

## **Физическая география и геоэкология**

УДК 502.5(470.331)

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2019-2-56-77>

### **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА ТВЕРИ**

**А.А. Цыганов**

Тверской государственный университет, г.Тверь

Дана оценка экологического состояния г. Твери.

**Ключевые слова:** *загрязнение, оценка состояния.*

Целью работы послужила оценка состояния окружающей среды областного центра города Твери [7–14, 25]. Проблемам загрязнения посвящены и другие работы автора [15–24].

Ареалы экологического риска на территории города Твери и в зоне его влияния определяют территории с показателями критического состояния среды. Границы проблемных ареалов, в основном, совпадают с территориями промышленных зон и узлов с концентрацией предприятий высокого класса санитарной вредности, включающими их санитарно-защитные зоны. Наложение различных факторов негативного воздействия ведёт к увеличению *экологического риска*, что угрожает здоровью населения и ведёт к необратимым последствиям в природном комплексе. Приоритетными факторами, определяющими границы зон, являются загрязнение воздушного бассейна и загрязнение почв [1].

Среди зон города, подверженных комплексному загрязнению воздуха, почв, поверхностных и подземных вод, нарушению природных ландшафтов в результате хозяйственного освоения территории, выделяются следующие **проблемные ареалы** разной степени напряженности [1, 2]:

**1. Зоны кризисного состояния окружающей среды:** характеризуются воздействием нескольких факторов загрязнения и суммарным влиянием нескольких объектов-загрязнителей на жилую застройку. К ним относятся территории промышленных зон и узлов, включающие предприятия-загрязнители с наибольшими валовыми выбросами загрязняющих веществ и территории с кризисным состоянием почв и ландшафтов:

- зона влияния предприятий ОАО «Сибур-ПЭТФ», ТЭЦ-4, ООО «Искож-Тверь», ОАО «Тверской экскаваторный завод» (восточная часть Твери, правый берег Волги) и зона влияния предприятия ЗАО «Тверской

комбинат строительных материалов № 2 (ТКСМ-2)» (восточная часть города, левый берег Волги);

- промышленный узел предприятий ФГУП «ВНИИСВ», ЗАО «КАТЭЛ» (восточная часть Твери, правый берег Волги);

- зона воздействия ТЭЦ-1, ООО «Витаминный завод», ООО «ЖБИ-1», железнодорожной магистрали (восток Пролетарского района) и зона влияния предприятий ОАО «Тверской вагоностроительный завод», ОАО «Тверской домостроительный комбинат» (левый берег Волги);

- район загрязнения нефтепродуктами на аэродроме Мигалово;

- территория Тверецкого водозабора (радоновое загрязнение), ТЭЦ-3;

- территории сибиреязвенных скотомогильников.

**2. Зоны критического состояния окружающей среды:** включают территории промышленных зон, промышленных узлов и СЗЗ образующих их предприятий более низкого класса санитарной вредности, а также автомагистрали и городские территории, попадающие в зоны их влияния. К критическим зонам относятся:

- зона влияния ТЭЦ-3;

- район восточной части города, примыкающий к отстойникам городских очистных сооружений ТМП «Водоканал», отстойникам ТЭЦ-4, очистным сооружениям и золоотвалам ОАО «Тверское химволокно», в зоне влияния предприятия «Асфальтобетонный завод»;

- западная часть города в районе полей фильтрации;

- территория городского полигона ТБО.

В числе критических гигиенических ситуаций следует также выделить проживание населения в СЗЗ предприятий-загрязнителей, в санитарных разрывах автомагистралей и железнодорожных линий, в зоне воздействия авиационного шума и зоне воздушного подхода аэродрома «Мигалово».

**3. Зоны неблагоприятного состояния окружающей среды:**

- «Северо-Западная» промышленная зона;

- промышленная зона «Старицкое шоссе – Борихино поле»;

- промышленная зона «Боравлево».

Районы городских окраин с дисперсным расположением промышленных предприятий подвергаются существенно меньшему техногенному загрязнению, поэтому экологическую ситуацию в их окрестностях можно считать относительно благополучной, а негативное воздействие источника загрязнения – промышленного объекта, как правило, ограничивается его СЗЗ.

Город Тверь является крупным административным, культурным и промышленным центром Верхневолжья. Население Твери, проживая в условиях действия различных техногенных факторов, подвергается определённому экологическому риску.

**Загрязнение атмосферного воздуха** селитебных территорий выбросами промышленных предприятий и автотранспорта является одним из основных факторов риска для здоровья населения. В результате увеличивается вероятность заболеваний органов дыхания и канцерогенного риска. Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха Твери являются оксид азота, оксид углерода, сернистый ангидрид, взвешенные вещества, углеводороды и тяжёлые металлы. Наибольший вклад в патологию органов дыхания вносят формальдегид, взвешенные вещества, диоксид азота и сероводород, бенз(а)пирен, метилмеркаптан, диоксид серы и оксид углерода.

**Сведения об основных загрязняющих веществах г. Твери и источниках их поступления**

**Бенз(а)пирен ( $C_{20}H_{12}$ )** – полициклический ароматический углеводород, находится в воздухе в виде аэрозолей, преимущественно в адсорбированном состоянии на сажевых частицах. Вещество 1 класса опасности (чрезвычайно опасные), обладает сильным канцерогенным действием и способно накапливаться в организме человека. Источником бенз(а)пирена является процесс горения практически всех видов горючих материалов. Бенз(а)пирен присутствует в дымовых газах, копоти, выхлопах автомобилей, табачном дыме.

**Формальдегид ( $HCHO$ , или  $CH_2$ )** (муравьиный альдегид, матааналь) – бесцветный газ с резким раздражающим запахом. Вещество 2 класса опасности (высокоопасные), токсичное, оказывает отрицательное влияние на генетику, органы дыхания, зрения и кожный покров. Оказывает сильное воздействие на нервную систему. Формальдегид занесен в список канцерогенных веществ. Применяют формальдегид при изготовлении пластмасс, а основная часть формальдегида идёт на изготовление ДСП и других древесностружечных материалов. Основной источник загрязнения формальдегидом атмосферного воздуха – выхлопные газы автотранспорта.

