

## АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА В ВОДОЁМАХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

**М.Д. Мананникова, М.Г. Виноградова, Е.Д. Соловьёва**

*Тверской государственный университет, г. Тверь*

Обсуждается применение атомно – абсорбционной спектроскопии в количественном определении содержания железа в водных объектах Тверской области. Приведены результаты анализа содержания железа в реках г. Твери и Ивановского водохранилища.

**Ключевые слова:** *железо, атомно-абсорбционная спектроскопия, экологический мониторинг.*

Антропогенное воздействие на водоемы и водотоки все в большей степени вызывает ухудшение качества воды в них. Данный процесс характерен и для бассейна Верхней Волги в пределах Тверской области.

Под загрязнением водоемов понимают снижение их биосферных функций и экологического значения в результате поступления в них вредных веществ, в том числе и железа.

Железо как биологически активный элемент, в определенной степени влияет на интенсивность развития фитопланктона, качественный состав микрофлоры в водоеме и является одним из приоритетных загрязнителей Ивановского водохранилища и рек г. Твери. Известно, что железо в основном вымывается из почв и грунтов подземными и поверхностными водами и поэтому его содержание в реках и озерах в течение года закономерно носит сезонный характер[1].

Железо – один из самых распространенных элементов в природе. Его содержание в земной коре составляет около 4,7 % по массе, поэтому железо, с точки зрения его распространенности в природе, принято называть макроэлементом.

В природной воде железо содержится в виде соединений, в которых железо может быть двух- или трехвалентным. В свою очередь, соединения железа могут образовывать истинные или коллоидные растворы. На воздухе двухвалентное железо быстро окисляется до трехвалентного, растворы которого имеют бурую окраску.

Таким образом, поскольку соединения железа в воде могут существовать в различных формах, точные результаты могут быть получены только при определении суммарного железа во всех его формах, так называемого "общего железа".

Двухвалентное железо ( $Fe^{2+}$ ) почти всегда находится в воде в растворенном состоянии, хотя возможны случаи при определенных уровнях рН, когда гидроксид железа (II) выпадает в осадок.

Трехвалентное железо ( $\text{Fe}^{3+}$ ) – гидроксид железа (III),  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – нерастворим в воде. Органическое железо встречается в воде в разных формах и в составе разных комплексов. Органические соединения железа, как правило, растворимы или имеют коллоидную структуру и очень трудно поддаются удалению.

Цель настоящей работы – определение содержания “общего железа” в водоёмах Тверской области. Предельно-допустимые значения общего железа для водоемов рыбохозяйственного водопользования 0,1 мг/л [2], а для водных объектов хозяйственно-бытового и культурно-бытового водопользования значения ПДК общего железа – 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. В перечне предельно-допустимых концентраций (ПДК) нормированных веществ в воде водных объектов, используемых в рыбохозяйственных целях [2] указаны рекомендуемые методы анализа, для соединений железа это атомно-абсорбционная спектроскопия и метод индуктивно связанной плазмы

Анализ воды проводился на следующих объектах: р. Тверца – зона отдыха в районе Тверецкого моста по ул. Красина; р. Волга – городской пляж на набережной Афанасия Никитина; р. Тьмака – зона отдыха вблизи Первомайской рощи; Ивановское водохранилище – г. Тверь выше города, 0,6 км выше моста окружной дороги; Ивановское водохранилище – г. Тверь, ниже города, 15 км ниже впадения р. Тверца; Ивановское водохранилище – д. Безбородово (Конаковский район), в черте деревни; Ивановское водохранилище – г. Конаково, 0,5 км ниже впадения р. Донховка.

Сегодня, для обнаружения железа в воде, применяют атомно-адсорбционные методы [1], позволяющие определять, как следовые, так и достаточно высокие его содержания.

В данной работе анализ вод проводился с помощью атомно-абсорбционного спектрометра «КВАНТ-2А». Работа проводилась на данном приборе в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тверской области». Атомно-адсорбционный метод анализа, позволяет определять, как следовые, так и достаточно высокие содержания анализируемого соединения [3].

Метод основан на измерении резонансного поглощения света свободными атомами определяемого металла при прохождении света через атомный пар исследуемого образца, образующийся в пламени. [3-7].

Приведены результаты исследования водоемов на содержание железа в августе 2022 г. по рекам г. Твери и в Ивановском водохранилище приведены соответственно в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1

Содержание железа (мг/л) в реках г. Твери августе 2022 г.

Место отбора проб	Концентрация железа (мг/л)
-------------------	----------------------------

	ПДК	Эксперимент
р. Волга, городской пляж, наб. А. Никитина	0,3	0,14±0,03
р. Тьмака, п. Первомайский, зона отдыха		0,19±0,004
р. Тверца, зона отдыха у Тверецкого моста по ул. Красина		0,33±0,007

Таблица 2  
Содержание железа (мг/л) в створах Ивановского водохранилища в августе 2022 г.

Объект	Концентрация железа (мг/л)	
	ПДК	Эксперимент
г. Тверь выше города, 0,6 км выше моста окружной дороги	0,1	0,242
г. Тверь, ниже города, 15 км ниже впадения р. Тверца		0,127
д. Безбородово (Конаковский район), в черте деревни		0,150
г. Конаково, 0,5 км ниже города		0,281

На рис. 1-2 показано изменение концентрации (мг/л) железа в выбранных объектах соответственно с июня по август 2022 года.

