



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
бакалавра

На тему: «Исследование загрязнения реки Истры
по гидрохимическим данным»

Исполнитель: Хариева Алия Вагизевна
(фамилия, имя, отчество)

Научный руководитель: кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«30» ИЮНЯ 2023 г.

Санкт-Петербург
2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1.Осуществление экологического мониторинга на территории Московской области.....	5
1.1Экологическое состояние водотоков Московской области.....	5
1.2Контролируемые физико–химические показатели водных объектов.....	1 0
2.Экологическое состояние реки Истры и ее притоков.....	1 7
2.1 Характеристика исследуемого водотока	1 7
2.2Экологическое состояние водотока по гидрохимическим показателям.....	2 1
2.3Источники загрязнения исследуемого водотока	2 5
3.Выполнение работы по исследованию экологического состояния реки Истры.....	3 0
3.1Отбор и анализ проб.....	3 0
3.2Анализ полученных результатов.....	4 1
3.3Практические рекомендации.....	4 9
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	5 1
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	5

ВВЕДЕНИЕ

Экологический мониторинг водных объектов – важнейшая система, необходимая для оценки состояния водных объектов, выявления основных потенциальных загрязнителей; прогнозирования возможных последствий от их влияния, разработки мер по предотвращению негативного воздействия. Экологический мониторинг также включает в себя оценку качества исследуемых вод по различным показателям.

В данной работе для оценки экологического состояния была выбрана река Истра, протекающая в Московской области.

Истра – река в Московской области России, левый приток Москвы–реки. Протекает по территории городских округов Солнечногорск, Истра и Красногорск. Вместе с образованным на реке водохранилищем является частью системы водоснабжения города Москвы. Истра относится к зоне санитарной охраны Москворецкого источника водоснабжения города Москвы, и качество воды в реке напрямую влияет на качество воды, подаваемой на Западную и Рублевскую станции водоподготовки.

Оценка степени загрязненности будет проводиться по гидрохимическим данным, полученным в результате лабораторного химического анализа отобранных проб на выбранные физико–химические показатели. По результатам можно будет оценить текущий уровень загрязненности водотока по некоторым показателям, выявить основные загрязняющие вещества и определить возможные участки их поступления.

Целью данной работы является анализ гидрохимических данных для оценки экологического состояния реки Истры.

Основные задачи работы состоят в следующем:

- изучить экологическое состояние реки Истры и её притоков на основе данных мониторинга за несколько лет;
- рассмотреть основные источники загрязнения реки и её притоков;
- провести анализ данных, полученных в результате отбора и анализа проб на выбранные физико–химические показатели в 8 точках реки, выявить основные загрязняющие вещества;
- разработать практические рекомендации для исследуемого водотока

Актуальность данной работы заключается в необходимости наблюдения за экологическим состоянием реки Истры из–за растущей антропогенной нагрузки на нее и малые реки, являющиеся её притоками. Вблизи русла реки и её притоков расположено большое количество предприятий, в том числе сельского хозяйства, а также же идет активная застройка. Это ведет к повышению вероятности попадания в реку плохо очищенных промышленных и коммунально–бытовых сточных вод, а также стоков отходов животного происхождения.

1. Осуществление экологического мониторинга на территории Московской области

1.1 Экологическое состояние водотоков Московской области

Так как в данной работе будет исследовано экологическое состояние реки, предварительно необходимо рассмотреть систему мониторинга поверхностных вод региона. В Московской области государственный экологический мониторинг осуществляется Федеральным государственным бюджетным учреждением «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ «Центральное УГМС»).

ФГБУ «Центральное УГМС» является структурной единицей Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). К задачам организации относят проведение непрерывных гидрометеорологических наблюдений и прогнозирования, а также мониторинг состояния окружающей среды, включающий в себя наблюдения за состоянием атмосферного воздуха и поверхностных вод, почв и донных отложений, радиационной обстановки, качеством промышленных выбросов.

В основные цели мониторинга поверхностных вод ФГБУ «Центральное УГМС» входит:

- выявление источников загрязнения, негативных процессов в водных объектах и на прибрежных территориях, передача полученной информации в природоохранные организации;
- обеспечение учёта результатов мониторинга в документах территориального планирования;

– оценка экологической эффективности водоохраных мероприятий [22].

Основными источниками загрязнения крупных водотоков региона являются недостаточно очищенные хозяйственно–бытовые и промышленные сточные воды таких крупных городов, как Одинцово, Клин, Серпухов, Кашира, Коломна, Москва, Воскресенск, Подольск, Наро–Фоминск, Щелково, Ногинск, Орехово–Зуево и многих других. Также существенное влияние оказывают сельскохозяйственные стоки, поступающие в реки или их притоки. В связи с высокой степенью загрязненности водоемов и водотоков Московской области, данная территория нуждается в экологическом мониторинге с целью улучшения качества вод. На территории Москвы и Московской области экологический мониторинг физико–химических показателей водных объектов проводятся на:

- 37 пунктах (60 створов) контроля за состоянием поверхностных вод,
- специальной сети наблюдений в количестве более 200 створов [18].

Отбираемые на анализ пробы анализируются по 40 физико–химическим показателям, среди которых к гидрохимическим относятся такие показатели, как общая жесткость, рН¹, БПК₅², процент насыщения кислородом, ХПК³, растворенный кислород, азот аммонийный, нитратный, нитритный, минерализация, нефтепродукты, АСПАВ, гидрокарбонаты, ионы магния, натрия, калия, кальция, хлорид–ионы, сульфат–ионы, фосфат–ионы, фторид – ионы, кремний, марганец (суммарно), железо общее, медь, никель, цинк, свинец, хром общий, Хром III, Хром VI. Данные показатели характеризуются степенью опасности для здоровья человека, а также для жизнедеятельности водных организмов. Полученные результаты позволяют отследить динамику возрастания или убывания концентрации загрязняющего вещества в исследуемом водотоке во времени с целью своевременного принятия мер по предотвращению негативного воздействия. В качестве примера представлены данные мониторинга на реке Москва по определенным показателям за 2020 – 2021 годы (см. таблицу 1.1).

¹ Здесь и далее в тексте рН–водородный показатель

² Здесь и далее в тексте БПК₅–биохимическое потребление кислорода (за 5 суток)

³ Здесь и далее в тексте ХПК– химическое потребление кислорода

Таблица 1.1 – Динамика вероятностных концентраций (X , мг/дм³) загрязняющих веществ и показателей качества воды реки Москвы[22]

Загрязняющие вещества и показатели качества воды	$X_{ср}(2020\text{год.})$	$X_{ср}(2021\text{год})$
Кислород	8,19	8,32
БПК ₅	3,70	3,91
ХПК	24,4	35,3
Фенолы	0,002	0,002
Нефтепродукты	0,1	0,09
АСПАВ	0,05	0,07
Азот аммонийный	1,56	1,69
Азот нитратный	1,71	3,56
Азот нитритный	0,149	0,167
Соединения железа	0,13	0,12
Соединения меди	0,003	0,003
Соединения цинка	0,039	0,041
Соединения никеля	0,002	0,003
Сульфаты	39,6	30,9
Хлориды	65,0	59,1
Минерализация	429	451
Фосфаты	0,258	0,231
Фториды	0,38	0,29
Формальдегид	0,01	0,02

По данным мониторинга в 2022 году (ежедекадно, ежемесячно, в основные фазы гидрологического периода) было отобрано и проанализировано 797 проб воды, выполнено 23 733 определения на содержание газовых компонентов, взвешенных, биогенных и органических веществ, показателей солевого состава, загрязняющих веществ. Было выявлено, что характерными загрязняющими веществами являлись соединения азота и фосфора, взвешенные и органические

вещества, нефтепродукты, фенолы, АПАВ и тяжелые металлы. Также, в 2022 году на водных объектах Московского региона было зафиксировано 215 случаев высокого загрязнения различными веществами. Это на 49 случаев меньше, чем в 2021 году (см. рисунок 1.1) [2]. Высоким загрязнением поверхностных вод называется максимальное разовое содержание для нормируемых веществ 1–2 класса опасности в концентрациях, превышающих ПДК⁴ от 3 до 5 раз, для веществ 3–4 класса опасности от 10 до 50 раз (для нефтепродуктов, фенолов, соединений меди, железа и марганца от 30 до 50 раз), величина биохимического потребления кислорода (БПК₅) от 10 до 40 мг/дм³, снижение концентрации растворённого кислорода до значений от 3 до 2 мг/дм³.

Среди случаев высокого загрязнения были отмечены:

- 1 случай медью (река Яуза);
- 1 случай дефицита кислорода (река Воймега);
- 3 случая свинцом (реки Яуза, Клязьма, Пахра);
- 4 случая железом (реки Воймега, Нерская);
- 14 случаев цинком (река Яуза, Клязьма, Москва, Рожая, Пахра);
- 29 случаев аммонийным азотом (реки Москва, Рожая, Закза, Воймега);
- 50 случаев легкоокисляемыми органическими веществами по БПК₅ (реки Ока, Кунья, Москва, Пахра, Нара, Рожая, Закза, Воймега, Клязьма, Дубна, Лопасня);
- 113 случаев нитритным азотом (реки Закза, Рожая, Ока, Лопасня, Пахра, Нара, Воймега, Клязьма, Москва).

⁴ Здесь и далее в тексте ПДК – предельно допустимая концентрация

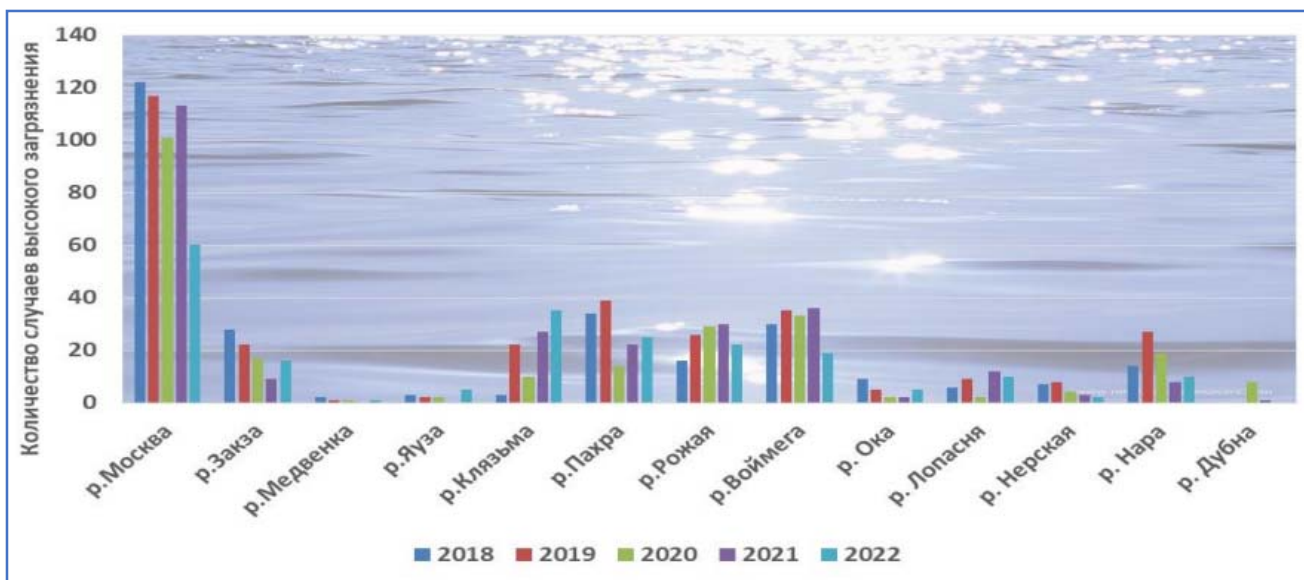


Рисунок 1.1 – Распределение количества случаев высокого загрязнения наиболее загрязненных водотоков Московского региона в 2018–2022 годах по данным наблюдений ФГБУ «Центральное УГМС»[2]

На данной диаграмме видно, что наиболее загрязнёнными водотоками региона являются реки Москва, Клязьма, Пахра, Рожая, Воймега, Нара и Закза. Также, на реках Клязьма, Пахра, Закза и Нара в 2022 году наблюдается увеличение количества случаев высокого загрязнения по сравнению с 2021 годом.

