

УДК 504.4(470.331)

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2019-1-14-22>

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ГОРОДА ТВЕРИ

А.А. Цыганов

Тверской Государственный университет, Тверь

Дана гидрохимическая оценка поверхностных водных объектов Твери.

Ключевые слова: оценка состояния, загрязнение вод.

Цель работы - дать оценку загрязнения поверхностных водоёмов г. Твери. Оценке качества воды поверхностных водных объектов города посвящены работы автора [8-12].

Гидрохимические показатели получены в ходе экологических проверок по фактам загрязнения окружающей среды Тверским экологическим следственным комитетом. Анализы выполнены согласно утвержденных методик [7] АИЛЦ (Испытательная лаборатория) Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Гидросеть города Твери представлена р. Волгой и её малыми левобережными (Тверца, Межурка и др.) и правобережными притоками (Тьмака, Перемерковский и др.). Водоёмы относятся к водным объектам хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, входят в Волжскую систему водоснабжения г. Москвы. Кроме того, все поверхностные водные объекты бассейна Волги имеют **рыбохозяйственное назначение**: р. Волга относится к водоёмам высшей рыбохозяйственной категории, р. Тверца – к 1-ой, р. Тьмака, ручьи Бортниковский, Соминка – ко 2-ой рыбохозяйственной категории.

В тёплый период года по Волге осуществляется судоходство.

Экологическое состояние поверхностных вод большинства рек на рассматриваемой площади оценивается в течение последних лет 3-м классом, вода характеризуется как «умеренно загрязнённая». Неблагоприятным является состояние малых водных объектов (пруды «Водоёма Лазурь», ручьи Перемерковский, Межурка). К участкам с сильным загрязнением поверхностных вод можно отнести [1, 11]:

- участок у правого берега Волги, район ОАО «Сибур-ПЭТФ», ТЭЦ-4, ООО «Искож-Тверь», ОАО «Тверской экскаваторный завод», отстойников очистных сооружений (максимальный уровень загрязнения);

- участок реки Волги в зоне влияния предприятий ФГУП «ВНИИСВ», ЗАО «КАТЭЛ» (восточная часть Твери);

- участки р. Волги и р. Тьмаки в центре города;

- р. Тьмака, район ТЭЦ-1;

- вдоль левого берега Волги в районе ЗАО «Тверской комбинат строительных материалов № 2 (ТКСМ-2)»;
- приустьевые участки Тьмаки и Тверцы;
- «Водоём Лазурь» (ряд загрязнённых и заиленных прудов, соединённых каналом с ручьем Перемерковским и далее с р. Волгой);
- ручей Межурка (влияние полей фильтрации свиного комплекса);
- р. Тверца, район влияния ТЭЦ-3.

Состояние вод р. Тверца. К районам с напряжённым состоянием по количеству принимаемых стоков относится бассейн р. Тверца, являющейся притоком первого порядка р. Волги. Сюда поступают стоки многих промышленных объектов, в том числе ТЭЦ-3 г. Твери.

Таблица 1

Результаты лабораторных исследований воды АИЛЦ
(Испытательная лаборатория Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека), 17.08.2011 г.

Показатели	ПДК ^{пит}	ПДК ^{рх}	1	2	3	4
Аммиак (по азоту)	1,5	0,39	0,39	119,0	0,77	0,39
Нитраты (NO ₃)	45	40	1,5	5,0	1,6	1,6
Нитриты (NO ₂)	3,3	0,08	0,02	0,28	0,02	0,02
Сульфаты	500	100	н/о	н/о	н/о	н/о
Хлориды	350	300	15	185	15	12
БПК ₅	2	2	4,8	12,8	1,6	4,24
ХПК	30	15	н/о	14	н/о	н/о
ВВ	30	н/н	н/о	4,2	н/о	н/о
Колифаги	10		87	н/о	67	114
Термотолерантные колиморфные бактерии (ТКБ)	100		60	2400	50	50
Общие колиморфные бактерии (ОКБ)	500		2400	24000	2400	2400
Патогенная микрофлора	н/д		н/о	н/о	н/о	н/о
Цисты лямблий	н/д		н/о	н/о	н/о	н/о
Жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар и др.)	н/д		н/о	н/о	н/о	н/о

Примечание: 1 – р. Тверца, место сброса с о/с с. Медное; 2 – сточная вода на выпуске с о/с с. Медное; 3 – р. Тверца, в 500 м выше по течению от места сброса с о/с с. Медное; 4 – р. Тверца, в 500 м ниже по течению от места сброса с о/с с. Медное.

