

## ХИМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

УДК 550.04+574  
DOI 10.26456/vtchem2023.1.12

### ОЦЕНКА ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕКИ ВОЛГИ В РАЙОНЕ ГОРОДА ТВЕРИ

**О.А. Тихомиров**

*ФГБОУ ВО «Тверской государственной университет», г. Тверь*

Проведен анализ гидрохимических параметров и качества воды в ряде створов р. Волги в пределах Ивановского и Угличского водохранилищ. Выявлены превышения ПДК по ряду показателей на всем протяжении реки ниже г. Твери. Дана оценка уровня загрязнения водотока и влияния антропогенных факторов на гидрохимический режим реки Волги в пределах Тверского региона.

**Ключевые слова:** гидрохимические показатели, загрязнение, качество воды, река Волга, водохранилище.

Проблема динамики гидрохимических показателей и качества воды реки Волги актуальна для Тверского региона и Московской области. Вода реки Волги через систему каналов подается в Москву и используется как питьевая и для бытовых целей. Кроме того, актуальность проблемы усиливается ростом в последние десятилетия промышленных и сельскохозяйственных сбросов в водные объекты, а также нарастающим рекреационным загрязнением. В этой связи целью настоящей работы является анализ гидрохимических показателей и качества воды р. Волги в зоне наиболее активного антропогенного воздействия в районе города Твери.

С этой целью проведена оценка гидрохимических параметров и уровня загрязнения воды в ряде створов р. Волги ниже г. Твери в пределах Тверской области. Для решения поставленных задач использовались данные Лаборатории мониторинга загрязнения окружающей среды ФГБУ Тверского ЦГМС за 2018 - 2020 гг. Фондовые материалы включали в себя: ежемесячные гидрохимические показатели, минимальные и максимальные, а также осредненные концентрации загрязняющих веществ [1,2].

В 10 створах р. Волги от г. Твери до г. Калязина были отобраны пробы воды и определены важнейшие показатели ее свойств: прозрачность, запах, цветность, БПК<sub>5</sub>, жесткость, фосфаты, нефтепродукты, содержание цинка, свинца, железа, марганца и др.

Для определения уровня загрязнения использовались значения ПДК для рыбохозяйственных водоемов (табл. 1).

Таблица 1  
Нормативы качества воды поверхностных водных объектов

№ п/п	Показатель	ПДК, мг/л
1	рН	6-9
2	Растворенный кислород	4- зимой, 6-летом
3	БПК <sub>5</sub>	3,0
4	Фосфаты	0,15
5	Железо общее	0,1
6	Цинк	0,01
7	Свинец	0,006
8	Фенолы	0,001
9	Нефтепродукты	0,05

### Результаты исследования

Цветность – показатель качества воды, обусловленный, главным образом, присутствием в воде гуминовых и фульфовых кислот, определяется по платиново-кобальтовой шкале (Pt-Co) в градусах. В 2020 г. вода реки Волги в районе наблюдений отличалась высокой цветностью (от 72 до 126 градусов), с постоянным нарастанием этого показателя вниз по течению реки.

Цветность – показатель качества воды, обусловленный, главным образом, присутствием в воде гуминовых и фульфовых кислот, определяется по платиново-кобальтовой шкале (Pt-Co) в градусах. В 2020 г. вода реки Волги в районе наблюдений отличалась высокой цветностью (от 72 до 126 градусов), с постоянным нарастанием этого показателя вниз по течению реки. Цветность – показатель качества воды, обусловленный, главным образом, присутствием в воде гуминовых и фульфовых кислот, определяется по платиново-кобальтовой шкале (Pt-Co) в градусах. В 2020 г. вода реки Волги в районе наблюдений отличалась высокой цветностью (от 72 до 126 градусов), с постоянным нарастанием этого показателя вниз по течению реки.

Высокая цветность может быть связана с избыточным содержанием в воде ионов железа и органических примесей. Для поверхностных вод бассейна Верхней Волги характерно повышенное содержание окрашенного органического вещества гумусовой природы, что определяется, во многом значительной заболоченностью побережья. Тенденция увеличения показателя цветности воды за последние годы

может быть связана с весенним накоплением высокоцветных вод половодья в заливах Иваньковского и Угличского водохранилищ и притоком болотных вод [4,5].