В рамках мониторинга экологического состояния водотоков также проводится оценка качества воды водотоков и водоемов по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ). Данные исследований за 2022 год показали, что качественный состав поверхностных вод Московского региона представляется следующими классами: 3 класс от «А» до «Б»; 4 класс от «А» до «Г» и 5 класс (см. рисунок 1.2)[2]. По данным рисунка можно сделать вывод, что большинство вод центрального региона относятся к 4 классу загрязненности (грязные воды), к разрядам «а» и «б».

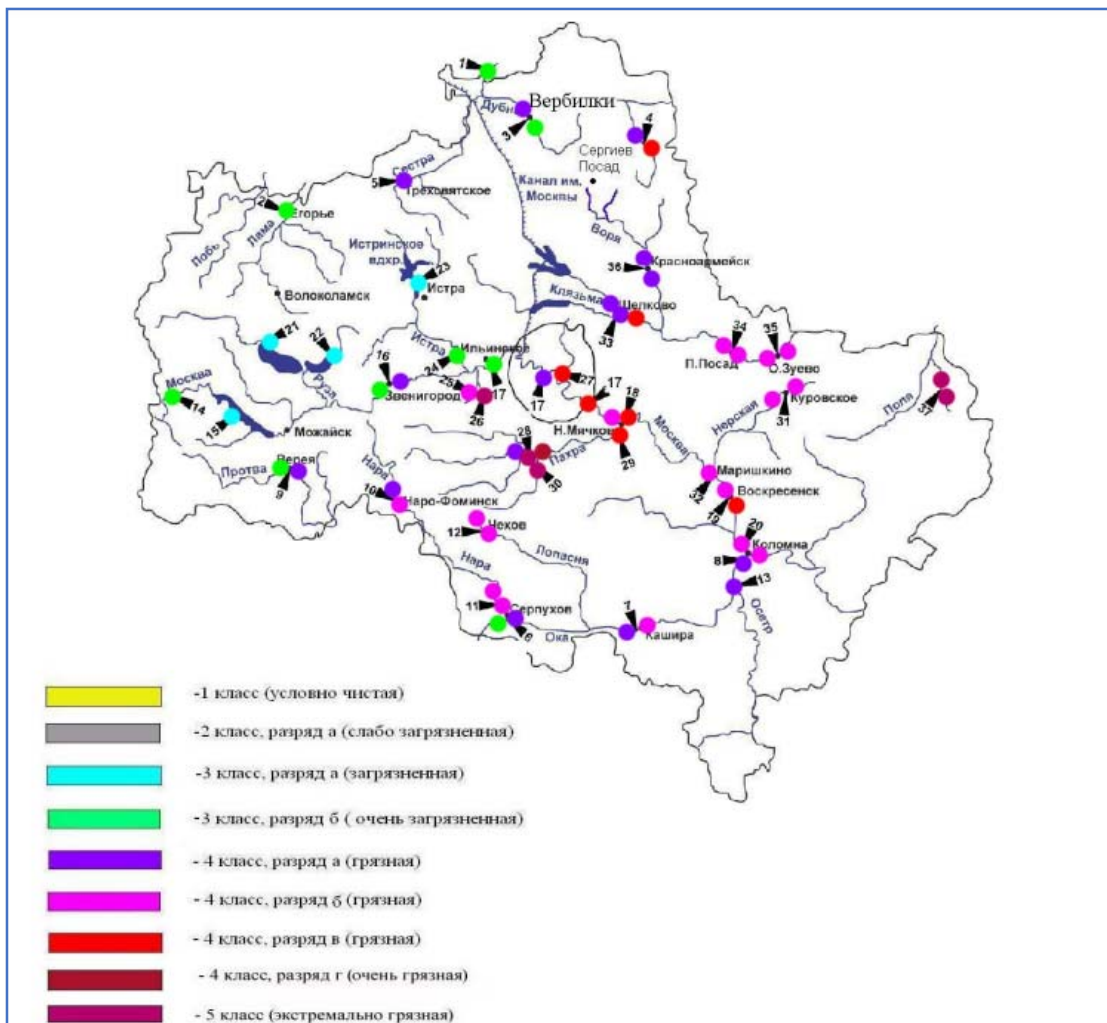


Рисунок 1.2 –Схема качества поверхностных вод на карте Московского региона по данным наблюдений ФГБУ «Центральное УГМС» в 2022 году[2]

1.2 Контролируемые физико–химические показатели водных объектов

Оценка степени загрязненности поверхностных вод – установление в той или иной форме, через ту или иную систему показателей, характеризующих состав и свойства поверхностных вод, отличия от их нормативных значений, свидетельствующих о пригодности воды для водопользования [4].

Конструктивной особенностью метода комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям является проведение на первом этапе детального покомпонентного анализа химического состава воды и его режима и последующее использование полученных оценочных составляющих на втором этапе для одновременного учета комплекса наблюдаемых ингредиентов и показателей качества воды. Первый составной

элемент метода комплексной оценки– уровень загрязненности воды данного водного объекта в конкретном пункте наблюдений, определяемый через относительную характеристику, рассчитанную по реальным концентрациям совокупности загрязняющих веществ и соответствующим нормативам. Сочетание уровня загрязненности воды определенными загрязняющими веществами и частоты обнаружения случаев нарушения нормативных требований позволяет получить комплексные характеристики, условно соответствующие «долям» загрязненности, вносимым каждым ингредиентом и показателем загрязненности в общее качество воды [3].

В данной работе будет проводиться оценка степени загрязненности реки Истры по гидрохимическим данным. Измеренные показатели относятся к физико–химическим, что означает, что качество воды определяется непосредственно её химическим составом. Выделяют четыре класса опасности веществ, загрязняющих воду водных объектов рыбохозяйственного значения и токсичных для водных биоресурсов. При отнесении вещества к определенному классу опасности учитывается токсичность вещества по величине его ПДК, стабильность этого вещества в водном объекте и его кумулятивные свойства. Отнесение проводится по любому из указанных признаков, одному или нескольким.

- 1 – чрезвычайно опасные;
- 2 – высоко опасные;
- 3 – опасные;
- 4 – умеренно опасные[12].

Для оценки экологического состояния реки будут рассмотрены результаты определения в воде следующих показателей: азот аммонийный, азот нитратный, азот нитритный, железо общее, марганец, медь, никель, кадмий, общая жесткость, ионы кальция, ионы магния, нефтепродукты, сульфат–ионы, рН, фосфат–ионы, хлорид–ионы, сухой остаток, перманганатная окисляемость.

1. Аммонийный азот

Аммонийный– азот, который содержится в аммоний–ионах. Присутствие в незагрязненных поверхностных водах ионов аммония связано, главным образом, с процессами биохимического разложения белковых веществ, мочевины, дезаминирования аминокислот. Кроме того, ионы аммония могут образовываться в результате анаэробных процессов восстановления нитратов и нитритов. Основной источник антропогенного загрязнения поверхностных вод ионами аммония – это сточные воды многих отраслей промышленности, бытовые стоки, смывы с сельскохозяйственных угодий. Сезонные колебания концентрации ионов аммония характеризуются обычно понижением весной и в начале лета, в период интенсивной фотосинтетической деятельности фитопланктона, и повышением в конце лета – начале осени при усилении процессов бактериального разложения органического вещества в периоды отмирания водных организмов [15]. Для водных объектов рыбохозяйственного значения ПДК ионов аммонийного азота $0,4 \text{ мг/дм}^3$, класс опасности 4.

2. Нитратный и нитритный азот

Нитраты и нитриты являются солями азотной и азотистой кислоты. В поверхностных водах они образуются в процессе окисления аммонийного азота. Нитраты–промежуточная стадия трансформации азота, поэтому данные соединения присутствуют во всех природных водах, попадая туда в процессе окисления и трансформации органического вещества. Обычно повышенное содержание нитратов в воде сопряжено с активным применением этой формы азота в качестве минерального удобрения при выращивании практически всех агрономически ценных культур. Для водных объектов рыбохозяйственного значения ПДК ионов нитратного азота $9,0 \text{ мг/дм}^3$, класс опасности 4. Нитриты–промежуточный этап окисления – продукт растворения в воде оксида азота (IV). Нитрит– ионы могут образовываться в процессе восстановления нитрат– ионов, например, при дефиците кислорода или в анаэробных условиях. Для водных объектов рыбохозяйственного значения ПДК ионов нитритного азота $0,02 \text{ мг/дм}^3$, класс опасности 4.

3. Тяжелые металлы

Тяжелые металлы могут попадать в поверхностные воды из естественных источников (горных пород, поверхностных слоев почвы и подземных вод), а также со сточными водами многих промышленных предприятий и атмосферными осадками, загрязненными дымовыми выбросами. Автотранспорт является одним из основных источников выбросов в атмосферу тяжелых металлов. Также представляют опасность для окружающей среды отработанные автомобильные аккумуляторы, и простые батарейки, собираемые на свалках. Кроме того, тяжелые металлы являются естественными примесями, входящими в состав исходного сырья для производства удобрений и пестицидов, и могут попадать в водоемы вместе со стоком с сельскохозяйственных полей и огородов.

В пробах из исследуемой в работе реки будет проводиться определение таких металлов, как общее железо, марганец, медь, никель, кадмий. ПДК железа в водоемах рыбохозяйственного значения $0,1 \text{ мг/дм}^3$, класс опасности 4; марганца – $0,01 \text{ мг/дм}^3$, класс опасности 4; меди – $0,001 \text{ мг/дм}^3$, класс опасности 3; кадмия – $0,001 \text{ мг/дм}^3$, класс опасности 2; никеля – $0,01 \text{ мг/дм}^3$, класс опасности 3.

4. Ионы кальция и магния.