Микробиологические и паразитологические показатели в анализах воды р. Тверца (с. Медное) показывают (табл. 1) значительные превышения ПДК в месте сброса сточных вод (проба 2). Наибольшие превышения отмечены для микробиологических показателей, так содержание колифагов в 100 мл до 87 единиц, что превышает в 8,7 раз

максимально допустимый уровень, термотолерантных колиморфных бактерий – 2400 (в 24 раза превышает норму). Общее количество колиморфные бактерии (ОКБ) до 24000 (в 48 раз превышает ПДК). В воде Тверца ниже и выше места сброса (проба 3 и 4) отмечены превышения лишь по ОКБ в 4,8 раз.

Исаевский ручей. В анализах проб воды (табл. 2) отмечены значения БПК₅ близкие к ПДК, ХПК превышает ПДК в 2,4 раза, азот аммония в 3,5 раза (ПДК^{рх}). Микробиологические показатели превышены по термотолерантным колиморфным бактериям (ТКБ) в воде Исаевского ручья в 24 раза, р. Тверца - в 2400 раз и общему содержанию колиморфных бактерий (ОКБ) - в 480 раз.

Таблица 2

Результаты лабораторных исследований воды АИЛЦ
(Испытательная лаборатория Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Тверь),
в районе Исаевского ручья, 15.06.11 г.

Показатели	ПДК ^{пит}	ПДК ^{рх}	1	2	3	4
Химические показатели						
Аммоний (N)	1,16	0,39	1,36	1,04	0,86	0,86
Нитраты (NO ₃)	45	40	1,2	1,9	н/о	1,8
Нитриты (NO ₃)	3,3	0,08	0,06	0,02	0,04	0,03
Сульфаты	500	100	10	10	10	10
Хлориды	350	300	24	11	16	12
БПК ₅	2,1	2,1	2,2	1,6	2,2	2,1
ХПК	30		72,5	н/о	н/о	н/о
ВВ		10	н/о	н/о	н/о	н/о
Сухой остаток	1000	1000	300	122	150	130
Микробиологические показатели						
Колифаги	10		н/о	н/о	н/о	н/о
Термотолерантные колиморфные бактерии (ТКБ)	100		2400	2400	240000	24000
Общие колиморфные бактерии (ОКБ)	500		240000	2400	240000	24000
Паразитологические показатели						
Патогенная микрофлора	н/д		н/о	н/о	н/о	н/о
Цисты лямблий	н/д		н/о	н/о	н/о	н/о
Жизнеспособные яйца гельминтов <i>Ascaris lumbricoides</i>	н/д		н/о	н/о	н/о	н/о

Примечание: 1 – ручей Исаевский выше моста через Бежецкое шоссе, район ул. Старобежецкая, ул. Кутузова; 2 – Тверца, в 500 м выше по течению от впадения руч. Исаевский; 3 – Тверца в месте впадения руч. Исаевский; 4 – Тверца в 500 м ниже по течению от впадения руч. Исаевский.

Вода Бортниковского ручья (табл. 3) не отвечает требованиям рыбохозяйственных нормативов по аммиаку (превышение над ПДК^{рх} 1,5–13 раз, БПК_{полн} 0,8–2,3 раза).

Таблица 3

Результаты исследований воды ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тверской области» АИЛЦ, 28.06.2011 г.