**Взвешенные вещества** – это недифференцированная по составу пыль (аэрозоль), содержащая в воздухе населённых пунктов. Взвешенные вещества относятся к 3 классу опасности (умеренно опасные). В зависимости от состава выбросов они могут быть и высокотоксичными, и почти безвредными. Взвешенные вещества образуются в результате сгорания всех видов топлива и при производственных процессах. Они могут иметь как антропогенное, так и естественное происхождение, например, образовываться в результате почвенной эрозии.

**Оксид углерода ( $CO$ )** (монооксид углерода, угарный газ) – бесцветный ядовитый газ без вкуса и запаха. Вещество 4 класса опасности (малоопасные). В естественных условиях, на поверхности Земли,  $CO$  образуется при неполном анаэробном разложении органических соединений и при сгорании биомассы, в основном при

лесных пожарах. Основным антропогенным источником СО в настоящее время служат выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания. Оксид углерода образуется при сгорании углеводородного топлива при недостаточных температурах или плохой настройке системы подачи воздуха. Поступление СО от природных и антропогенных источников примерно одинаково.

Согласно «Государственного доклада о состоянии окружающей среды в Тверской области в 2013 году» в 2013 году у двух ингредиентов средние годовые значения превысили предельно допустимые концентрации (ПДК): формальдегид и бенз(а)пирен. Максимально-разовые концентрации превысили ПДК<sub>мр</sub><sup>ABHM</sup> у 3 ингредиентов: взвешенных веществ, формальдегид и бенз(а)пирен. За период 2013 года наблюдались превышения ПДК в воздухе г. Твери:

- среднесуточных – формальдегида (в 7,7 раза) в августе, бенз(а)пирена (в 3,8 раза) в январе;

- максимально-разовых – взвешенных веществ (в 2,4 раза) в марте, формальдегида (в 1,3 раза) в июне.

За последние пять лет с 2009 по 2013 годы средние концентрации меди повысились. Уровень загрязнения атмосферы взвешенными веществами, оксидом углерода, диоксидом азота, оксидом азота, бенз(а)пиреном, никелем, хромом, железом, марганцем, цинком снизился. Без изменения остался уровень загрязнения атмосферы диоксидом серы, формальдегидом.



Р и с. 1. Динамика выбросов ЗВ в 2005-2013 гг. в Тверской области (Государственный доклад..., 2013)

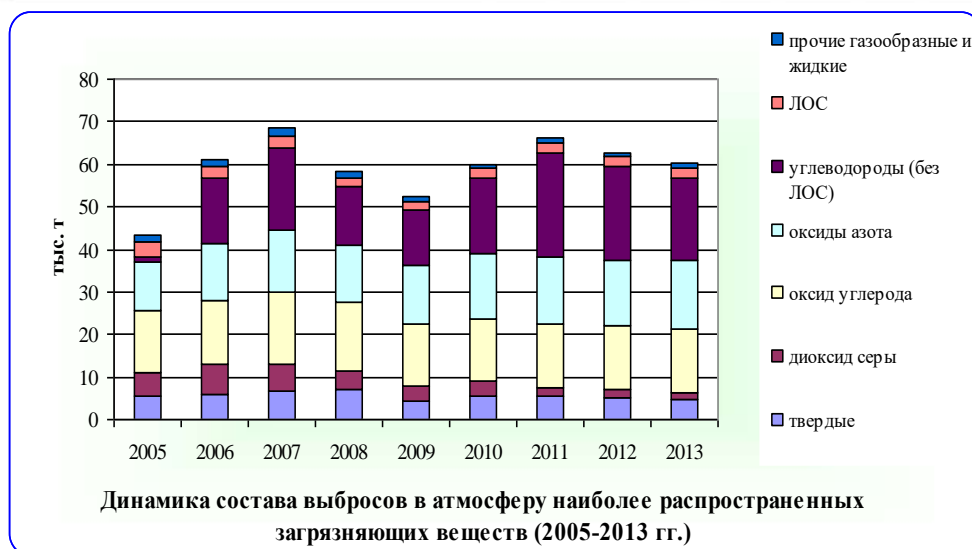
Случаев высокого загрязнения и экстремально высокого загрязнения

воздуха в 2013 году в Твери не наблюдалось. Высокий уровень загрязнения формируют автотранспорт, предприятия энергетического комплекса, предприятия машиностроения, предприятия строительных материалов.

Таблица 1

Выбросы в атмосферу Тверской области наиболее распространённых загрязняющих веществ (тыс. тонн)

Загрязняющие вещества	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
всего	68,5	58,5	52,4	60,1	66,7	63,1	60,2
твёрдые	6,7	7,03	4,5	5,7	5,4	5,3	4,8
газообразные и жидкие	61,8	51,44	47,9	54,3	61,3	57,6	55,4
диоксид серы	6,5	4,58	3,4	3,5	2,2	1,9	1,7
оксид углерода	16,6	16,03	14,4	14,4	14,7	14,9	14,6
оксиды азота (в пересчёте на NO <sub>2</sub> )	14,7	13,18	13,8	15,6	16,1	15,4	16,5
углеводороды (без летучих органических соединений)	19,3	13,8	13	17,6	24,2	22	19,3
летучие органические соединения (ЛОС)	2,7	2,02	2,2	2,3	2,5	2,4	2,3
прочие газообразные и жидкие	2,1	1,83	1,1	0,9	1	1	1,1