Ионы кальция и магния, а также других щелочноземельных металлов, обуславливающих жесткость воды, присутствуют во всех минерализованных водах. Естественный источник кальция и магния – природные залежи известняков, гипса и доломитов. Данные элементы поступают в воду в результате взаимодействия растворенного диоксида углерода с минералами, а также при прочих процессах растворения и химического выветривания горных пород. Источником этих ионов могут служить также микробиологические процессы, протекающие в почвах на площади водосбора, в донных отложениях. Большие количества кальция выносятся со сточными водами и стоками сельскохозяйственных угодий, особенно при использовании кальцийсодержащих минеральных удобрений.

Жесткость воды подвержена заметным сезонным колебаниям, достигая обычно наибольшего значения в конце зимы и наименьшего в период паводка. По значению общей жесткости природные воды делят на группы:

1. очень мягкая вода (0–1,5 °Ж)
2. мягкая вода (1,5–4 °Ж)
3. вода средней жесткости (4–8 °Ж)
4. жесткая вода (8–12 °Ж)
5. очень жесткая вода (более 12 °Ж)

ПДК кальция в водоемах рыбохозяйственного значения 180 мг/дм³, класс опасности 4; магния – 40 мг/дм³, класс опасности 4.

5. Нефтепродукты.

Нефтепродукты являются одними из самых часто встречающихся антропогенных загрязнителей. Они поступают в водотоки из-за деятельности автотранспорта и предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, сточных вод промышленных предприятий. Попадание нефти и её компонентов в окружающую среду вызывает серьёзные изменения физических, химических и биологических свойств, характеристик природной среды обитания, нарушает ход естественных биохимических процессов.

В водоемах нефтепродукты пребывают в различных формах:

1. образуют тонкую пленку на поверхности воды;
2. аккумулируются в виде взвешенных частиц в донных отложениях;
3. находятся в растворенном виде.

ПДК нефтепродуктов в водоемах рыбохозяйственного значения 0,05 мг/дм³, класс опасности 3.

6. Водородный показатель (рН)

Уровень концентрации свободных ионов водорода в водоёмах естественного происхождения определяется количественным методом соотношения концентраций угольной кислоты и её ионов. В соответствии с Приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 года N 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 10 марта 2020 года),

водородный показатель (рН) должен соответствовать фоновому значению показателя для воды водного объекта рыбохозяйственного значения. Обычно, уровень рН в водотоках имеет показатель в границах от 6,5 до 8,5.

7. Перманганатная окисляемость

Перманганатная окисляемость отражает общее содержание в воде органических веществ –это количество кислорода, которое потребляется при химическом окислении содержащихся в воде органических и неорганических веществ под действием раствора перманганата калия при нагревании в кислой среде[11]. Перманганатная окисляемость нормируется только в питьевой воде. Обнаружение значений окисляемости, превышающих предельно допустимые концентрации, само по себе не даёт информации о составе воды, но даёт повод провести расширенные исследования для выявления причины данного превышения.

8. Сухой остаток

Сухой остаток–это общее количество растворенных в воде минеральных неорганических солей кальция, магния, калия, натрия, хлоридов и сульфатов, а также небольшое количество органических веществ.ПДК сухого остатка в питьевых водах не должна превышать 1 г/л, что соответствует пресной воде, в поверхностных водах данный показатель не нормируется.

9. Сульфат– и хлорид–ионы

Сульфаты в воде являются анионами солей серной кислоты. Они всегда присутствуют в слабоминерализованных водах, образуясь вблизи земной поверхности при повышенной концентрации кислорода, проникают глубоко в грунт, испаряются и накапливаются во всех видах атмосферных осадков.В природе их распространению способствуют выветривание осадочных пород и жизнедеятельность сульфатредуцирующих бактерий. Немало сульфатных соединений поступает в источники с промышленными и канализационными стоками. Достаточно часто в воде одновременно присутствуют и хлориды, и сульфаты.

Хлориды в воде – это соли, полученные при взаимодействии соляной кислоты и катионов металла. Хлориды также имеют высокую растворимость в воде. К самым распространенным относят кальциевые, магниевые и натриевые. Как и сульфаты, в поверхностные воды хлориды преимущественно попадают из естественных источников. Кроме того, на их повышенные концентрации может влиять деятельность человека. Удобрения, соль для растворения льда на дорогах, выбросы предприятий химической промышленности, свалки, сточные воды – все это способствует появлению и круговороту хлоридов в природе. В промышленных сточных водах могут содержаться различные соли, характер и оказываемое влияние которых зависит от производственного предприятия [18].

ПДК сульфат–ионов в водоемах рыбохозяйственного значения 100 мг/дм^3 , класс опасности 4; хлорид–ионов – 300 мг/дм^3 , класс опасности 4.

10. Фосфат–ионы

Фосфаты являются соединениями фосфорной кислоты с преимущественно щелочными металлами. В поверхностных водах неорганический фосфор находится в виде соединений – орто– и полифосфатов. В водоемы и подземные воды фосфорные соединения проникают при выветривании фосфатных пород (апатитов, фосфоритов). Фосфат–ионы также образуются при естественном разложении, при биохимической переработке останков различных живых организмов: растений, насекомых, животных. Фосфаты также могут попадать в воды в результате сельскохозяйственной деятельности, промышленных, бытовых стоков, от эрозии грунтов и регенерации донных минеральных отложений [6]. ПДК фосфат–ионов в водоемах рыбохозяйственного значения $0,2 \text{ мг/дм}^3$, класс опасности 4.

2. Экологическое состояние реки Истры и ее притоков

2.1 Характеристика исследуемого водотока

Истра – река в Европейской части России, в Московской области; левый приток реки Москвы (бассейн Волги). Истра берёт начало на Московской возвышенности, недалеко от посёлка Коськово Московской области. Протекает в Солнечногорском, Истринском и Красногорском районах Подмосковья. Впадает в реку Москву в районе села Петрова–Дальнего(см. рисунок 2.1).

Длина реки 113 км, площадь бассейна 2050 км². Всего в бассейне Истры около 190 водотоков общей протяжённостью 885 км. Река имеет зарегулированный сток, определяемый условиями эксплуатации Истринского водохранилища и его гидрологическим режимом.

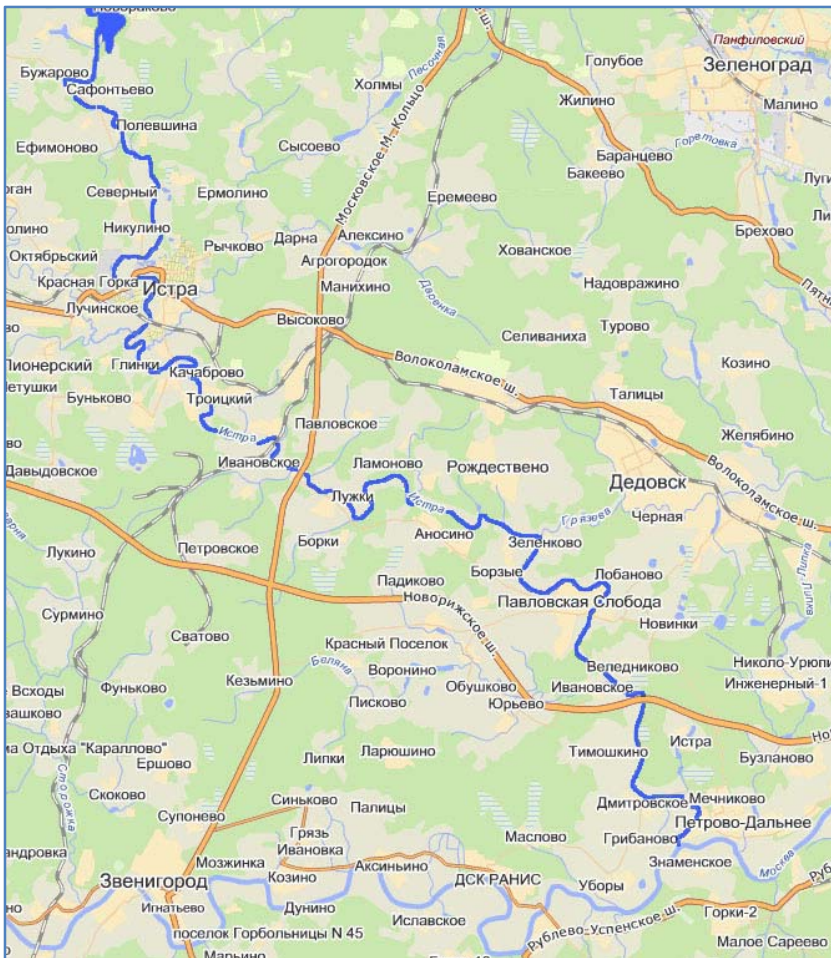


Рисунок 2.1– Фрагмент реки Истры от Истринского водохранилища до Москвы–реки

Среднемноголетний расход воды на г/п Павловская Слобода (12 км от устья) – $12,1 \text{ м}^3/\text{с}$ (объём стока – $0,382 \text{ км}^3/\text{год}$). Ширина реки в нижнем течении – 17–30 метров, глубина – 1,0–1,5 метра, скорость течения – 0,1–0,3 м/с. Питание реки преимущественно снеговое (около 60%), на долю подземного и дождевого приходится 28% и 12% соответственно. Восточноевропейский тип водного режима: высокое весеннее половодье, летне–осенняя и зимняя межень. Зимой река не замерзает из–за грунтовых вод. Половодье начинается в марте–апреле, завершается в апреле–мае. Данные уровня воды фиксируются гидрологическим постом в селе Павловская слобода (см. рисунок 2.2). Средний подъём уровня воды в период весеннего половодья 2,5–3,5 м, абсолютный минимум по данным гидропоста равнялся 29 см, абсолютный максимум 447 см. Максимальный сток – в апреле ($49,2 \text{ м}^3/\text{с}$), минимальный – в январе – феврале ($6,49 \text{ м}^3/\text{с} – 6,65 \text{ м}^3/\text{с}$)[16].

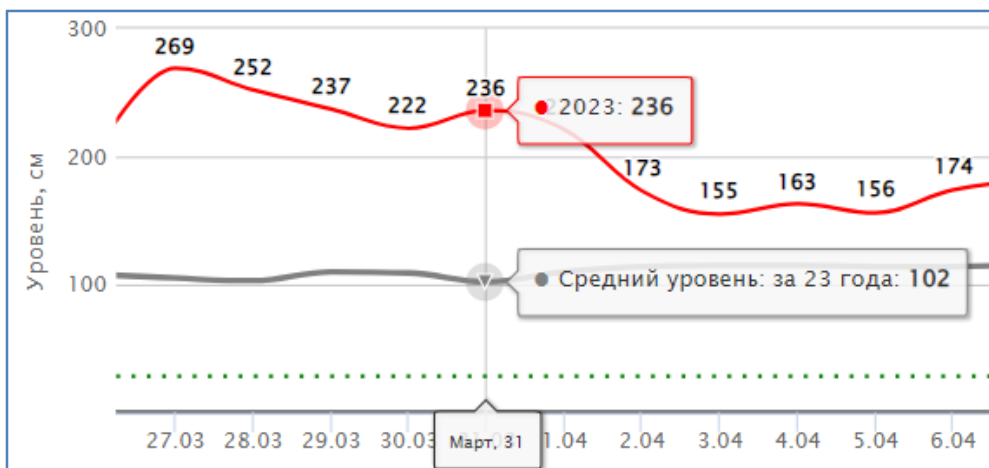


Рисунок 2.2–График уровня воды в реке Истра по гидропосту в селе Павловская слобода[16]

Грунты на дне реки песчаные, глинистые с иловыми отложениями. Водная растительность реки включает комплекс жестких околоводных и погруженных растений, к примеру камыш, осока. Из мягкой водной растительности в русле Истры встречаются рогуз, элодея, ряска[1]. В реке также обитают такие виды рыб, как плотва, уклейка, елец, голянь, ёрш, окунь, лещ и другие. В нижнем течении ниже плотины Истринского водохранилища встречаются голавль, пескарь, голец, язь, жерех[16].