Показатели	ПДК ^{пит}	ПДК ^{рх}	1	2	3	4
Аммиак (NH ₃)	1,5	0,39	0,58	0,71	5,1	1,0
Нитраты (NO ₃)	45	40	н/о	н/о	н/о	н/о
Нитриты (NO ₂)	3,3	0,08	н/о	н/о	0,042	0,13
Сульфаты	500	100	н/о	10	н/о	129,3
Хлориды	350	300	38	40	55	25
БПК _{полн.}	3	3	2,52	5,88	8,35	6,94
ХПК	30	-	н/о	7,7	11,7	6,9
ВВ	н/н	10	н/о	н/о	4,2	н/о
НП	0,1	0,05	0,02	0,022	0,29	0,013

Примечание: 1 – руч. Бортниковский, 200 м выше от впадения мелиоративной канавы; 2 – руч. Бортниковский, в месте впадения мелиоративной канавы; 2 – руч. Бортниковский, в 200 м ниже от впадения мелиоративной канавы; 4 – руч. Бортниковский, перед автокооперативом № 12.

В результате хозяйственной деятельности водоём «Лазурь» представляет собой в настоящее время ряд загрязнённых и заиленных прудов [11]. Пруды соединены каналом с ручьём Бортниковским и далее с р. Волгой. Отсутствие проточности большую часть года, резко снизило его самоочищающую способность. Сброс неочищенных сточных вод предприятиями, расположенными на берегах водоёма «Лазурь», а также поступление с неблагоустроенных прибрежных территорий загрязнённых вод создали неблагоприятную санитарно-эпидемиологическую обстановку в этом районе города.

Аналогичная ситуация складывается и на других зарегулированных малых водотоках города [2–6], на которых отмечается снижение проточности и, как следствие, процессов самоочищения. Сильно загрязнены свалками ручьи и малые речки, впадающие в Волгу: Перемырковский, Хлебный, Межурка [10] и другие.

Качество воды водных объектов в районе городских пляжей (неофициальные рекреационные зоны) не отвечает требованиям санитарных правил и нормативов [2, 6]. Уровень санитарно-показательной микробной флоры превышает допустимый:

- по водоёму «Карьер» - в 26 раз по ОКБ (общие колиформные бактерии), в 130 раз по ТКБ (термотолерантные колиформные бактерии);
- по реке Тверца (район яхтклуба) – в 68 раз по ОКБ, в 800 раз по ТКБ;
- по реке Волга (городской пляж) – в 16 раз по ОКБ, в 82 раза по ТКБ.

Также превышение уровня микробного загрязнения отмечается в районе лодочной станции у полиграфического комбината (р. Волга), в районе дикого пляжа в Первомайской роще (р. Тьмака).

Т а б л и ц а 4

Результаты лабораторных исследований воды АИЛЦ
(Испытательная лаборатория Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Тверь),
территория бывшего автомобильного рынка у Восточного моста,
16.06.10 г.

Показатели	ПДК ^{пит}	ПДК ^{рх}	1	2	3
Аммиак (N)	1,16	0,39	0,75	0,6	0,67
Нитраты (NO ₃)	45	40	1,1	1,5	1,2
Нитриты (NO ₃)	3,3	0,08	0,02	0,03	0,04
Сульфаты	500	100	10	10	10
Хлориды	350	300	10	12	14
БПК ₅	2,1	2,1	2,02	1,78	1,4
ХПК	30		н/о	49,7	н/о
ВВ	-	12	н/о	н/о	н/о
Сухой остаток	1000	1000	103	100	95
Колифаги	10		н/о	н/о	н/о
Термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ)	100		240 0	2400	230
Общие колиформные бактерии (ОКБ)	500		2400 0	24000	2400
Патогенная микрофлора	н/д		н/о	н/о	н/о
Цисты лямблий	н/д		н/о	н/о	н/о
Жизнеспособные яйца гельминтов <i>Ascaris lumbricoides</i>	н/д		н/о	н/о	н/о

Примечание: 1 – Волга, в 500 м выше по течению от места впадения Безымянного ручья; 2 – Волга, в 500 м ниже по течению от места впадения Безымянного ручья, в 50 м от левого берега; 3 – Волга, в месте впадения Безымянного ручья в Волгу.

Качество воды р. Волги. В воде реки отмечается повышенное содержание нефтепродуктов, превышающее нормативные показатели в

отдельные периоды года в 5–11 раз (характеризуется как «высокое загрязнение»), а также азотистых и фосфорных биогенных веществ.

В Волге ниже сброса сточных вод с городских очистных сооружений отмечаются повышенные концентрации загрязняющих веществ.