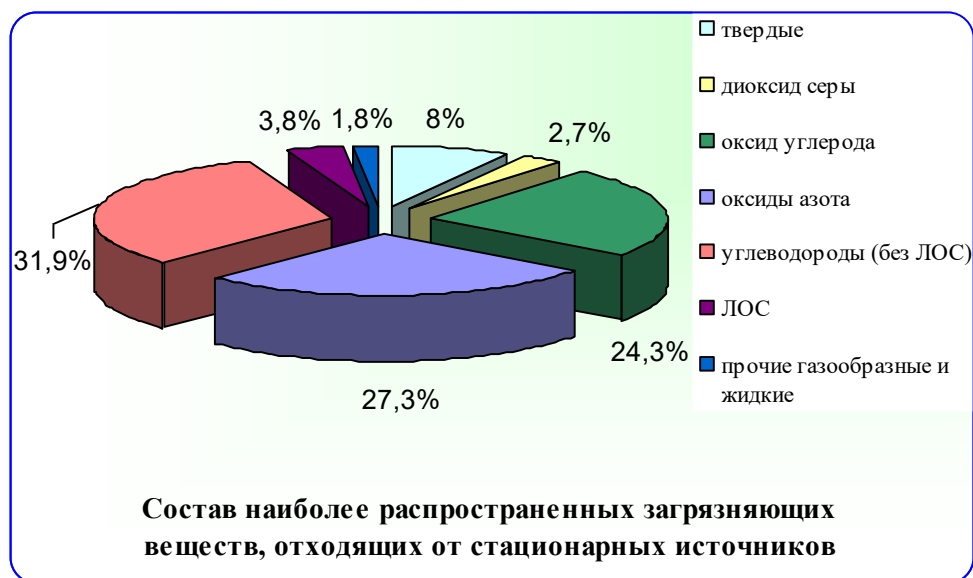
Р и с. 2. Динамика наиболее распространённых выбросов ЗВ в Тверской области в 2005-2013 (Государственный доклад..., 2013)

В 2013 году в Тверской области объём выбросов от стационарных источников составил 60,237 тыс. т загрязняющих веществ, что на 4,5 % (2,832 тыс. т) меньше, чем в 2012 году. Уловлено и обезврежено 24% от объёма отходящих.

Объёмы выбросов в атмосферу наиболее распространённых

загрязняющих веществ и динамика выбросов в атмосферу загрязняющих веществ за 2005–2013 гг. представлены в табл. 1.

В 2013 году наблюдалась положительная динамика снижения выбросов наиболее распространённых загрязняющих веществ: диоксида серы – на 0,2%, оксидов углерода – на 0,3%, углеводороды (без летучих органических соединений) – на 0,7%, летучих органических соединений 0,1%.



Р и с. 3. Состав наиболее распространённых ЗВ от стационарных источников в Тверской области в 2005-2013 гг. (Государственный доклад..., 2013)

На долю жидких и газообразных веществ пришлось 95,9% всех выбросов от стационарных источников, в т. ч. углеводороды (без летучих органических соединений) составили 31,9%, оксиды азота – 27,3% и оксид углерода – 24,3%.

Выбросы загрязняющих веществ в расчёте на одного жителя области составили 45,5 кг на душу населения (96,2% к 2012 году). В Твери этот показатель ниже – 14,3 кг/чел (табл. 2).

Данные за 2003-2013 гг. в Твери (табл. 3) показывают превышения ПДК<sub>мр</sub><sup>АВНМ</sup> по диоксиду азота в Московском (в 1,4 раза) и Центральном районе (в 1,3 раза), окиси серы в Московском районе (в 1,4 раза), окиси углерода в Московском (в 2,1 раза).

Т а б л и ц а 2

Выбросы загрязняющих веществ в расчёте на душу населения в 2013 году

Населённый пункт	Выброшено загрязняющих веществ	
	на душу населения, кг	в % к 2012 году
г. Тверь	14,3	94,0
г. Вышний Волочек	62,1	205,9
г. Кимры	13,9	97,5
г. Ржев	14,9	75,4
г. Торжок	376,9	88,4

Т а б л и ц а 3

Загрязнение атмосферного воздуха г. Твери (средние за 2003–2013 гг.)

Показатель	ПДК <sup>АВНМ</sup> <sub>гг</sub>	1	2	3
Диоксид азота	0,085	0,12	0,11	0,033
Диоксид серы	0,5	0,057	0,3	0,012
Оксид углерода	5,0	10,5	2,7	2,8
Толуол	0,6	н/ч	н/ч	н/ч
Ксилол	0,2	н/ч	н/ч	н/ч
Бензол	0,3	н/ч	н/ч	н/ч
Свинец	0,001	н/ч	н/ч	н/ч
Пыль	0,5	0,3	0,1	0,1

**Примечание:** н/ч – определение ниже чувствительности определения;

1 – Московский район, Волоколамское шоссе;

2 – Центральный район, Тверской проспект;

3 – Пролетарский район, мини-рынок «Светлячок».

Всего по Тверской области учтено 610 предприятий, имеющих выбросы в атмосферных воздух, в Твери их 98, имеющие 3161 источник загрязнения. Общее количество выбросов 15837 т/год, из них выброшено без очистки 34% (табл. 4).

**Атмосферные осадки.** Мониторинг загрязнения атмосферных осадков в Тверской области проводится с 1993 года в одном пункте наблюдений, расположенном на метеостанции на территории аэропорта Змеёво.

В соответствии с заданием Росгидромета на территории Тверской области на метеостанции Тверь осуществляется отбор проб атмосферных осадков и определение их кислотности.

Кислотность атмосферных осадков в 2013 году варьировалась от категории «слабокислые» (рН=4–5) до категории «нейтральные» (рН=6–7).

Месячные пробы осадков отправляются в Главную геофизическую

обсерваторию (ГТО) им. Воейкова. В пробах определяется содержание главных ионов (гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, кальция, магния, натрия и калия), ионов аммония, нитрат-ионов, цинка, удельная электропроводность, а также рассчитывается общая минерализация (сумма ионов).

Таблица 4

Выбросы и улавливание основных загрязняющих веществ по городам Тверской области в 2013 году

Города	Кол-во предприятий, имеющих выбросы ЗВ	Количество источников выделения, единиц		Кол-во ЗВ, отходящих от всех стационарных источников, т	Выброшено без очистки			Поступило на очистные сооружения, т
		всего	из них организованных		всего, т	в % к объёму отходящих	в т. ч. от организованных источников, т	
Всего по области	610	11707	9158	78751	59130	75	55494	19620
Тверь	98	3161	2503	15837	5439	34	4954	10397
В. Волочек	25	417	351	4670	2999	64	2807	1671
Кимры	14	242	228	694	626	90	626	68
Ржев	36	1118	817	2414	823	34	760	1591
Торжок	28	1325	1161	20172	17346	86	17086	2826

Химический анализ проб осадков и обработка полученных результатов проводятся ГТО. Преобладающий тип химического состава воды осадков (в порядке возрастания %-экв. анионов) – сульфатно-гидрокарбонатный кальциевый.