К притокам реки Истры относятся (с указанием расстояния до устья):

- 9 км – река Беяна (правый приток). Исток в 3 км к северо-востоку от села Ершово, устье в 3 км ниже села Павловская Слобода. Длина – 17 км, площадь водосборного бассейна – 86,3 км². Равнинного типа. Питание преимущественно снеговое. Беяна замерзает в ноябре – начале декабря, вскрывается в конце марта – апреле.
- 9 км – река Грязева (левый приток). Исток – в километре к западу от платформы «Миитовская» Рижского направления Московской железной дороги, длина 26 км.
- 42 км – река Песочная (левый приток). Берёт начало в километре к юго-западу от пересечения Пятницкого шоссе Р111 и Московского малого кольца А107, на границе Солнечногорского и Истринского районов. Протекает через город Истру

и у его западной окраины впадает в одноимённую реку. Длина – 24 км, площадь водосборного бассейна – 152 км².

– 44 км – река Малая Истра (правый приток). Является наиболее загрязненным притоком Истры. Протекает по территории Рузского и Истринского районов. Исток – озеро Глубокое. Впадает в Истру у юго–западной окраины города Истра. Наиболее загрязненный участок – ниже автодороги М9 «Балтия» до впадения в реку Истру. Длина – 48 км, площадь водосборного бассейна – 483 км².

– 75 км – река Нудоль (правый приток). Образуется в 1,5 км к западу от посёлка Нудоль Клинского района слиянием рек Болденки и верхней Вельги. Длина составляет 26 км, площадь водосборного бассейна – 320 км².

– 75 км – река Раменка (правый приток). Исток – у деревни Назарово, впадает в Истринское водохранилище у деревни Верхуртово. Длина – 11 км, площадь водосборного бассейна – 50,7 км².

– 77 км – река Катыш (правый приток). Исток – в районе деревни Бакланово Клинского района, впадает в Истринское водохранилище у деревни Колтышево Солнечногорского района. Равнинного типа. Питание преимущественно снеговое. Замерзает в ноябре – начале декабря, вскрывается в конце марта – апреле. Длина 22 км, площадь водосборного бассейна – 103 км².

– 77 км – река Чёрная (правый приток). Длина – 24 км, площадь водосборного бассейна – 73,3 км². Протекает по территории Клинского района и Солнечногорского районов.

– 96 км – река Палишня (правый приток). Длина реки составляет 11 км, площадь водосборного бассейна – 28 км².

Водоохранная зона реки составляет 200 метров. В соответствии с СП 2.1.4.1075–01 «Зоны санитарной охраны источников питьевого водоснабжения г. Москвы», территория вдоль рек Истра, Малая Истра и их притоков первого порядка находится во II поясе ЗСО источников питьевого водоснабжения города Москвы и имеет ограниченный режим использования территории [13]. Второй и третий пояса (пояса ограничений) включают территорию, предназначенную для предупреждения загрязнения воды источников водоснабжения. На территории

второго пояса не допускается размещение складов горюче–смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промстоков, шламохранилищ и других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения подземных вод. Также запрещается размещение полей фильтрации, навозохранилищ, силосных траншей, животноводческих и птицеводческих предприятий и других объектов, обуславливающих опасность микробного загрязнения подземных вод. На территории второго пояса зоны санитарной охраны запрещается сброс в реку промышленных, сельскохозяйственных, городских и ливневых сточных вод, концентрации химических веществ и микроорганизмов, в которых превышают установленные гигиенические нормативы качества воды[17]. По категориям рыбохозяйственных объектов (Положение об отнесении водного объекта или части водного объекта к водным объектам рыбохозяйственного значения утверждено постановлением Правительства РФ от 28 февраля 2019 г. № 206), река Истра относится к первой категории.

2.2 Экологическое состояние водотока по гидрохимическим показателям

Для оценки экологического состояния водотока по гидрохимическим показателям были проанализированы данные экологических мониторингов, зафиксированные в ежегодниках Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [23]. По просмотренным данным ежемесячного мониторинга за последние 3 года, не было зафиксировано ни одного высокого загрязнения на реке. Напротив, в феврале 2021 было зарегистрировано максимальное среди водоемов содержание растворенного в воде кислорода (7,7 мг/л, при норме не ниже 6,0 мг/л). В сентябре 2022 в воде реки также была зафиксирована самая низкая концентрация аммонийного азота и легкоокисляемых органических веществ по БПК₅. Для оценки качества воды по удельному

комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ) были рассмотрены данные ежегодников о состоянии поверхностных вод Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (см. таблицу 2.1) [5].

Таблица 2.1–Характеристика состояния загрязненности водотока, 2012–2021годах[5]

Год	Класс, разряд	Характеристика состояния загрязненности	Число КПЗ ⁵
2012	3–й, «б»	Очень загрязненная	Отсутствуют
2013	3–й, «б»	Очень загрязненная	Отсутствуют
2014	3–й, «б»	Очень загрязненная	Отсутствуют
2015	3–й, «б»	Очень загрязненная	Отсутствуют
2016	4–й, «б»	Грязная	Отсутствуют
2017	4–й, «б»	Грязная	Отсутствуют
2018	3–й, «б»	Очень загрязненная	Отсутствуют
2019	3–й, «б»	Очень загрязненная	Отсутствуют
2020	3–й, «б»	Очень загрязненная	Отсутствуют
2021	3–й, «б»	Очень загрязненная	Отсутствуют

По данным таблицы можно сделать вывод, что с 2012 по 2021 год преимущественно качество воды оценивалось классом 3, разрядом «б» – «очень загрязненная». Таким образом, река Истра является одним из самых наименее загрязненных водотоков на территории города Москвы и области.

В качестве примера можно также рассмотреть результаты анализа воды из реки с целью рассмотрения уровня загрязненности водотока для дальнейшего изучения работы очистных сооружений. Отбор производился в месте, где располагаются предприятия разнообразных отраслей (производство бетона, упаковки, автоматизированного оборудования). Кроме того, в данном районе располагаются небольшие жилые комплексы, коммунально–бытовые воды которых также сбрасываются в реку Истру. По данным анализа, существенных превышений в данном районе (0,5 км выше автодорожного моста, то есть выше выпуска сточных вод после очистных сооружений предприятия) в створе не выявлено (см. таблицу 2.2) [1].

⁵Здесь и далее в тексте КПЗ –Критические Показатели Загрязненности

Таблица 2.2 –Качество воды в реке выше выпуска сточных вод[1]

№	Показатель	Значение С, мг/дм ³	ПДК, мг/дм ³
1	Взвешенные вещества	9,7	-
2	БПК ₅	3,15	3
3	Аммоний–ион	1,152	0,5
4	Нитрит–ион	0,155	0,08
5	Нитрат–ион	4,79	40
6	Фосфат–ион	0,157	0,2
7	АСПАВ	0,048	0,1
8	Нефтепродукты	0,12	0,05
9	Хлорид–анион	22,1	300
10	Сульфат–анион	24,8	100

Превышение ПДК загрязняющих веществ, содержащихся в природной воде, было отмечено по 4 из 10 показателей качества воды, а именно по БПК₅, нитрит-ионам, ионам аммония и нефтепродуктам [1]. Допустимые нормативы ПДК были взяты из Приказа Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 года N 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 10 марта 2020 года).

Несмотря на общее удовлетворительное состояние реки, отмечались экологические проблемы на её притоках, малых реках. Относительно небольшие размеры и разветвленность данных водотоков приводят к их быстрому реагированию на увеличение антропогенных нагрузок, поэтому они являются наиболее уязвимыми звеньями гидросферы суши. Наиболее существенными факторами изменения химического состава воды малых рек на территории города Истра являются неэффективно работающие локальные очистные сооружения хозяйственно–бытовых сточных вод местных предприятий, качество очистки некоторых часто не соответствует требованиям, предъявляемым к производственным стокам. Также существенную роль в загрязнении малых рек играет отсутствие очистных сооружений поверхностного стока в городах Истра и Дедовск [8].

Были рассмотрены данные о загрязненности Малой Истры по гидрохимическим показателям из отчёта инженерно–экологических изысканий. В 2021 году в ходе инженерно–экологических изысканий был произведен отбор пробы воды на гидрохимические показатели из поверхностного источника –реки Малой Истры. Так как участок производства работ расположен в водоохранной зоне водного объекта, производился отбор пробы для проведения лабораторных исследований. Район изысканий расположен по адресу: Московская область, Истринский район, село Лучинское, территория АО «Санаторий Истра» [21]. В результате анализа пробы в испытательной лаборатории были получены результаты (см. таблицу 2.3).

Таблица 2.3–Результаты исследования по гидрохимическим данным[21]

№	Показатель	Значение С, ед.изм.	ПДК, мг/дм ³
1	рН	7,97 ед. рН	Не нормируется
2	Взвешенные вещества	4,6мг/дм ³	Не нормируется
3	Кислород растворенный	6,97мг/дм ³	Не менее 6,0
4	ХПК	39мг/дм ³	Не нормируется
5	БПК ₅	8,92мг/дм ³	2,1
6	Хлорид–анион	54,7мг/дм ³	300
7	Нитрат–ион	10,2мг/дм ³	40
8	Сульфат–анион	25,2 мг/дм ³	100
9	Нитрит–ион	0,079 мг/дм ³	0,08
10	Аммоний–ион	0,59 мг/дм ³	0,5
11	Железо	0,17 мг/дм ³	0,1
12	Марганец	0,11 мг/дм ³	0,01
13	Медь	0,0014 мг/дм ³	0,001

14	Цинк	0,011 мг/дм ³	0,01
15	Никель	<0,001 мг/дм ³	0,01
16	Нефтепродукты	<0,005 мг/дм ³	0,05
17	Фенол	<0,0005 мг/дм ³	0,001

Полученные данные можно также сравнить с нормативами ПДК. По результатам исследования можно сделать вывод, что в данном участке реки, помимо незначительного превышения железа, меди и цинка, наблюдается превышение марганца и биохимического потребления кислорода. Химическое и биохимическое потребление кислорода отражает объем загрязнений стоков и позволяет определить расход кислорода, необходимый для разложения загрязняющих органических соединений. Так как ХПК значительно превышает БПК, это говорит о наличии в стоках стойких органических соединений, не подвергающихся биохимическим взаимодействиям, а также о том, что стоки скорее всего образовались в результате производственных процессов. Это подтверждает необходимость в усовершенствовании системы очистки стоков для ряда предприятий.