Таблица 5

Анализы воды ИЛ Тверского филиала ФГУ «ЦЛАТИ по ЦФО», 09.06.11 г., Тверь, ул. Академика Туполева, 123

Показатели	Среднее	ПДК ^{пит}	КО	С/ПДК ^{пит}	ПДК ^{рх}	КО	С/ПДК ^{рх}
O ₂	5,9			1,02			1,02
БПК ₅	4,34			4,34			4,34
ХПК	19,16	30		0,64			-
ВВ	3,52			-	12		0,29
Сухой остаток	151,0	1000		0,15	1000		0,15
Хлориды	4,86	350	4	0,01	300		0,02
Сульфаты	4,66	500	4	0,01	100		0,05
Аммоний (N)	0,584	1,5	4	0,39	0,39	4	1,49
Нитрит-ион (N)	0,017	1,0	2	0,02	0,02	4	0,85
Нитраты (N)	0,38	10,17	3	0,04	9,0	4	0,04
Фосфаты (P)	0,054	1,14	3	0,05	0,20	4	0,27
НП	0,022	0,3	4	0,07	0,05	3	0,44
Железо общ.	0,614	0,3	3	2,05	0,1	4	6,14
Медь	0,002	1,0	3	0,002	0,001	3	2,00
Цинк	0,006	1,0	3	0,006	0,01	3	0,60
Хром трёх вал.	0,01	0,5	3	0,02	0,07	3	0,14
Никель	0,01	0,02	2	0,50	0,01	3	1,00
Кобальт	0,005	0,1	2	0,05	0,01	3	0,50
Свинец	0,005	0,01	2	0,50	0,006	2	0,83
ИЗВ ₆				1,47			2,65
ИЗВ _{полн}				2,47			2,65

По химическому составу вода р. Волги и ее притоков относится к гидрокарбонатно-кальциевому типу. Величина минерализации колеблется от 83 до 329 мг/л. По своему химическому составу и величине минерализации вода р. Волги обладает хорошими питьевыми качествами, но в настоящее время река в пределах города загрязнена промышленными и бытовыми стоками. В воде реки отмечается повышенное содержание нефтепродуктов и органических веществ. В табл. 5 приведены результаты анализов проб воды, отобранных в р. Волге.

В воде Волги не обнаружены превышения по анализируемым химическим показателям. По микробиологическим показателям

превышено содержание термотолерантных колиформных бактерий (ТКБ) в 24 раза, содержание колиформных бактерий также превышено в 48 раз.

Вода поверхностных водных объектов г. Твери по токсикологическим и микробиологическим показателям не отвечает требованиям, предъявляемым к водотокам питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного значения. Основными источниками загрязнения поверхностных водоёмов являются: выпуск вод с городских очистных сооружений, выпуск сточных и дождевых вод с предприятий, поверхностный сток с городских улиц и дорог. Загрязнённые фекалиями животных и нефтепродуктами стоки животноводческих комплексов могут быть причиной кишечных инфекций, в том числе холеры, паразитарных и других заболеваний.

Качество воды Волги было проанализировано с помощью индекса загрязнения воды, включающего шесть показателей. $ИЗВ_{\text{пит}_6}$ (табл. 5), рассчитанный по питьевым нормам ПДК^{пит}, составил - 1,47 (вода «умеренно загрязнённая»). Индекс $ИЗВ_{\text{пит}}$, рассчитанный [8, 9, 11, 12] по трем показателям, превышающим ПДК (индекс загрязнения воды полный), составил - 2,47 (вода «загрязнённая»). По индексу загрязнения рыбохозяйственному в обоих случаях $ИЗВ_{\text{рх}}$ – 2,65 (вода «загрязнённая»).