Водородный показатель (рН) в пробах воды в районе г. Твери изменялся от величины близкой к нейтральной до слабощелочной реакции (рН=7,11–8,86), что соответствует требованиям к свойствам питьевой и хозяйственно-бытовой воды.

Жесткость воды обуславливается наличием в воде ионов кальция, магния, стронция, бария, железа, марганца. Общая жесткость – сумма ионов кальция и магния, складывающаяся из значений карбонатной (временной, устраняемой кипячением) и некарбонатной (постоянной) жесткости. Первая – вызвана присутствием в воде гидрокарбонатов кальция и магния, вторая – наличием сульфатов, хлоридов, силикатов, нитратов и фосфатов этих металлов. Жесткость в анализируемых пробах определялась в разных створах р. Волги и может оцениваться как жесткая (в Твери -1,88 – 2,71 мг-экв/л) и как очень жесткая (ниже впадения р. Шоши - до 4,77 мг-экв/л).

Растворенный кислород. Поступление кислорода в водные объекты происходит в результате фотосинтеза водных растений, а также путем растворения его при контакте с воздухом. В поверхностных водах содержание растворенного кислорода может изменяться от 0 до 14 мг/л и подвержено значительным сезонным колебаниям. Дефицит кислорода чаще наблюдается в реках с высокими концентрациями загрязняющих органических соединений и в водоемах, содержащих большое количество биогенных и гумусовых веществ. Понижение содержания кислорода до 2 мг/л вызывает массовую гибель рыбы в водоеме. За счет деятельности аэробных бактерий  $O_2$  расходуется для окисления органического детрита и разложения останков погибших организмов с образованием  $CO_2$  и  $H_2O$ , а также нитрат-ионов, которые усваиваются растениями. За счет этого процесса обеспечивается самоочищение рек и озер.

Биологическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>) – количество кислорода, необходимое для полного биохимического окисления органических веществ, содержащихся в 1 л воды при температуре 20°C за 5 суток. Этот показатель в поверхностных водоемах обычно находится в пределах 0,5-4,0 мг/л [3]. Наиболее высокие значения БПК<sub>5</sub> отмечаются в летний период.

По нашим наблюдениям показатель БПК<sub>5</sub> в створах Иваньковского водохранилища в 2018г. составлял 1,18-5,59 мг  $O_2$ /л. В 2020 г. величина БПК<sub>5</sub> несколько снизилась, что свидетельствует о достаточно высокой самоочищающей способности водоема, при этом на всем протяжении верхнего течения Волги в Тверской области величина показателя БПК<sub>5</sub> превышала ПДК (рис. 1).

Фосфор – элемент, избыток которого приводит к ускорению процессов эвтрофикации, снижению концентрации растворенного кислорода и ухудшению качества воды [4].

Фосфаты попадают в водохранилища в результате поверхностной эрозии почв, процессов жизнедеятельности водных организмов, а также с бытовыми, промышленными и сельскохозяйственными сточными водами. Кроме того, загрязнению природных вод способствует применение фосфатов, содержащихся в фосфорных удобрениях.

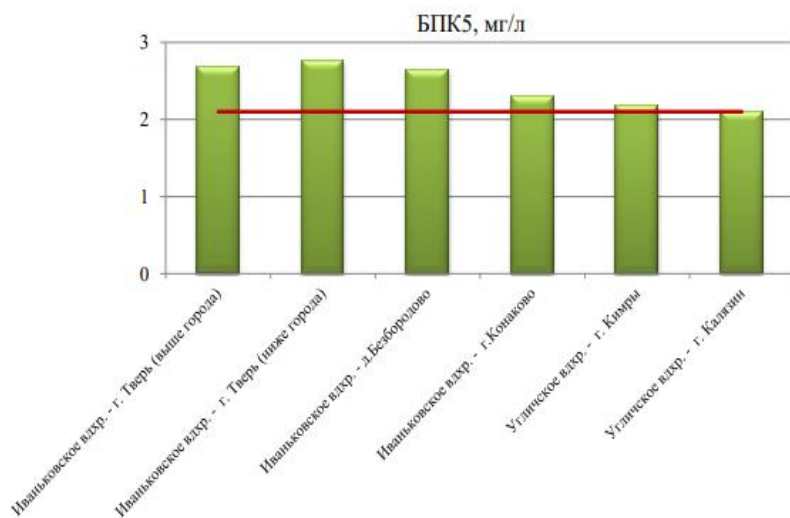


Рис. 1. Показатель БПК5 в поверхностном слое воды водохранилищ р. Волги от Твери до Калязина