**Радиационная обстановка.** Мониторинг уровня радиоактивного загрязнения атмосферы ведется на 123 метеорологических станциях Тверской области. На двух станциях определяется активность выпадений из приземного слоя атмосферы.

Анализ полученных данных показал, что в 2013 году уровень радиоактивного загрязнения атмосферы на территории Твери и Тверской области по всем наблюдаемым параметрам не превышал фоновых значений, и по сравнению с 2012 года существенно не изменился.

По данным метеостанций максимальные значения мощности экспозиционной дозы не превышали допустимого значения (30 мкР/ч).

**Качество питьевой воды.** Коммунальным водоснабжением население г. Твери обеспечивается, в основном, от коммунального водопровода с двумя централизованными и одним децентрализованным подземными источниками, эксплуатируемого ООО «Тверь Водоканал», а также из отдельных артезианских скважин, в том числе ведомственных. На окраинах города, в районах малоэтажной застройки, сохранено водоснабжение из мелководных артезианских скважин без разводящей



сети (децентрализованное водоснабжение). В питьевой воде г. Твери отмечается повышенное содержание железа, частично фтора, а также повышенная мутность. Спорадически отмечается появление нефтепродуктов. Процент проб воды, несоответствующих санитарно-гигиеническим требованиям, ежегодно колеблется от 18 до 39%.

Процент проб водопроводной воды, не отвечающей гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям [3–6], остаётся достаточно высоким и превышает средние показатели по России. Проблема обеспечения населения г. Твери и области в целом доброкачественной питьевой водой относится к числу наиболее социально значимых. Наиболее подвержены общетоксическому действию химических веществ, содержащихся в питьевой воде, нервная система, желудочно-кишечный тракт, сердечно-сосудистая система и иммунная система. Также выявлено опасное влияние химических веществ на почки, кожу и кровь. Проведённые исследования питьевой воды в Центральном, Заволжском, Московском и Пролетарском районах г. Твери показали:

- рассчитанный суммарный канцерогенный индекс находится в пределах от 0,0007 до 0,000104 (средний уровень риска). Наибольший вклад в величину суммарного канцерогенного риска вносит риск от мышьяка;

- величины индивидуального пожизненного канцерогенного риска от свинца и кадмия оцениваются как «приемлемый (минимальный) уровень риска»;

- в величину коэффициента опасности (НИ) (характеризует риск развития неканцерогенных эффектов) также наибольший вклад вносит мышьяк. Менее значимую роль в формировании риска играют фтор (низкий уровень –  $0,1 \leq \text{НИ} < 1,0$ ), нитриты и нитраты (минимальный уровень –  $\text{НИ} < 0,1$ ). Величина НИ колеблется в пределах 0,2763–0,1957. Наименьший вклад в суммарную величину НИ вносят магний, кальций и свинец (величина НИ колеблется от 0,0002 до 0,001);

- риск влияния органолептических показателей на состояние здоровья населения г. Твери оценивается как приемлемый и минимальный;

- вероятностный риск эпидемиологической опасности питьевой воды централизованного водоснабжения был определён как 0,12. Данную ситуацию следует рассматривать как удовлетворительную;

- по источникам децентрализованного водоснабжения 37% проб не соответствуют ПДК по органолептическим показателям.

**Загрязнение подземных вод.** На территории города Твери хозяйственно-питьевое водоснабжение осуществляется преимущественно из подземных источников. Население обеспечивается питьевой водой из двух коммунальных и восьми ведомственных

водопроводов. ООО «Тверь Водоканал» снабжает питьевой водой до 85% населения города.

Город Тверь снабжается водой из артезианских скважин:

– Медновского водозабора (правый берег реки Тверца между с. Медное и дер. Андрианово Калининского района) – 45 скважин первого подъёма (30 рабочих скважин и 15 резервных), сгруппированных в 12 водозаборных узлов. Насосами станции второго подъёма вода подаётся по двум водопроводам в сборные резервуары Тверецкого водозабора;

– Тверецкого водозабора (северная окраина г. Твери вдоль правого берега р. Тверца в районе ТЭЦ-3) – 45 скважин первого подъёма (28 рабочих скважин и 17 резервных), сгруппированных в 26 водозаборных узлов;

– Городского водозабора – 32 отдельно расположенные артезианские скважины в черте города. В настоящее время эксплуатируются 24 скважины.

На окраинах города, в районах малоэтажной коттеджной застройки водоснабжение осуществляется из мелководных скважин без разводящей сети, сброс сточных вод часто производится «на рельеф».

В целях хозяйственно-питьевого водоснабжения используются пресные подземные воды с минерализацией до 1 г/л гидрокарбонатного типа и частично солоноватые сульфатные и сульфатно-хлоридные с минерализацией 1–10 г/л.

Для подземных вод характерна высокая минерализация, мутность, общая жёсткость, повышенное содержание общего железа, повышенное или пониженное содержание фтора, пониженное содержание йода, а также повышенная альфа-радиоактивность. Данные показатели не зависят от техногенного воздействия, а являются природными факторами. Воду с артезианских скважин различных водозаборов (Медновского и Тверецкого) смешивают на Тверецкой станции водоподготовки, где на станции обезжелезивания и обеззараживания воды производится частичная подготовка воды до норм соответствия требованиям СанПиН «Вода питьевая».

Повышенное содержание фтора зависит от качества воды в источниках и колеблется от 15 до 45% (результаты, в основном, получены по пробам из глубоких скважин Пролетарского района). Из-за большой протяжённости водопроводных сетей дополнительно увеличивается степень загрязнения питьевой воды в разводящей сети по содержанию железа (50–63% проб выше ПДК). Проектная мощность основного Тверецкого водозабора была рассчитана до начала 1990 года, фактическая мощность станции обезжелезивания водозабора не обеспечивает очистку всей воды. На Медновском водозаборе не построена станция обезжелезивания. Существующая система обезфторивания (смешения воды разных горизонтов) становится

неэффективной, возможны превышения концентрации фтора во всей разводящей сети.

