнение нефтепродуктами, по наблюдениям их концентрация обычно находилась в пределах ПДК.

Список литературы

1. Государственный доклад о состоянии окружающей среды в Тверской области 2023 г. URL:<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. Зайков Б.Д. Очерки гидрологических исследований в России. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 326 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. 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.
8. Тихомиров О.А. Анализ влияния г.Твери на химический состав реки Волги//Вестник ТвГУ. Серия «География и геоэкология». 2024. №1. С.7–16.

Об авторе:

ТИХОМИРОВ Олег Алексеевич – доктор географических наук, профессор кафедры физической географии и экологии. ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (170021, г. Тверь-21, Прошина, д. 3 корп.2, e-mail: tikhomirovoa@mail.ru) ORCID: 0000-0002-6564-2077, SPIN-код: 2586-8054.

Analysis of the modern chemical composition of the Upper Volga water

O.A. Tikhomirov

Tver State University, Tver

Based on the analysis of hydrometeorological observations, a characteristic of the dynamics of the chemical composition of the Upper Volga water is given. An assessment of the hydrochemical parameters and the main polluting components in the studied section of the river within the Tver region was carried out at environmental monitoring points for 2020-2024.

Keywords: *hydrochemical indicators, pollution, monitoring, water, dynamics, Upper Volga.*

Рукопись поступила в редакцию 12.01.2025

Рукопись принята к печати 19.01.2025