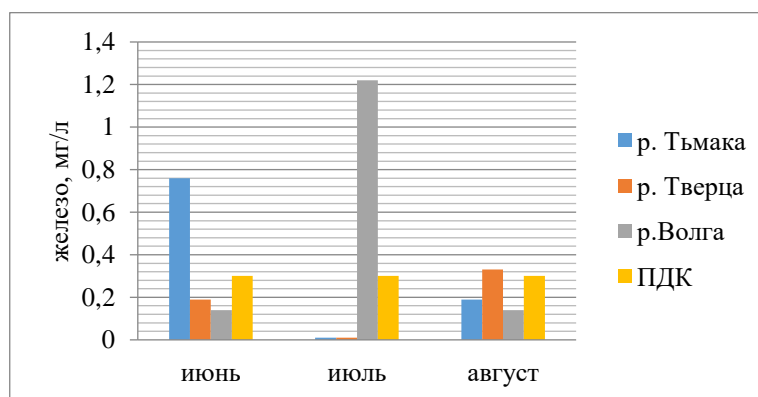


Рис. 1. Изменение концентрации железа (мг/л) в реках г. Твери с июня по август 2022 г.

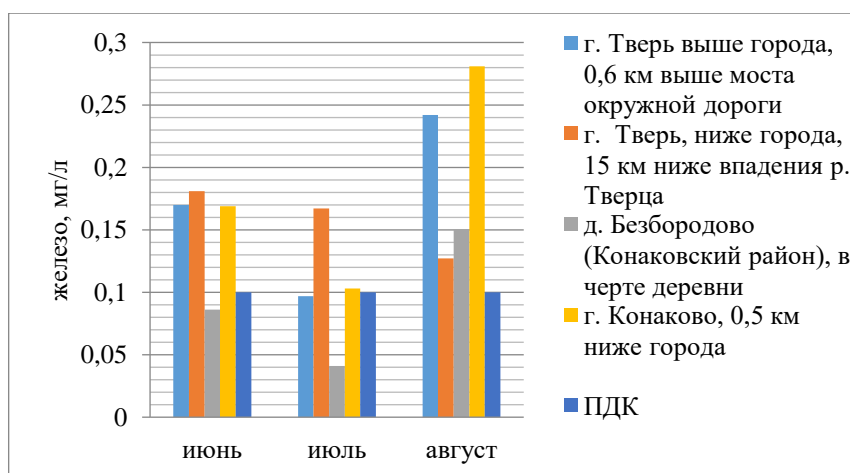


Рис. 2. Изменение концентрации железа (мг/л) в створах Иваньковского водохранилища с июня по август 2022 г.

Во всех створах Иваньковского водохранилища в 2022 году наблюдалось превышение ПДК. В г. Твери превышение ПДК наблюдалась в р. Волга, в районе городского пляжа.

Такие показания могут наблюдаться в связи с кумулятивным эффектом, может происходить увеличение содержания железа каждый год, и допускаться лишь незначительные снижения концентраций.

Содержание общего железа в водоёме в значительной мере определяется составом воды весеннего половодья, составом и объемом сточных вод предприятий металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и с сельскохозяйственными стоками. Также из-за значительной заболоченности водосборного бассейна для воды Верхней Волги и Иваньковского водохранилища характерны высокие концентрации железа общего.

### Список литературы

1. Тихомиров О.А. Оценка современного загрязнения и качества воды Угличского водохранилища // Вестник ТвГУ. Серия химия, 2022, № 1 (47), С. 142–151.
2. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) нормированных веществ в воде водных объектов, используемых в рыбохозяйственных целях, Приложение №3 к Правилам охраны поверхностных вод, редакция принята приказом Федерального агентства по рыболовству от 18.01.2010 г. N 20 (с дополнениями).
3. Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие. Изд. 3-е, испр. и доп. / Под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: Академический Проект, 2006. – 416 с.

4. Бейзель Н.Ф. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Учебное пособие. Новосибирск: Новосиб. гос.ун-т., 2008. 72 с.
5. ГОСТ 8.556-91. Методики определения состава и свойств проб вод. Общие требования к разработке. М.: Изд-во стандартов, 1991. 10 с.
6. ГОСТ 17.1.5.04-81. Охраны природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения природных вод. Общие технические условия. – введ. 01.01. 1984. М.: ИПК издательство стандартов, 2003. 7 с.
7. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. Взамен ГОСТ 4979-49; введ.01.01.2014. М.: Стандартинформ, 2019. 36 с.

*Об авторах:*

МАНАННИКОВА Мария Дмитриевна – студентка 2 курса магистратуры химико-технологического факультета ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (170100, г. Тверь, ул. Желябова, 33); e-mail: [Masha-diva@mail.ru](mailto:Masha-diva@mail.ru).

ВИНОГРАДОВА Марина Геннадьевна – доктор химических наук, профессор кафедры физической химии ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (170100, г. Тверь, ул. Желябова, 33), e-mail: [Vinogradova.MG@tversu.ru](mailto:Vinogradova.MG@tversu.ru)

СОЛОВЬЁВА Елена Дмитриевна – студентка 2 курса магистратуры химико-технологического факультета ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (170100, г. Тверь, ул. Желябова, 33); e-mail: [cozlovarada@yandex.ru](mailto:cozlovarada@yandex.ru).

## **ANALYSIS OF IRON CONTENT IN WATER BODIES OF THE TVER REGION**

**M.D. Manannikova, M.G. Vinogradova, E.D. Solovyova**

*Tver State University, Tver*

The use of atomic absorption spectroscopy in the quantitative determination of iron content in water bodies of the Tver region is discussed. The results of analysis of iron content in the rivers of Tver and Ivankovskoye reservoir are given

**Keywords:** *iron, atomic absorption spectroscopy, environmental monitoring.*