По данным Роспотребнадзора только 7% проб воды из подземных источников являются неблагоприятными по микробиологическим показателям. При этом отсутствие системности и целенаправленной политики в получении питьевой воды из подземных источников, их форсированная эксплуатация, наличие большого количества незатампонированных и неэксплуатирующихся скважин ведут к истощению водоносных горизонтов, химическому загрязнению подземных вод. В подземных водах обнаружено высокое содержание сульфатов, хлоридов, фенолов, толуолов, бензола.

В г. Твери отмечено устойчивое загрязнение участков подземных вод, загрязненных неканализованными застройками. Существует опасность ухудшения воды по бактериологическому показателю в Тверецком и Медновском водозаборах из-за индивидуального строительства коттеджей в районе д. Киселево и дачных участков сельхозпредприятий Калининского района. В этих районах может сформироваться источник фекального загрязнения.

Дополнительное загрязнение отложениями и выпавшими в осадок железистыми соединениями происходит также из-за применения неоцинкованных труб. Кроме того, вторичному загрязнению способствует высокая изношенность водопроводных сетей. В Твери в настоящее время 60% водопроводных и канализационных сетей, а также других сооружений водоснабжения и водоотведения, построенных в 1960–1970-е годы, имеют стопроцентный износ, требуют реконструкции или замены. Между тем строительство объектов водоснабжения и водоотведения в Твери ведется крайне медленно.

На территории Тверецкого водозабора в 2006 г. были выявлены десять локальных участков с повышенным радиационным фоном. Сложившаяся ситуация связана с производственной эксплуатацией объекта за предыдущий период предприятиями МП «Водоканал» (в настоящее время ликвидировано) и МУП «Тверьводоканал». Необходимо утилизировать радиоактивные отходы, образовавшиеся в результате накопления природных радионуклидов на фильтрах Тверецкого водозабора, провести работы по реабилитации загрязнённых территорий в целях нормализации радиационной обстановки на территории Тверецкого водозабора.

Таким образом, несоответствие качества подземных вод нормам, предъявляемым к питьевой воде, объясняется в основном природным повышенным или пониженным содержанием в воде некоторых химических элементов и неудовлетворительной эксплуатацией водоисточников и систем водоснабжения.

Состояние подземных вод является условно благоприятным и характеризуется высокой минерализацией, мутностью, общей

жёсткостью, повышенным содержанием общего железа, повышенным или пониженным содержанием фтора, пониженным содержанием йода, а также повышенной альфа-радиоактивностью. Также в отдельных районах отмечается загрязнение вод сульфатами, хлоридами, фенолами, толуолом, бензолом. Неблагоприятное экологическое состояние подземных вод отмечается в районе бесхозного шламонакопителя, принадлежащего ранее ОАО «Тверской завод вязкозных нитей». Кризисное экологическое состояние подземных вод – в районе пос. Мигалово (загрязнение нефтепродуктами), на территории Тверецкого водозабора (радоновое загрязнение), на территориях сибирезывных скотомогильников (бактериологическое загрязнение).

Серьёзной проблемой в г. Твери является загрязнения подземных вод нефтепродуктами в районе пос. Мигалово. Участок находится в границах аэродрома «Мигалово», расположенного на западной окраине г. Твери, на правом берегу р. Волги. Источником загрязнения являются склады горюче-смазочных материалов (ГСМ). Площадь загрязнения составляет 18 га. В ряде скважин обнаружен керосин в чистом виде. Проблема водоснабжения пос. Мигалово окончательно не решена. Дальнейшее загрязнение подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта нефтепродуктами повлечёт за собой катастрофические последствия для водоснабжения посёлка. ООО «Экопромторг» разработан рабочий проект по извлечению гравитационно-свободного керосина на аэродроме «Мигалово».

*Таблица 5*

Результаты исследований воды ИЛ Тверского филиала ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тверской области», 17.09.10 г.

Адрес	С <sup>ф</sup>	ПДК <sup>рв</sup>	С/ПДК <sup>рв</sup>	ПДК <sup>шт</sup>	С/ПДК <sup>шт</sup>
ПДК нефтепродуктов		0,05		0,3	
1 скважина № 1 (рабочая)	0,033		0,66		0,11
2 скважина № 2 (резервная)	0,04		0,8		0,13
3 частная скважина (Абысова)	0,04		0,8		0,13
4 из общественного колодца, д. Опарино (напротив д. 13)	0,03		0,60		0,1
5 частная скважина д. Рябеево, д. 16	0,04		0,8		0,13

По факту сброса нефтепродуктов на почву в лесном массиве в районе автомобильной дороги Тверь-Рябеево на границе Пролетарского района г. Твери и Калининского района Тверской области в 800 м до поворота в д. Опарино, Тверской экологический следственный комитет проводил проверку (табл. 5).

Вместе с тем, проведёнными лабораторными испытаниями зафиксировано не превышение рыбохозяйственных и санитарно-гигиенических нормативов в подземных водах.

Таблица 6

Результаты исследований воды ИЛ Тверского филиала ФГУ «ЦЛАТИ по ЦФО», 13.09.10 г.

№	Адрес	С, мг/л	С/ПДК <sub>рх</sub>	С/ПДК <sub>пит</sub>
1	ПДК <sub>рх</sub> нефтепродуктов	0,05		
2	ПДК <sub>пит</sub> нефтепродуктов	0,3		
3	Сточная вода, место слива н/п	10,54	210,8	35,1
4	Сточная вода, 3 м от места слива н/п	463,4	9268,0	1544,7
5	Сточная вода, 40 м от места слива н/п (левее)	18,2	364	60,7
6	Сточная вода, 40 м от места слива н/п (правее)	3,96	79,2	13,2

В поверхностных водах отмечено значительное превышение существующих норм (табл. 6), по рыбохозяйственным нормативам превышение над ПДК в 79,2–9268 раз, по питьевым в 13,2–1344,7 раз.

Таблица 7

Результаты исследований почвы ИЛ Тверского филиала ФГУ «ЦЛАТИ по ЦФО», 15.09.10 г.