2.3 Источники загрязнения исследуемого водотока

На территории Истринского района находится большое количество промышленных и сельскохозяйственных предприятий, оказывающих влияние на экологическое состояние реки Истры и её притоков. Основной причиной загрязнения водотока является попадание в речную воду недостаточно очищенных канализационных и сточных вод, и смыв навозосодержащих стоков с сельскохозяйственных угодий. Также существенное влияние имеет отсутствие в крупных городах, таких как Истра и Дедовск, очистных сооружений городских ливневых стоков – загрязненные воды попадают непосредственно в реку.

В городе Истра действует единая система канализации, охватывающая около 80% жилой застройки и все предприятия. Услугами Истринского

водоканала ежедневно пользуются жители городов Истры и Дедовска, а также Ермолинского, Лучинского, Ивановского, Павлово–Слободского сельских поселений. Очистные сооружения расположены за чертой города Истры, вблизи деревни Качаброво. На очистных сооружениях применяются следующие методы очистки: механический и биологический (аэротенки, вторичные отстойники), доочистка (барабанные сетки, песчаные фильтры). Водоприемником очищенных сточных вод является река Истра – рыбохозяйственный водоем первой категории [12].

К предприятиям, с которых на очистные сооружения поступают производственные сточные воды, относятся: ОАО «Детское питание «Истра–Нутриция», ООО «KRKA–RUS», ОАО Истринский опытный завод «Углемаш», ОАО «Проектно–строительное объединение № 13», ООО «Истринское ДРСУ», ЗАО «Истра–мебель» и другие. Ряд предприятий имеют очистные сооружения, на которых производственные стоки очищаются перед сбросом. Однако, качество данной очистки не всегда соответствует требованиям, предъявляемым к производственным стокам, и сбрасываемые воды имеют категорию «условно чистые». Предприятия ОАО Истринский опытный завод «Углемаш», ОАО «Детское питание «Истра–Нутриция» сбрасывают воды непосредственно в реки Истра, Песочная, Маглуша [12].

Другие очистные сооружения расположены в деревне Павловское на участке площадью 3700 м², находящиеся в ведении МУП «Истринский Водоканал». Их производительность составляет 700 м³/сут при фактическом поступлении стоков в размере 332 м³/сут. Выпуск сточных вод также осуществляется в реку Истру. Расстояние до ближайшего пункта водопользования составляет 4 км. ОАО «Куйбышево» является основным сельскохозяйственным предприятием, сбрасывающим стоки. Однако, очищенные сточные воды не соответствуют нормативам – по БПК₅ содержание составляет 4,86 мг/дм³ (при норме 2,0 мг/дм³), фосфат-ионам 3,90 мг/дм³ (при норме 0,2 мг/дм³) и нитрат-ионам – 97,88 мг/дм³ (при норме 40 мг/дм³). По остальным химическим показателям превышений не наблюдается [12].

Канализационные очистные сооружения поселка станции Манихино находятся на балансе МУП «Истринский Водоканал». Сооружениям требуется реконструкция, поскольку практически по всем химическим показателям отмечается низкая эффективность очистки сточных вод. В сбросных водах величина БПК₅ составляет 9,60 мг/дм³ (при норме 2,0 мг/дм³), фосфат-ионов 5,20 мг/дм³ (при норме 0,2 мг/дм³), железа 0,92 мг/дм³ (при норме 0,1 мг/дм³). Концентрации взвешенных веществ 24,6 мг/дм³, что превышает нормы в 2 раза. В отдельные периоды отмечается также несоответствие ПДК по содержанию хлоридов [12].

Для выявления источников загрязнения реки Истры были также проанализированы данные о зафиксированных экологическим мониторингом нарушениях на территории региона, связанных с превышением допустимых концентраций сбрасываемых вод. Проводящийся в Истринском районе экологический мониторинг неоднократно фиксировал нарушения, связанные с недостаточно очищенными стоками.

23 ноября 2021 года Минэкологии Московской области оштрафовало производителей упаковки за загрязнение притока реки Истры. С очистных сооружений предприятия в ручей, сбрасывались сточные воды с превышением ПДК хлоридов, нефтепродуктов и железа. Рассмотрев материалы проверки, инспекторы наложили на компанию два штрафа на общую сумму свыше 200 тысяч рублей [19].

8 апреля 2020 года поступила информация из АО "Мосводоканал" о загрязнении реки Малая Истра вблизи деревни Кострово городского округа Истра. Проведенный лабораторный анализ свидетельствовал о сбросе плохо очищенных сточных вод в безымянный ручей и далее – в Малую Истру. Было выявлено превышение предельно допустимых концентраций соединений аммоний-ионов и нитрит-ионов. Такой состав может быть следствием сброса неочищенных канализационных стоков. Предположительно, сброс происходил с очистных сооружений компании, которая эксплуатирует гостиничный комплекс [20].

Существенное воздействие на состояние реки Истры и её притоков оказывают сельскохозяйственные предприятия Истринского городского округа. К основным относят ОАО «Куйбышево», ООО «СП Русь–Инвест», ОАО «Онуфриенский», ООО «Ново–Петровская птицефабрика», ФГУП НЭХ «Снегири», ЗАО Глебовское ПО, ООО «Молоко Слободское», ООО «Истринский», ЗАО «Петелинская Птицефабрика». Кроме того, в городском округе функционирует около 270 фермерских хозяйств [12]. Это создаёт существенный риск загрязнения реки Истры и её притоков отходами с сельскохозяйственных предприятий. Несколько раз лабораториями АО «Мосводоканал» фиксировалось резкое ухудшение качества воды в Истре и ее притоках в связи с продолжительными дождями. Основной причиной загрязнения являлось попадание в речную воду навозосодержащих стоков с сельскохозяйственных угодий. К примеру, в 2008 году был зафиксирован смыв навозосодержащих поверхностных вод с территорий предприятий ФГУП НЭХ «Снегири», ЗАО Глебовское ПО и «Петелинской птицефабрики» [7]. В 2019 году также была выявлена опасность загрязнения водотоков, зафиксированная в ходе проверки АО «Мосводоканал». По данным мониторинга, угроза исходила от сельскохозяйственного предприятия, которое занимается животноводством, используя земельные участки, расположенные во втором поясе санитарной охраны реки Малая Истра. Проверяющие обнаружили незапаханные разливы отходов животноводства, а также повреждения в обваловке хранилищ жидких отходов, находящихся на расстоянии 750 м от реки [9].

Одним из источников загрязнения долгое время являлся Истринский полигон ТБО⁶, на которую осуществлялся вывоз мусора из Истры и близлежащих населенных пунктов. На 2012 год на площадях полигона было складировано более 3 миллионов кубических метров твердых бытовых отходов, располагался он всего лишь в 368 метрах от реки Истра. В 2014 году полигон был закрыт и на данный момент захоронение отходов на нем не производится.

⁶ Здесь и далее в тексте ТБО – твердые бытовые отходы

Однако, за период с 2020 по 2021 годы в рамках ведения государственного мониторинга водных объектов было проведено исследование водотоков Московской области в бассейнах рек Москва, Ока, Клязьма и Волга по 23 показателям воды. По результатам была проанализирована ситуация, складывающаяся на территории наблюдений вблизи полигонов ТБО. Несмотря на закрытие большинства полигонов Московской области, они все еще оказывают определенное негативное воздействие на ближайшие водотоки. В качестве примеров приведены данные по марганцу, БПК₅, ХПК, азоту нитритному и аммонийному, железу общему, фенолам (см. рисунок 2.3, рисунок 2.4, рисунок 2.5). Наблюдения проводились с привлечением независимых аккредитованных лабораторий. Гидрохимический анализ проб воды из реки Истры вблизи бывшего полигона ТБО показал незначительные отклонения от нормативов рыбохозяйственного значения по железу общему, марганцу, нитритному азоту, что свидетельствует о том, что полигон все еще оказывает негативное воздействие на реку [10].

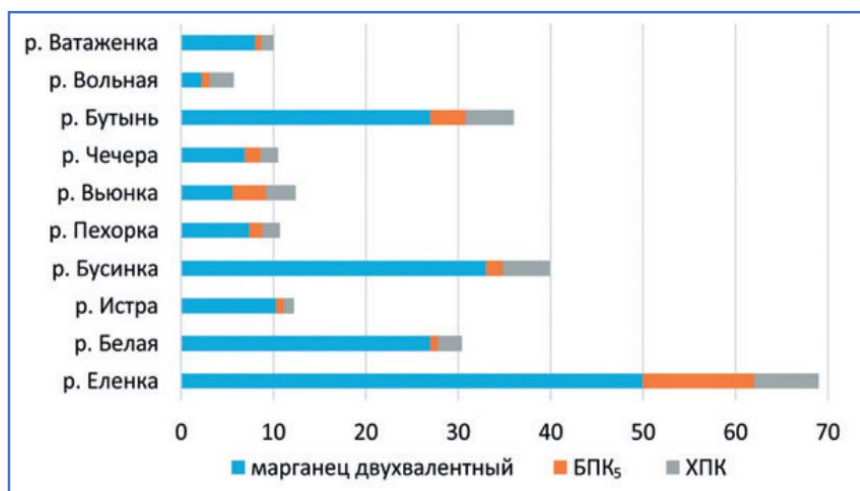


Рисунок 2.3 Кратность превышения ПДК в воде по марганцу и БПК₅ [10]

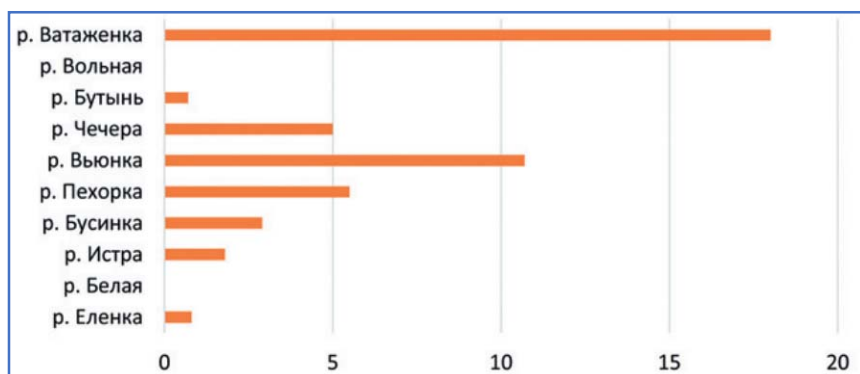


Рисунок 2.4 Кратность превышения ПДК в воде по азоту нитритному[10]

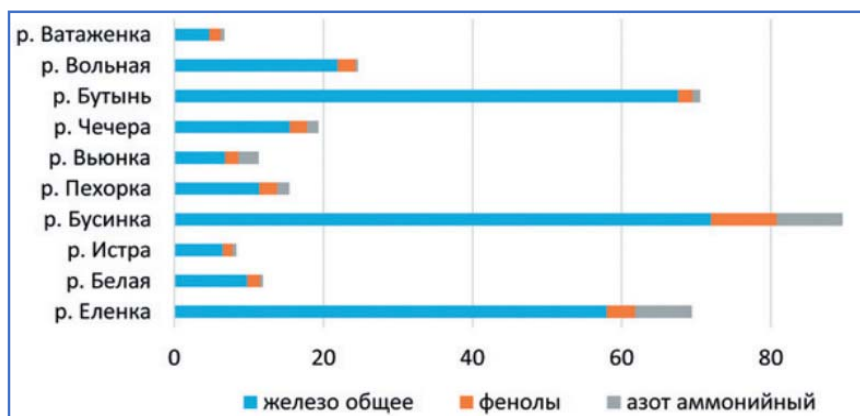


Рисунок 2.5 Кратность превышения ПДК в воде по железу общему, фенолам и азоту аммонийному[10]

3.Выполнение работы по исследованию экологического состояния реки Истры

3.1 Отбор и анализ проб

Проведенная работа по определению экологического состояния реки Истры по гидрохимическим данным включает в себя несколько этапов.