Наиболее высокая концентрация фосфатов в 2018-2020г.г. в воде Волги отмечалась в Твери, что связано с антропогенным поверхностным стоком. Ниже Твери содержание фосфатов в пробах воды уменьшалось и во всех случаях (табл.2) было существенно ниже ПДК (от 0,001 до 0,028 мг/л).

Таблица 2

Содержание фосфатов в пробах воды в разных створах р. Волги

Водный объект	Пункт	Расположение створа	Содержание фосфатов, мг/л
р. Волга	г. Тверь	в 0,5 км ниже предприятия "Стройконструкция"	0,005-0,028
р. Волга	г. Тверь	в 15 км ниже впадения р. Тверцы	0,004-0,024
р. Волга	д.Безбородово	в черте населенного пункта	0,001-0,013

*Железо общее.* Основной формой железа в водоемах Верхневолжья являются комплексные соединения трехвалентных ионов железа с растворенными неорганическими и органическими соединениями, главным образом, с солями гуминовых кислот – гуматами.

Анализ данных содержания железа в пробах воды р.Волги разных створов за период 2018-2020 гг. показал систематическое превышение предельно-допустимых показателей (в 1,2-2,5 раза). Такое явление характерно для Тверского региона и связано с высоким естественным содержанием соединений железа в поверхностных, подземных водах и почвах территории.

*Цинк.* В десяти пунктах наблюдения от Твери до Калязина отбирались пробы воды, где определялось содержание цинка. Анализируя данные содержания цинка в воде разных створов, можно сделать вывод о том, что во всех наблюдаемых пунктах прослеживается существенное превышение ПДК=10 мкг/л (в 2,5-4,8 раза), связанное, прежде всего, с антропогенным загрязнением (рис.2).

*Фенолы* могут образовываться в водохранилища в результате естественных процессов метаболизма водных организмов. Основными источниками антропогенного поступления фенолов являются промышленные сточные воды. Фенолы в пробах воды реки Волги определялись в разных створах Иваньковского и Угличского водохранилищ. Анализ показал, что во всех створах р. Волги в последние годы прослеживается высокое содержание фенолов (в 1,5-2,5 раза выше ПДК).

*Нефтепродукты.* Наблюдения, проведенные в летний период 2018 – 2020 гг. в створе д. Безбородово показали превышение ПДК по нефтепродуктам в 2-4 раза. В 2020 г. в ходе исследований не выявлено превышения ПДК (0,05 мг/л) по данному показателю ни в одном из створов (табл.3). Это свидетельствует о некотором снижении промышленной и рекреационной нагрузки с использованием маломерного флота.

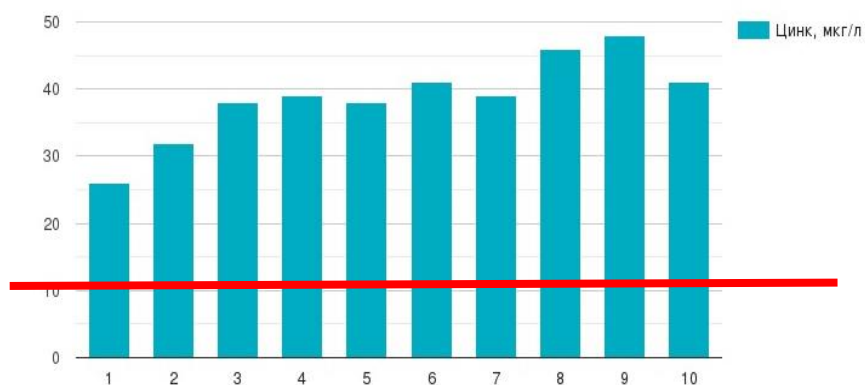


Рис. 2. Содержание цинка в воде реки Волги и ее водохранилищ от Твери до Калязина:

- 1 - г. Тверь (выше города); 2 - г. Тверь (ниже города);  
 3 – д. Безбородово (у поверхности); 4 – д. Безбородово (у дна);  
 5 – г. Конаково (у поверхности); 6 – г. Конаково (у дна); 7– г. Кимры (у поверхности);  
 8 – г. Кимры (у дна); 9 – г. Калязин (у поверхности); 10 – г. Калязин (у дна)

Таблица 3

Содержание нефтепродуктов в разных створах р. Волги

Водный объект	Пункт	Расположение створа	Содержание нефтепродуктов, мг/л
р. Волга	г. Тверь	в 0,5км ниже предприятия "Стройконструкция"	0,003-0,017
р. Волга	г. Тверь	в 15 км ниже впадения р. Тверцы	0,008-0,019
р. Волга	д.Безбородово	в черте населенного пункта	0,004-0,012

## **Выводы**

К антропогенным источникам загрязнения вод реки Волги следует отнести: недостаточно очищенные сточные воды промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных предприятий населенных пунктов, рекреацию, маломерный флот и др.

В 2018-2020 гг. во всех пунктах исследования показатель БПК<sub>5</sub> в пробах воды систематически превышал ПДК (в 1-1,5 раза), что сопровождалось относительно высокими показателями цветности воды. Этот факт свидетельствует о насыщенности вод реки органическим веществом природного и антропогенного происхождения.

Содержание фосфатов и нитратов, в отобранных пробах воды р. Волги, по нашим наблюдениям, соответствовало требованиям к качеству воды для рыбохозяйственных водоемов.

Концентрации цинка во всех пунктах мониторинга были несколько выше установленных нормативов. В то же время содержание железа в пробах разных гидрохимических створов систематически превышало ПДК в 1,2-2,5 раза, что объясняется притоком «ожелезненных» подземных и поверхностных вод.

Во всех створах р. Волги прослеживалось высокое содержание фенолов (в 1,5-2,5 раза выше ПДК), что связано с активным биохимическим распадом и трансформацией органического вещества. При этом с 2018 по 2020 гг. наблюдалась тенденция некоторого снижения концентрации в воде нефтепродуктов.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о многолетних и внутригодовых колебаниях гидрохимических показателей и существенном загрязнении реки Волги ниже г. Твери.

## **Список литературы**

1. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Тверской области в 2020 г. Тверь: МПРИЭ по Тверской области. 2022. 179с.
2. Обзор состояния окружающей среды Тверской области по данным наблюдательной сети Росгидромета в 2020г. - Тверь: Тверская ЦГМС. 2020. 27с.
3. Опекунов А.Ю. Экологическое нормирование и оценка воздействия на окружающую среду: Учебное пособие. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2006. 261с.
4. 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.

5. Тихомиров О.А. Динамика аквальных комплексов равнинных водохранилищ/ Монография. – Тверь. 2008. 308 с.

*Об авторе:*

ТИХОМИРОВ Олег Алексеевич – доктор географических наук, профессор кафедры физической географии и экологии. ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (170100, Тверь, ул. Желябова, 33); e-mail: tikhomirovoa@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6564-2077, SPIN-код: 2586-8054.

## **ASSESSMENT OF HYDROCHEMICAL PARAMETERS VOLGA RIVER NEAR THE CITY OF TVER**

**O.A. Tikhomirov**

*Tver State University, Tver*

The analysis of hydrochemical parameters and water quality in a number of Volga River channels within the Ivankovsky and Uglich reservoirs is carried out. The exceedances of the MPC for a number of indicators were revealed along the entire length of the river below the city of Tver. The assessment of the level of pollution of the watercourse and the influence of anthropogenic factors on the hydrochemical regime of the Volga River within the Tver region is given.

**Keywords:** *hydrochemical indicators, pollution, water quality, Volga River, reservoir.*

Дата поступления в редакцию: 06.02.2023.

Дата принятия в печать: 22.02.2023.