Адрес	Глубина, см	Концентрация, мг/кг		
		факт	с фоном	С/ПДК <sub>п</sub>
1. ПДК <sub>почвы</sub> на содержание бензина		0,1		
2. Фон, 40 м выше слива н/п	0-5	7,0		
3. Место слива н/п	0-5	179,2	172,2	1722
4. В 30 м от места слива н/п (левее)	0-5	136,4	129,4	1294
5. В 40 м от места слива н/п	0-5	69,0	62,0	620

Лабораторных анализы почвы (табл. 7) показали превышение над ПДК почв по бензину от 620 до 1722 раза.

Анализы воздуха (табл. 8) показывают превышения ПДК<sub>мр</sub> в точке 1 по бензолу в 5,3 раза, по ксилолу – 73,5 раза, по толуолу – 13,2 раза.

**Загрязнение поверхностных вод.** Гидросеть города Твери представлена р. Волгой и её малыми правобережными (Тверца, Межурка и др.) и левобережными притоками (Тьмака, Перемеркский и др.). Водоёмы относятся к водным объектам хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, входят в Волжскую систему водоснабжения г. Москвы. Кроме того, 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.

Микробиологические и паразитологические показатели в анализах воды р. Тверца (с. Медное) показывают (табл. 9) значительные превышения 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 Тверцы ниже и выше места сброса (проба 3 и 4) отмечены превышения лишь по ОКБ в 4,8 раз.

Таблица 8

Результаты исследования воздуха ИЛ Тверского филиала ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тверской области», 8.09.2010 г.

№	Место	Показатель	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>		
			факт	ПДК <sub>гп</sub>	С/ПДК <sub>гп</sub>
1	В 1 м от вагона-бытовки, у места откачки подземных вод	бензол	1,6	0,3	5,3
		ксилол	14,7	0,2	73,5
		толуол	7,9	0,6	13,2
		углеводороды предельные C <sub>1</sub> -C <sub>10</sub>	32,6	-	
2	В 30 м от вагона-бытовки, у места слива подземных вод	бензол	0,35	0,3	1,2
		ксилол	0,75	0,2	3,75
		толуол	0,78	0,6	1,3
		углеводороды предельные C <sub>1</sub> -C <sub>10</sub>	21,6	-	
3	Фон, дорога Тверь-Рябесво, поворот на д. Опарино	бензол	0,05	0,3	0,17
		ксилол	0,1	0,2	0,50
		толуол	0,3	0,6	0,50
		углеводороды предельные C <sub>1</sub> -C <sub>10</sub>	12,6	-	

Экологическое состояние поверхностных вод большинства рек на рассматриваемой площади оценивается как условно благоприятное. Неблагоприятным является состояние малых водотоков (пруды «Водоёма Лазурь», руч. Перемерковский, Межурка). К участкам с сильным загрязнением поверхностных вод можно отнести:

- правый берег Волги, район ОАО «Сибур-ПЭТФ», ТЭЦ-4, ООО «Искож-Тверь», ОАО «Тверской экскаваторный завод», отстойники 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;
  - левый берег Волги в районе ЗАО «Тверской комбинат строительных материалов № 2 (ТКСМ-2)»;
  - приустьевые участки Тьмаки и Тверцы;
  - «Водоем Лазурь» (ряд загрязнённых и заиленных прудов, соединенных каналом с ручьем Перемерковским и далее с р. Волгой);
- р. Межурка, влияние полей фильтрации;
- р. Тверца, район влияния ТЭЦ-3.

*Таблица 9*

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 <sup>мгт</sup>	ПДК <sup>рх</sup>	1	2	3	4
Аммиак (по азоту)	1,5	0,39	0,39	119,0	0,77	0,39
Нитраты (NO <sub>3</sub> )	45	40	1,5	5,0	1,6	1,6
Нитриты (NO <sub>2</sub> )	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 <sub>5</sub>	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 колиформные бактерии (ТКБ)	100		60	2400	50	50
Общие колиформные 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, 500 м выше по течению места сброса с о/с с. Медное; 4 – р. Тверца, 500 м ниже по течению места сброса с о/с с. Медное

В анализах проб воды Исаевского ручья (табл. 10) отмечены значения БПК<sub>5</sub> близкие к ПДК, ХПК в 2,4 раза, азота аммония 3,5 раз (ПДК<sup>рх</sup>), Микробиологические показатели превышены по термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ) в воде Исаевского ручья в 24 раза, р. Тверца в 2400 раз и общему содержанию колиформных бактерий (ОКБ) в 480 раз.

Вода ручья Бортниковского (табл. 11) не отвечает требованиям рыбохозяйственных нормативов по аммиаку превышение над ПДК<sup>рх</sup> в 1,5–13 раз, БПК<sub>полн</sub> в 0,8–2,3 раза.

В результате хозяйственной деятельности «Водоём Лазурь» представляет собой в настоящее время ряд загрязнённых и заиленных прудов. Пруды соединены каналом с ручьем Перемерковским и далее с р. Волгой. Отсутствие проточности большую часть года резко снизило её 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.

Таблица 10

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 <sup>хим</sup>	ПДК <sup>мк</sup>	1	2	3	4
<b>Химические показатели</b>						
Аммоний (N)	1,16	0,39	1,36	1,04	0,86	0,86
Нитраты (NO <sub>3</sub> )	45	40	1,2	1,9	н/о	1,8
Нитриты (NO <sub>2</sub> )	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 <sub>5</sub>	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
<b>Микробиологические показатели</b>						
Колифаги	10		н/о	н/о	н/о	н/о
Термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ)	100		2400	2400	240000	24000
Общие колиформные бактерии (ОКБ)	500		240000	2400	240000	24000
<b>Паразитологические показатели</b>						
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, 500 м выше по течению от впадения руч. Исаевский; 3 – Тверца в месте впадения руч. Исаевский; 4 – Тверца 500 м ниже по течению от впадения руч. Исаевский

Аналогичная ситуация складывается и на других зарегулированных малых водотоках города, на которых отмечается снижение проточности и, как следствие, процессов самоочищения. К напряжённым по количеству принимаемых стоков относится бассейн р. Тверца, являющимся притоком первого порядка р. Волги. Сюда поступают стоки многих промышленных объектов, в том числе и ТЭЦ-3 г. Твери. Сильно загрязнены свалками ручьи и малые речки, впадающие в Волгу: Перемерковский, Хлебный, Межурка, «Водоём Лазурь» и другие.