1.Выбор места отбора проб воды.

2.Проведение отбора.

3.Выполнение химического лабораторного анализа отобранных проб на определенные показатели.

4.Анализ полученных результатов.

Полученные в результате анализа данные позволят определить, превышают ли какие-то показатели допустимые для данного водотока нормативы ПДК, а также степень их превышения. Будет также рассмотрено изменение концентраций на протяженности водотока. По итогам работы будет сделан вывод о наиболее

загрязненных участках исследуемой реки, с определением возможных причин загрязнения.

При выборе местоположения пунктов наблюдений для отбора проб воды необходимо провести предварительные исследования на водном объекте и собрать информацию о всех факторах, влияющих на качество воды: наличие населённых пунктов, водозаборов, поступление сточных вод, оценить значимость факторов, влияющих на качество воды для различных видов водопользования. Одновременно следует учитывать доступность места отбора проб при любых погодных условиях, удалённость от лаборатории, выполняющей анализ, трудоёмкость отбора проб, вопросы безопасности [14].

1. Отбор проб проводился на протяжении длины реки от Истринского водохранилища до места впадения Истры в Москву–реку, вниз по течению реки. Всего было выбрано 8 точек отбора проб(см.рис.3.1). Их выбор был обусловлен наиболее удобными местами для отбора, так как отбор проводился с мостов (см. рисунок 3.1).

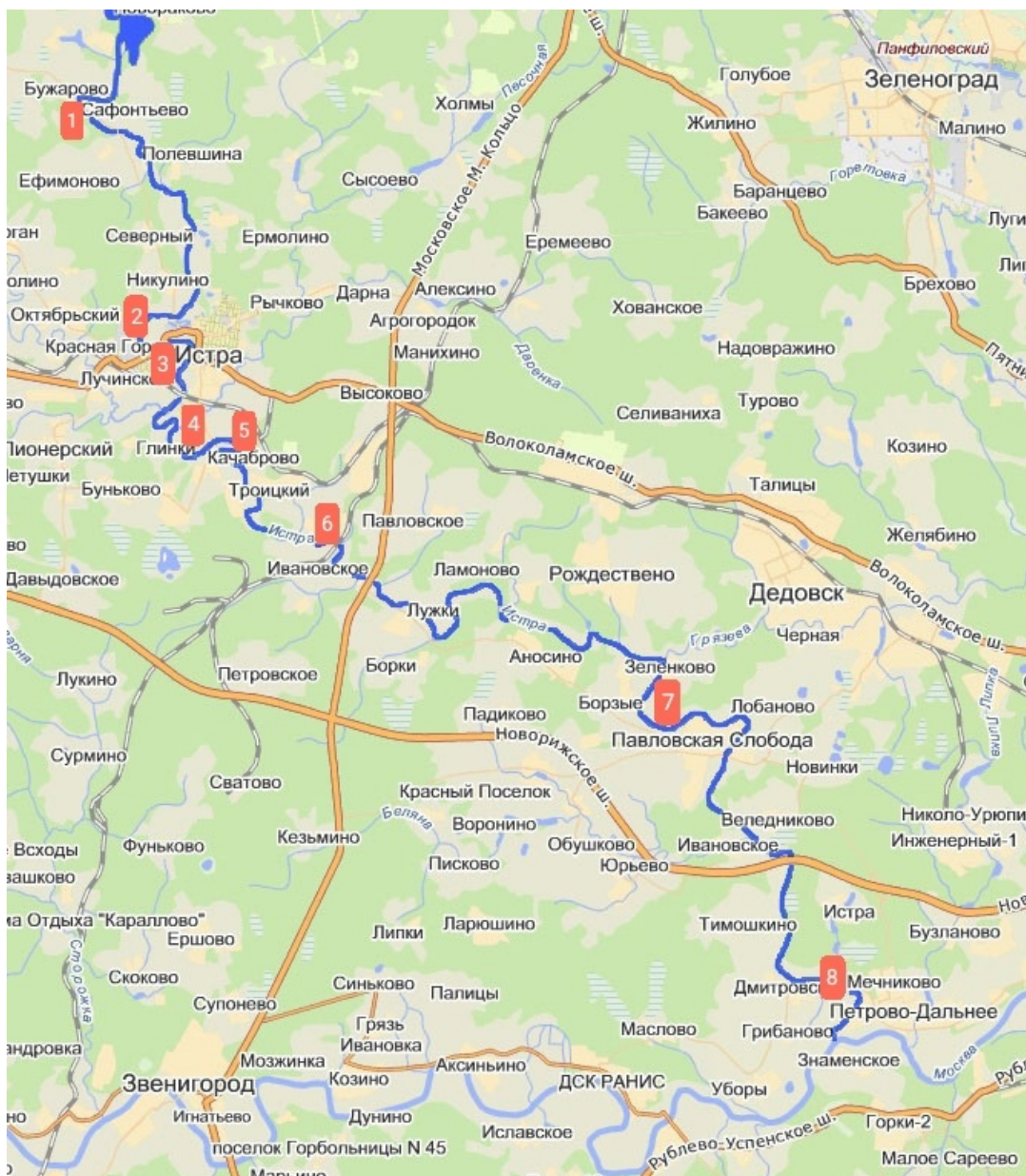


Рисунок 3.1 – Расположение точек отбора проб

Первая точка расположена на мосту недалеко от деревни Михайловки, координаты 55.970654, 36.822453. Выше по течению реки расположены коттеджный поселок Лесная Пристань–2, деревня Бужарово и посёлок гидроузла имени Куйбышева. В деревне Бужарово недалеко от точки отбора расположены такие объекты, как Автомойка, Автозаправочная станция, Банный комплекс и фермерское хозяйство «Купола», а также предприятие по производству тротуарной плитки.

Вторая точка с координатами 55.917652,36.841625 находится недалеко от Воскресенского Новоиерусалимского Монастыря. Выше по течению реки от точки отбора расположена часть города Истры, и такие объекты, как спортивная база «Лето», завод бетонных изделий «Фаворит–бетон», электрическая подстанция Луч №475, НИИ электромеханики, еще выше по течению расположено крупное деревообрабатывающее предприятие. Также на промежутке от первой до второй точки, в Истру впадает малая река Пенька.

Третья точка расположена также на пешеходном мосту через реку, относительно недалеко от второй, координаты 55.912317,36.851353. Место отбора расположено непосредственно в черте города Истры, рядом с участком довольно плотной застройки. По берегам расположены стоки поверхностных вод, впадающие непосредственно в реку. Выше точки отбора находятся спортивные площадки и пляжи.

Четвертая точка расположена рядом с деревней Глинки. Координаты точки 55.892920,36.846219. Рядом с местом отбора располагаются сельскохозяйственные поля, а также бетонный завод «РБУ Техникбетон», ЗАО "Востоктранс", ООО «Литпромабразив и другие предприятия. Также выше по течению в Истру впадает её крупный приток Малая Истра и река Песочная.

Пятая точка имеет координаты 55.893265,36.865292, она расположена вблизи деревень Трусово и Вельяминово. Рядом с ней находятся такие объекты, как металлобаза «Космос–мет», питомник сельскохозяйственных растений.

Шестая точка расположена вблизи деревни Ивановское и посёлка Октябрьской Фабрики, она имеет координаты 55.860517,36.925282. Выше по течению от точки отбора находится действующий полигон ТБО, а еще выше, недалеко от деревни Обновлённый Труд, расположен Истринский полигон ТБО, закрытый в 2014 году. Выше также расположены обширные сельскохозяйственные угодья и несколько домов отдыха.

Седьмая точка с координатами 55.824494,37.056942 расположена вблизи садово–дачного товарищества Зеленково–2 и деревни Борзые. Она находится на значительном расстоянии от шестой точки, выше по течению реки в Истру

впадают такие малые реки, как Грязевка, Снегирёвка и Романовка. Также, выше точки отбора расположены такие объекты, как оздоровительный комплекс «Снегири», бассейн «Волна», дом отдыха «Лужки клуб», а также пляжи и спортивные площадки.

Последняя восьмая точка имеет координаты 55.757417,37.131621. Она находится недалеко от места впадения Истры в Москву–реку, вблизи села Дмитровское. На промежутке от седьмой до восьмой точки, в Истру впадает её приток Беяна.

2. Отбор проб был выполнен в период весеннего половодья 20 марта 2023 года, в соответствии с ГОСТ Р 59024–2020. В период обследования в реку Истру поступала зимняя водная масса Истринского водохранилища, а также из–за таяния снежных масс на берегах реки, существовала вероятность смывов загрязняющих веществ с близлежащих территорий. Все пробы были точечного типа. Точечные пробы представляют собой дискретные образцы, отобранные с поверхности, на определенной глубине или на дне. Каждый образец характеризует качество воды в определенное время в конкретной точке, где он был отобран. Точечные пробы предпочтительнее, если цель программы отбора проб – оценить качество воды по отношению к нормативам содержания (предельно допустимых концентраций) показателей в воде [6]. Пробы отбирались с мостов из середины реки с помощью пробоотборного устройства – черпака, закрепленного на веревке. Сразу после отбора, пробы разливались по чистым емкостям из полимерного материала и темного стекла, емкости заполнялись полностью без доступа кислорода, для некоторых показателей пробу воды требовалось предварительно отфильтровать через бумажный фильтр. Пробы были промаркированы с указанием места и времени отбора. В течении четырёх часов пробы были доставлены в лабораторию для проведения дальнейших исследований.

3. Поступившие в лабораторию пробы не консервировались и были проанализированы в 24 часов на все показатели, кроме таких металлов, как металлов медь, кадмий и никель, определение которых проводилось методом

атомно–абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией с предварительным концентрированием пробы. Всего пробы были проанализированы на 17 показателей, исходя в том числе из возможностей лаборатории. Нормативы ПДК были взяты из Приказа Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 года N 552«Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 10 марта 2020 года).

Методы лабораторного химического анализа, которые были использованы в работе:

- потенциометрический;
- фотометрический;
- флуориметрический;
- титриметрический;
- гравиметрический;
- атомно–абсорбционная спектрометрия.

Водородный показатель (рН). Определение проводилось в соответствии с методикой определения ПНД Ф 14.1:2:3:4.121–97 (см. таблицу 3.1). Для анализа использовалось такое оборудование, как рН–метр со стеклянным электродом измерения и электродом сравнения.