Выводы

Таким образом, обладая изначально по своему химическому составу и величине минерализации хорошими питьевыми качествами, вода поверхностных источников г. Твери в результате хозяйственной деятельности по ряду гидрохимических и микробиологических компонентов не отвечает требованиям, предъявляемым к водотокам питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного значения. Во всех малых реках и ручьях г. Твери отмечаются повышенные концентрации ионов железа (до 5 ПДК), нефтепродуктов (от 1,5 до 8 ПДК), фосфатов (до 2 ПДК), легкоокисляемых органических веществ (до 2 ПДК). Реки оцениваются 3–5-м классами качества и характеризуются как «умеренно загрязнённые» (Тверца – 3-4 класс), «загрязнённые» (Тьмака – 4 класс), и «грязные» («Водоём Лазурь», все ручьи – 5 класс).

В воде реки Волги отмечается повышенное содержание нефтепродуктов, превышающее нормативные показатели в отдельные периоды года в 5–11 раз («высокое загрязнение»), азотистых и фосфорных биогенных веществ. Также, в Волге ниже сброса сточных вод с городских очистных сооружений отмечаются повышенные концентрации загрязняющих веществ.

Использование нами индекса загрязнения воды полного ($ИЗВ_{\text{полн}}$) позволяет более объективно оценить качество поверхностных водоёмов. По сравнению с индексом «Гидрометслужбы» ($ИЗВ_6$), включающим фиксированные шесть компонентов, он позволяет более объективно оценивать качество воды. Расширенное представительство, включенных

в индекс (превышающих ПДК) веществ, на наш взгляд, более точно отражает степень загрязнения водного объекта.

Список литературы

1. Генеральный план города Твери. Том II. Материалы по обоснованию проекта. Пояснительная записка. – Тверь, 2016. – 183 с.
2. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды в Тверской области в 2016 году». – Тверь: МПРИЭ Тверской области. – 143 с.
3. Письмо Росгеологии от 26.05.2016 № 22 на заседание Экспертного совета при Уполномоченном по правам человека в Тверской области на тему: «О реализации прав жителей Тверской области на благоприятную окружающую среду».
4. Письмо МТЭК и ЖКХ Тверской области от 02.06.2016 г. №1494/02 на заседание Экспертного совета при Уполномоченном по правам человека в Тверской области на тему: «О реализации прав жителей Тверской области на благоприятную окружающую среду».
5. Письмо отдела водных ресурсов по Тверской области МПР Тверской области от 3ё.05.2016 г. № 954 на заседание Экспертного совета при Уполномоченном по правам человека в Тверской области на тему: «О реализации прав жителей Тверской области на благоприятную окружающую среду».
6. Письмо Управления Роспотребнадзора по Тверской области от 23.05.2016 № 01/4699-16 на заседание Экспертного совета при Уполномоченном по правам человека в Тверской области на тему: «О реализации прав жителей Тверской области на благоприятную окружающую среду».
7. Руководство по химическому анализу вод суши. – Л., 1977. – 178 с.
8. Цыганов А.А. Характеристика состояния поверхностных вод г. Твери и его окрестностей // Экологическое состояние природной среды Верхневолжья. – Тверь: ТГУ, 1995. – С. 39-46.
9. Цыганов А.А. Загрязнение поверхностных вод города Твери // Человек в зеркале современной географии / Мат. II научн.-практ. конф. 5-7 мая 1996. – Смоленск: СГПИ, 1996. – С. 115-116.
10. Цыганов А.А., Кузнецова С.Н., Самков М.Н. История возникновения водоема «Лазурь» // Отечественные путешественники: прошлое и настоящее. мат. II межд. научно-практ. конф. Орел 24-25 ноября 2005 г. – Орел: ОГУ, 2005. – С. 67-70.

11. Цыганов А.А., Жеренков А.Г., Филиппов А.С. Гидрохимическое состояние ручья Межурка // Вестник ТвГУ, сер. «География и геоэкология», 2015. Вып. 13. – Тверь: ТвГУ, 2015. – С. 58-69.
12. Цыганов А.А. Географические очерки г. Твери. Монография. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. – 82 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://rid.tversu.ru>.

POLLUTION OF SURFACE WATERS OF THE CITY OF TVER

A.A. Tsyganov

Tver State University, Tver

Hydrochemical assessment of surface water bodies of Tver is given.

Keywords: *assessment of the state, water pollution.*

Об авторе:

ЦЫГАНОВ Анатолий Александрович – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и экологии ТвГУ, e-mail: Anatol_Tsyganov@mail.ru