Качество воды водных объектов в районе городских пляжей (неофициальные рекреационные зоны) не отвечает требованиям санитарных правил и нормативов. 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.

*Таблица 11*

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

Показатели	ПДК <sup>пит</sup>	ПДК <sup>рх</sup>	1	2	3	4
Аммиак (NH <sub>3</sub> )	1,5	0,39	0,58	0,71	5,1	1,0
Нитраты (NO <sub>3</sub> )	45	40	н/о	н/о	н/о	н/о
Нитриты (NO <sub>2</sub> )	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 <sub>полн.</sub>	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, впадение мелиоративной канавы; 3 – руч. Бортниковский, 200 м ниже от впадения мелиоративной канавы; 4 – руч. Бортниковский, перед автокооперативом № 12

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

Несмотря на то, что по результатам контроля качества воды поверхностных водоёмов в Тверской области отмечается снижение уровня химического, микробиологического и паразитологического загрязнения, вода 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, городских улиц и дорог. Загрязнённые фекалиями животных и нефтепродуктами стоки могут быть причиной кишечных инфекций, в том числе холеры, паразитарных и других заболеваний.

По данным лаборатории ГФУП по ЭИВ «Центроводхоз» **качество воды р. Волги** в течение последних четырёх лет оценивается 3 классом и характеризуется как «умеренно загрязнённая». В воде реки отмечается

повышенное содержание нефтепродуктов, превышающее нормативные показатели в отдельные периоды года в 5–11 раз (характеризуется как «высокое загрязнение»), азотистых и фосфорных биогенных веществ. Также в Волге ниже сброса сточных вод с городских очистных сооружений отмечаются повышенные концентрации загрязняющих веществ. Во всех малых реках и ручьях 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 классами и характеризуются как «умеренно загрязнённые» (Тверца – 3–4 класс), «загрязнённые» (Тьмака – 4 класс), и «грязные» («Водоём Лазурь», все ручьи – 5 класс).

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 компонентов (токсикологическим и микробиологическим) не отвечает требованиям, предъявляемым к водотокам питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного значения.

По химическому составу вода р. Волги и её 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 рек отмечается повышенное содержание нефтепродуктов и органических веществ.

Ниже приведены результаты анализов проб, отобранных в месте аварии на канализационном коллекторе (табл. 12)

В воде Волги не обнаружены превышения по анализируемым химическим показателям. По микробиологическим показателям превышено содержание термотолерантных колиформных бактерий (ТКБ) в 24 раза, поэтому содержание колиформных бактерий также превышено в 48 раз.

Анализ исследований воды (табл. 13) показал превышение по БПК<sub>5</sub> в 3,9-1,2 раз, азота аммония до 3,2 раз (ПДК<sup>рх</sup>), нефтепродуктам в 6 раз (ПДК<sup>рх</sup>), железу общему 6,8 раза (ПДК<sup>рх</sup>), содержание тяжёлых металлов цинка, хрома трёхвалентного, никеля, кобальта, свинца не превышает ПДК<sup>пит</sup> и ПДК<sup>рх</sup>, меди ПДК<sup>пит</sup>, но превышает в 2 раза ПДК<sup>рх</sup>.

Таблица 12

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 <sup>нпр</sup>	ПДК <sup>рв</sup>	1	2	3
Аммиак (N)	1,16	0,39	0,75	0,6	0,67
Нитраты (NO <sub>3</sub> )	45	40	1,1	1,5	1,2
Нитриты (NO <sub>2</sub> )	3,3	0,08	0,02	0,03	0,04
Сульфаты	500	100	10	10	10
Хлориды	350	300	10	12	14
БПК <sub>5</sub>	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		2400	2400	230
Общие колиформные бактерии (ОКБ)	500		24000	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, 500 м выше по течению от места впадения Безымянного ручья; 2 – Волга, 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

Таблица 13

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

Показатели	ПДК <sup>нпр</sup>	ПДК <sup>рв</sup>	1	2	3	4	5	среднее
БПК <sub>5</sub>	2,1	2,1	6,4	8,1	1,8	2,6	2,8	4,34
ХПК	30		29,1	2,5	17,6	23,3	23,3	19,16
ВВ		12	3,5	3,0	3,0	4,2	3,9	3,52
Сухой остаток	1000	1000	166	162	140	146	141	151,0
Хлориды	350	300	5,3	4,2	3,6	5,6	5,6	4,86
Сульфаты	500	100	5,4	2,2	2,2	4,8	8,7	4,66
Аммоний (N)	1,5	0,39	1,25	0,42	0,26	0,44	0,55	0,584
Нитрит-ион (N)	1,0	0,02	0,018	0,017	0,017	0,017	0,016	0,017
Нитраты (N)	10,17	9,0	0,39	0,40	0,37	0,39	0,35	0,38
Фосфаты (P)	1,14	0,20	0,13	0,04	0,03	0,04	0,03	0,054
НП	0,3	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,022
Железо общ.	0,3	0,1	0,68	0,59	0,58	0,62	0,60	0,614
Медь	1,0	0,001	0,002	0,002	0,0015	0,002	0,002	0,002
Цинк	1,0	0,01	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Хром трёхвал.	0,5	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Никель	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Кобальт	0,1	0,01	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Свинец	0,01	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

**Примечание:** 1 – Волга, 100 м выше места сброса сточных вод, 20 м от левого берега; 2 – Волга, 300 м выше сброса сточных вод, 20 м от левого берега; 3 – Волга, 500 м выше сброса 60 м от левого берега; 4 – Волга, 400 м ниже места сброса, в 20 м от берега; 5 – Волга, 500 м ниже сброса в 60 м от берега.