Таблица 3.1 – Результаты определения водородного показателя в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат, ед. рН	7,7	7,7	7,6	7,8	7,9	7,8	7,7	7,7

Аммонийный азот. Проводилось определение ионов аммония фотометрическим методом в соответствии с методикой определения ГОСТ 33045–2014, метод А (см. таблицу 3.2). Далее с целью их пересчета на массовую концентрацию аммонийного азота полученный результат умножили на

коэффициент 0,78. Измерения проводились с использованием концентрационного фотоэлектрического фотометра КФК–3–01–"ЗОМЗ".

Таблица 3.2 – Результаты определения ионов аммония и аммонийного азота в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Полученное значение ионов аммония, мг/дм ³	0,16	0,34	0,61	0,93	0,89	0,83	0,84	0,91
Пересчет на концентрацию аммонийного азота, мг/дм ³	0,12	0,27	0,48	0,73	0,69	0,65	0,66	0,71
Норматив (аммонийного азота), мг/дм ³	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Нитритный азот. Проводилось определение нитрит–ионов фотометрическим методом в соответствии с методикой определения ГОСТ 33045–2014, метод Б (см. таблицу 3.3). Далее с целью их пересчета на массовую концентрацию нитритов азота полученный результат умножили на коэффициент 0,304. Измерения проводились с использованием концентрационного фотоэлектрического фотометра КФК–3–01–"ЗОМЗ".

Таблица 3.3 – Результаты определения нитрит–ионов и нитритного азота в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Полученное значение нитрит–ионов, мг/дм ³	0,033	0,036	0,061	0,065	0,067	0,087	0,086	0,093
Пересчет на концентрацию нитритного азота, мг/дм ³	0,010	0,011	0,019	0,020	0,020	0,026	0,026	0,029
Норматив (нитритного азота), мг/дм ³	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Нитратный азот. Проводилось определение нитрат–ионов фотометрическим методом в соответствии с методикой определения ГОСТ 33045–2014, метод Д (см. таблицу 3.4). Далее с целью их пересчета на массовую концентрацию нитратов азота полученный результат умножили на коэффициент 0,23. Измерения

проводились с использованием концентрационного фотоэлектрического фотометра КФК–3–01–"ЗОМЗ".

Таблица 3.4 – Результаты определения нитрат–ионов и нитратного азота в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Полученное значение нитрат–ионов, мг/дм ³	1,37	2,13	3,56	5,22	5,58	5,73	4,58	3,82
Пересчет на концентрацию нитратного азота, мг/дм ³	0,32	0,49	0,82	1,20	1,28	1,32	1,05	0,88
Норматив (нитратного азота), мг/дм ³	9	9	9	9	9	9	9	9

Перманганатная окисляемость. Определение проводилось по методике ПНД Ф 14.1:2:4.154–99 титриметрическим методом (см. таблицу 3.5).

Таблица 3.5 – Результаты определения перманганатной окисляемости в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат, мг/дм ³	6,0	7,2	4,9	6,1	5,7	5,8	17,0	14,0

Железо общее. Определение проводилось по методике ПНД Ф 14.1:2:4.50–96 фотометрическим методом (см. таблицу 3.6). Измерения проводились с использованием концентрационного фотоэлектрического фотометра КФК–3–01–"ЗОМЗ".

Таблица 3.6 – Результаты определения общего железа в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат, мг/дм ³	0,35	0,63	0,40	0,62	0,55	0,49	0,82	0,84
Норматив, мг/дм ³	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Марганец. Определение проводилось по методике ПНД Ф 14.1:2.103–97 фотометрическим методом (см. таблицу 3.7). Измерения проводились с использованием концентрационного фотоэлектрического фотометра КФК–3–01–"ЗОМЗ".

Таблица 3.7 – Результаты определения марганца в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат, мг/дм ³	0,14	0,30	0,46	0,30	0,32	0,23	0,20	0,21
Норматив, мг/дм ³	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Кадмий. Определение проводилось по методике ПНДФ 14.1:2:4.140–98 методом атомно–абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией (см. таблицу 3.8). Измерения проводились на атомно–абсорбционном спектрометре Agilent 240Z с коррекцией фона по методу Зеемана. Таблица 3.8 – Результаты определения кадмия в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат, мг/дм ³	0,0003	0,0009	0,0008	0,0032	0,0043	0,0007	0,0010	0,0010
Норматив, мг/дм ³	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

Медь. Определение проводилось по методике ПНД Ф 14.1:2:4.140–98 методом атомно–абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией (см. таблицу 3.9). Измерения проводились на атомно–абсорбционном спектрометре Agilent 240Z с коррекцией фона по методу Зеемана. Таблица 3.9 – Результаты определения меди в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат, мг/дм ³	0,0027	0,0032	0,0066	0,0025	0,0047	0,0010	0,0026	0,0025
Норматив, мг/дм ³	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Никель. Определение проводилось по методике ПНД Ф 14.1:2:4.140–98 методом атомно–абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией (см. таблицу 3.10). Измерения проводились на атомно–абсорбционном спектрометре Agilent 240Z с коррекцией фона по методу Зеемана. Таблица 3.10 – Результаты определения никеля в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат, мг/дм ³	0,0020	0,0031	0,0052	0,0015	0,0027	0,0014	0,0023	0,0029
Норматив, мг/дм ³	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Нефтепродукты. Определение проводилось по методике ПНД Ф 14.1:2:4.128–98 флуориметрическим методом (см. таблицу 3.11). Измерения проводились на анализаторе жидкости "Флюорат–02–5М".

Таблица 3.11 – Результаты определения нефтепродуктов в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат, мг/дм ³	0,061	0,068	0,132	0,135	0,128	0,144	0,097	0,109
Норматив, мг/дм ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Сухой остаток. Определение проводилось по методике ПНД Ф 14.1:2:4.114–97 гравиметрическим методом (см. таблицу 3.12).

Таблица 3.12 – Результаты определения сухого остатка в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат, мг/дм ³	240	263	351	467	373	354	385	288

Фосфат–ионы. Определение проводилось по методике ПНД Ф 14.1:2:4.112–97 фотометрическим методом (см. таблицу 3.13). Измерения проводились с использованием концентрационного фотоэлектрического фотометра КФК–3–01–"ЗОМЗ".

Таблица 3.13 – Результаты определения фосфат–ионов в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат, мг/дм ³	0,073	0,109	0,062	0,216	0,195	0,292	0,279	0,334
Норматив, мг/дм ³	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Общая жесткость. Определение проводилось по методике ГОСТ 31954–2012 титриметрическим методом (см. таблицу 3.14).

Таблица 3.14 – Результаты определения общей жесткости в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат, °Ж	3,8	3,7	5,1	5,2	5,3	5,2	2,9	2,8

Сульфат–ионы. Определение проводилось по методике ПНД Ф 14.1:2.159–2000 турбидиметрическим методом (см. таблицу 3.15). Измерения проводились с использованием концентрационного фотоэлектрического фотометра КФК–3–01–"ЗОМЗ".

Таблица 3.15 – Результаты определения сульфат–ионов в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат, мг/дм ³	15,8	17,2	21,2	22,5	21,7	22,4	22,3	19,6
Норматив, мг/дм ³	100	100	100	100	100	100	100	100

Хлорид–ионы. Определение проводилось по методике ПНД Ф 14.1:2:3:4.111–97 титриметрическим методом (см. таблицу 3.16).

Таблица 3.16 – Результаты определения хлорид–ионов в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат, мг/дм ³	23,0	21,7	34,6	47,0	39,9	49,6	28,8	27,5
Норматив, мг/дм ³	300	300	300	300	300	300	300	300

Ионы кальция. Определение проводилось по методике РД 52.24.403–2018 титриметрическим методом (см. таблицу 3.17).

Таблица 3.17 – Результаты определения ионов кальция в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат, мг/дм ³	53	56	75	63	68	69	42	42
Норматив, мг/дм ³	180	180	180	180	180	180	180	180

Ионы магния. Определение проводилось по методике РД 52.24.395–2017 расчётным методом (см. таблицу 3.18). Расчет выполняется по формуле:

$$X_{Mg} = 12,15 \cdot \left(X - \frac{X_{Ca}}{20,04} \right),$$

где 12,15 – молярная масса (1/2 Mg), мг/ммоль;

X – общая жесткость, °Ж;

X_{Ca} – массовая концентрация ионов кальция, мг/дм³;

20,04 – молярная масса (1/2 Ca).

Таблица 3.18 – Результаты определения ионов магния в отобранных пробах

№ точки отбора	1	2	3	4	5	6	7	8
Результат, мг/дм ³	14,1	11,1	16,5	25,0	23,2	21,4	9,7	8,5
Норматив, мг/дм ³	40	40	40	40	40	40	40	40

3.2 Анализ полученных результатов

Время проведения измерений пришлось на период половодья на реке, когда наблюдается максимальное поступление органических и неорганических веществ в водоток со смывами. Тем не менее, по результатам анализов можно сделать вывод об удовлетворительной экологической ситуации на исследуемой реке.

Воды реки Истры от Истринского водохранилища до устья характеризуются слабощелочной средой, водородный показатель варьируется от 7,7 до 7,9 ед.рН. Наиболее щелочная среда отмечена в точках 4,5,6, что может быть обусловлено влиянием антропогенной нагрузки или грунтовых вод на минерализацию данного участка реки.

Содержание биогенных и органических веществ может являться показателем комплекса как антропогенных, так и естественных природных процессов, происходящих на водосборереки. Содержание нитратного азота не превышало ПДК на протяжении исследуемого участка (см. рисунок 3.2), содержание нитритного азота превысило ПДК только в последних 3 точках (см. рисунок 3.3), содержание аммонийного азота превышало ПДК, начиная с 3 точки (см. рисунок 3.4).