### **Выводы**

Ареалы экологического риска на территории города Твери и в зоне его влияния определяют территории с показателями критического состояния среды. Границы проблемных ареалов, в основном, совпадают с территориями промышленных зон и узлов с концентрацией предприятий высокого класса санитарной вредности, включающими их санитарно-защитные зоны.

Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха Твери являются оксид азота, оксид углерода, сернистый ангидрид, взвешенные вещества, углеводороды и тяжёлые металлы.

В г. Твери отмечено устойчивое загрязнение участков подземных вод, загрязнённых неканализованными застройками. Существует опасность ухудшения воды по бактериологическому показателю в Тверецком и Медновском водозаборах из-за индивидуального строительства коттеджей в районе д. Киселёво и дачных участков сельхозпредприятий Калининского района. В этих районах может сформироваться источник фекального загрязнения.

По химическому составу вода р. Волги и её 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 рек отмечается повышенное содержание нефтепродуктов и органических веществ. Вода не отвечает микробиологическим и паразитологическим показателям.

### **Список литературы**

1. Генеральный план города Твери. Том II. Материалы по обоснованию проекта. Пояснительная записка. – Тверь, 2014. – 123 с.
2. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды в Тверской области в 2013 году». – Тверь: МПРИЭ Тверской области. – 143 с.
3. Правила охраны поверхностных вод (типовые положения). – М.: Госкомприрода СССР, 1991. – 94 с.
4. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. N 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно

допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

5. Руководство по химическому анализу вод суши. – Л., 1977. – 171 с.
6. СП 2.1.4.031-95. Санитарные правила. Питьевая вода и водоснабжение населённых мест. Зоны санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Москвы.
7. Цыганов А.А. «Размышление у карты. Загрязнение поверхностных вод Твери» // Тверская Жизнь, 9 октября 1993.
8. Цыганов А.А. Оценка качественного состава поверхностных вод в условиях г. Твери // Изменение природных комплексов в результате в результате антропогенной деятельности. – Тверь: ТГУ, 1993. – С. 45-52.
9. Цыганов А.А. Характеристика состояния поверхностных вод г. Твери и его окрестностей // Экологическое состояние природной среды Верхневолжья. – Тверь: ТГУ, 1995. – С. 39-46.
10. Цыганов А.А. Подлежащие особой охране поверхностные водоемы Твери и его окрестностей // Проблемы особо охраняемых природных Территорий и сохранения биологического разнообразия Тверской области / Мат. обл. научн.-практ. конф. 12 октября 1995. – Тверь:1995. – С. 81-82.
11. 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.
12. Цыганов А.А. Поступление загрязняющих веществ с поверхностным стоком от антропогенно-измененных территорий бассейна Верхней Волги // Состояние и перспективы развития экологической обстановки в бассейне реки Днепр и великих рек Центральной части России / Межд. научн.-практ. конф. 26-29 сент. 2001 г., Смоленск. – Смоленск: Смядынь, 2001. – С. 300-301.
13. Цыганов А.А. Поступление сточных вод и загрязняющих веществ с урбанизированных территорий // Актуальные проблемы геоэкологии / Мат. межд. науч. конф. Ч. 1. – Тверь: ТвГУ, 2002. – С. 170-172.
14. Цыганов А.А. Оценка источников загрязнения аквальных комплексов бассейна Верхней Волги // Вопросы региональной геоэкологии / Сб. науч. трудов. – Тверь: ТвГУ, 2002. – С. 44-55.
15. Цыганов А.А. Гидрохимическое состояние озера Селигер // Региональные геохимические исследования / Сб. научн. тр. – Тверь: ТвГУ, 2005. – С. 26-43.
16. Цыганов А.А. Оценка источников загрязнения аквальных комплексов бассейна Верхней Волги // Экология речных бассейнов: Труды 4-й межд. научн.-практ. конф. / Под ред. Т.А. Трифионовой. – Владимир: ВГПУ, 2007. – С. 448-451.
17. Цыганов А.А. Экологическое состояние островов озера Селигер. Монография. – Берлин: Lambert Academic Publishing. – 141 с.

18. 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.
19. Цыганов А.А., Жеренков А.Г. Эколого-экономическая оценка поступления сточных вод и загрязняющих веществ в водные объекты г. Старица // Вестник ТвГУ, сер. «география и геоэкология», 2016. Вып. 3(13). – Тверь: ТвГУ, 2016. – С. 34-46.
20. Цыганов А.А., Жеренков А.Г. Эколого-экономическая оценка поступления загрязняющих веществ в озеро Селигер Осташковского района тверской области // «Муниципальные образования современных регионов: проблемы исследования, развития и управления в условиях геополитической и политической нестабильности» /Мат. 1 международной научно-практической конференции 14-15 апреля 2016 г. (Россия, Воронеж, ВГУ). – Воронеж; ВГУ, 2016. – С. 95-97.
21. Цыганов А.А. Эколого-экономическая оценка состояния озера Селигер // Вестник ТвГУ, сер. «География и геоэкология», № 1, 2017. – Тверь: ТвГУ, 2017. – С. 51-64.
22. Цыганов А.А. К методике оценки качества поверхностных водных объектов Старицкого района // Вестник ТвГУ, сер. «География и геоэкология», № 2, 2017. – Тверь: ТвГУ, 2017. – С. 102-115.
23. Цыганов А.А. Оценка загрязнения озера Селигер // Тез. Международной научной конференции VI «Семеновские чтения: наследие П.П. Семенова-Тян-Шанского и современная наука» (Липецк, 19-20 мая 2017 г.). Липецк; ЛГПУ. С. 144-147.
24. Цыганов А.А. Эколого-экономическая оценка качества воды реки Тьмака // Тр. конфер. «Эколого-географические аспекты природопользования, рекреации, туризма». – Курган: КГУ. – С. 47-50.
25. Цыганов А.А. Очерки по физической географии Твери: Монография. 2-е изд. доп. и перераб. – Тверь: ТвГУ, 2018. – 233 с. [Электронный ресурс]. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_35319352\\_47257058.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_35319352_47257058.pdf).

## **ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENT OF THE CITY OF TVER**

**A.A. Tsyganov**

Tver State University, Tver

An assessment of the ecological status of the city of Tver.

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

*Об авторе:*

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