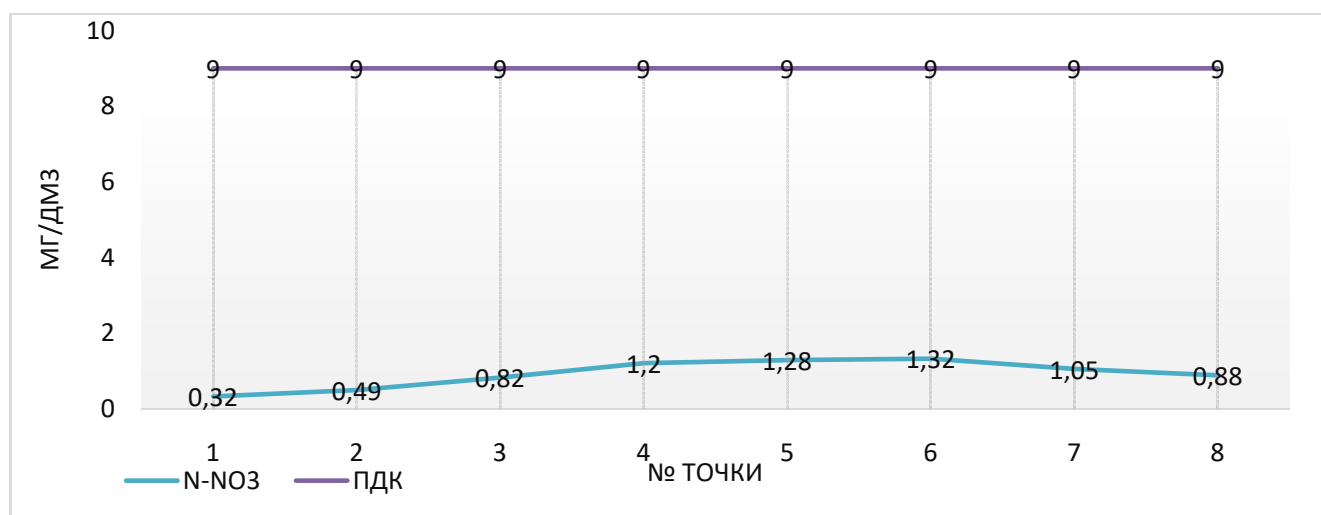


Рисунок 3.2–Изменение концентрации нитратного азота с 1 по 8 точки отбора

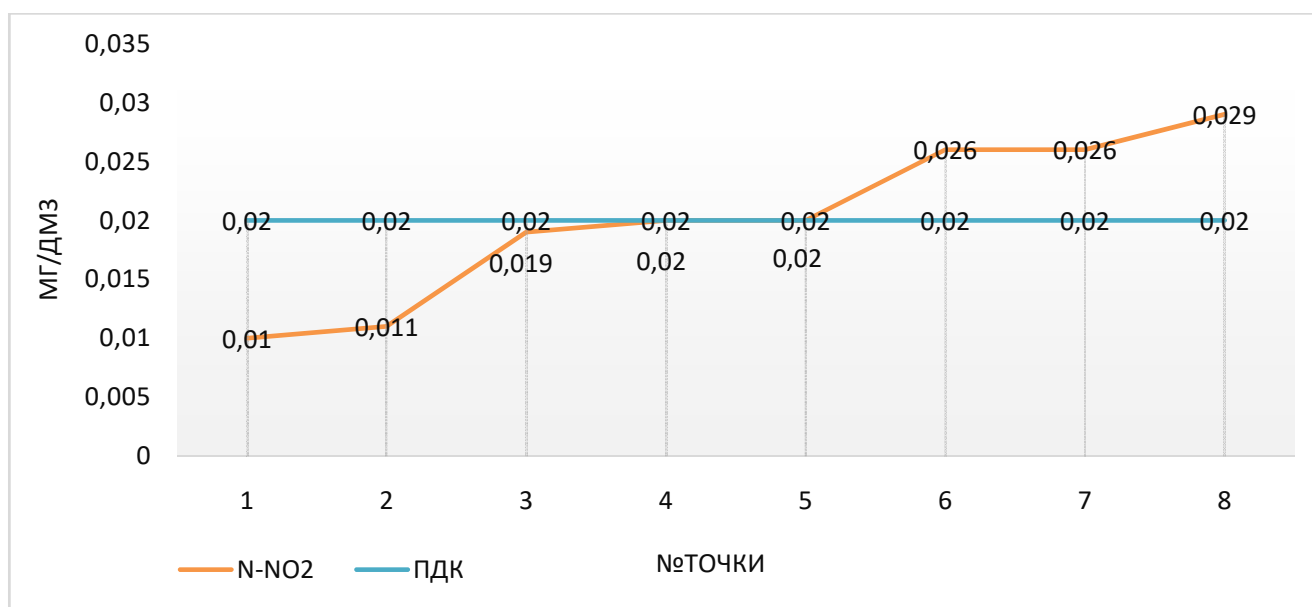


Рисунок 3.3–Изменение концентрации нитритного азота с 1 по 8 точки отбора

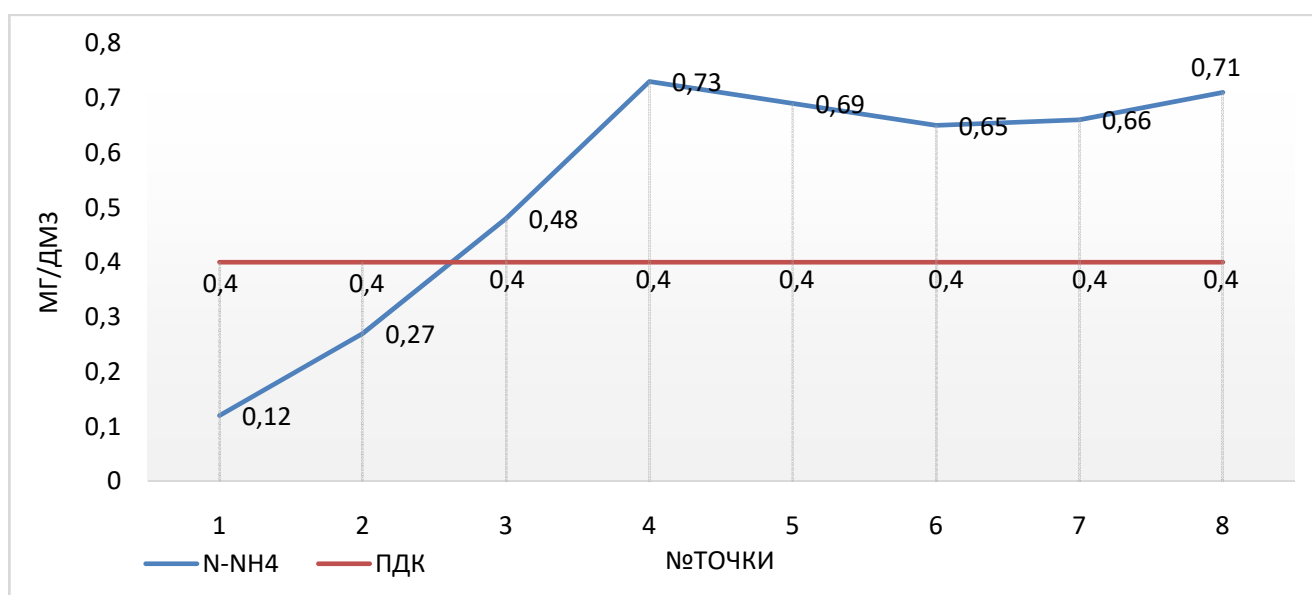


Рисунок 3.4–Изменение концентрации аммонийного азота с 1 по 8 точки отбора

Наблюдается повышение концентрации нитритного азота от водохранилища к устью реки. Превышение ПДК незначительное и может быть обусловлено процессом восстановления нитрат-ионов при снижении растворенного кислорода в воде ближе к устью реки, так как наблюдается снижение концентрации нитратного азота. Дефицит кислорода чаще наблюдается в водных объектах с высокими концентрациями загрязняющих органических веществ и в водоемах, содержащих большое количество биогенных и гумусовых

веществ. Также на повышение концентрации могут влиять такие факторы, как смывы продуктов разложения органики вместе с талой водой, а также отходов животноводства и стоков с сельскохозяйственных угодий.

ПДК аммонийного азота превышено в 6 точках из 8, наибольшая концентрация отмечена в 4 точке. Так как рядом с точкой расположены предприятия, ионы аммония могут попадать в воду с недостаточно очищенными сточными водами. Выше точки в Истру впадают её притоки, что также может влиять на концентрацию аммонийного азота. Далее концентрация немного снижается, и вновь повышается только к устью реки.

Перманганатная окисляемость в питьевой воде – обобщенный показатель. Он указывает на наличие легко окисляющихся органических и ряда неорганических соединений (2-валентное железо, нитриты). В реке Истре максимальное значение показателя отмечено в 7 точке, в 8-й он также остается достаточно высоким (см. рисунок 3.5). Такие высокие значения говорят о повышенном содержании в воде определенных биологических веществ, именуемых железобактериями (гуминовые кислоты, растительная органика, органика антропогенная). Так как выше по течению от 7 точки расположены оздоровительные комплексы и дома отдыха, это может свидетельствовать о недостаточно очищенных водах коммунального происхождения, поступающих в водоток. Также совсем небольшое повышение концентрации отмечено во 2 точке.

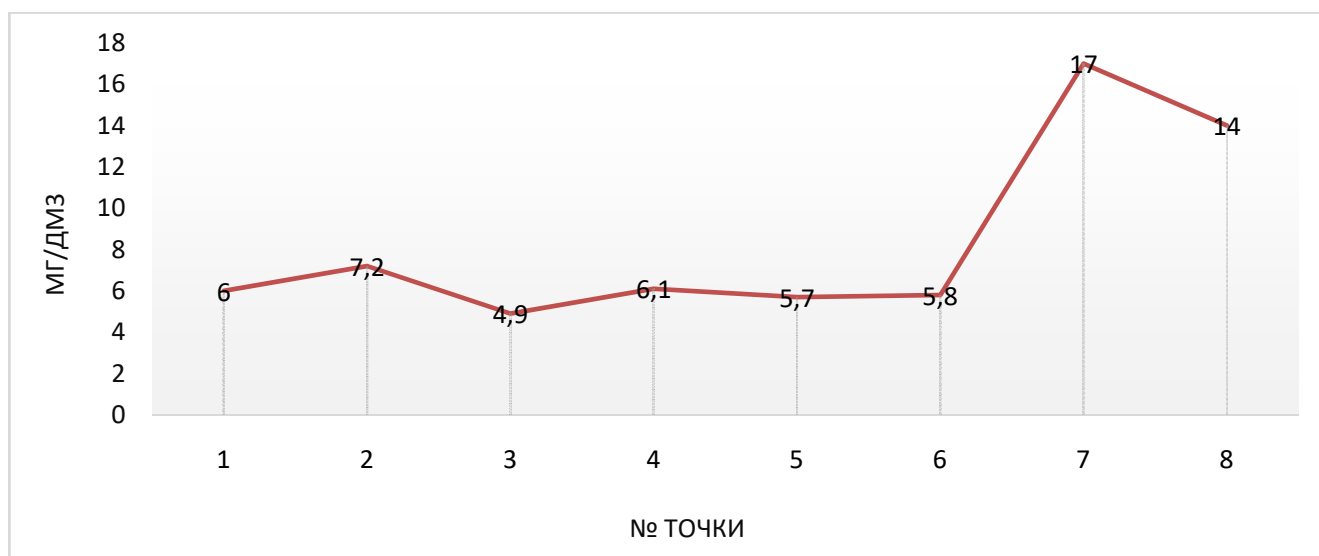


Рисунок 3.5– Изменение перманганатной окисляемости с 1 по 8 точки отбора

Содержание железа общего (см. рисунок 3.6) и марганца (см. рисунок 3.7) в исследуемом водотоке является достаточно высоким. Наибольшие концентрации железа отмечены в 2, 4, 7 и 8 точках. Наибольшая концентрация марганца отмечена в 3 точке отбора. Можно отметить, что ближе к устью наблюдается снижение концентрации марганца, но возрастает концентрация железа. Наименьшие концентрации железа и марганца отмечены в 1 точке, что может быть обусловлено минимальной антропогенной нагрузкой на данном участке, так как он находится вблизи водохранилища.

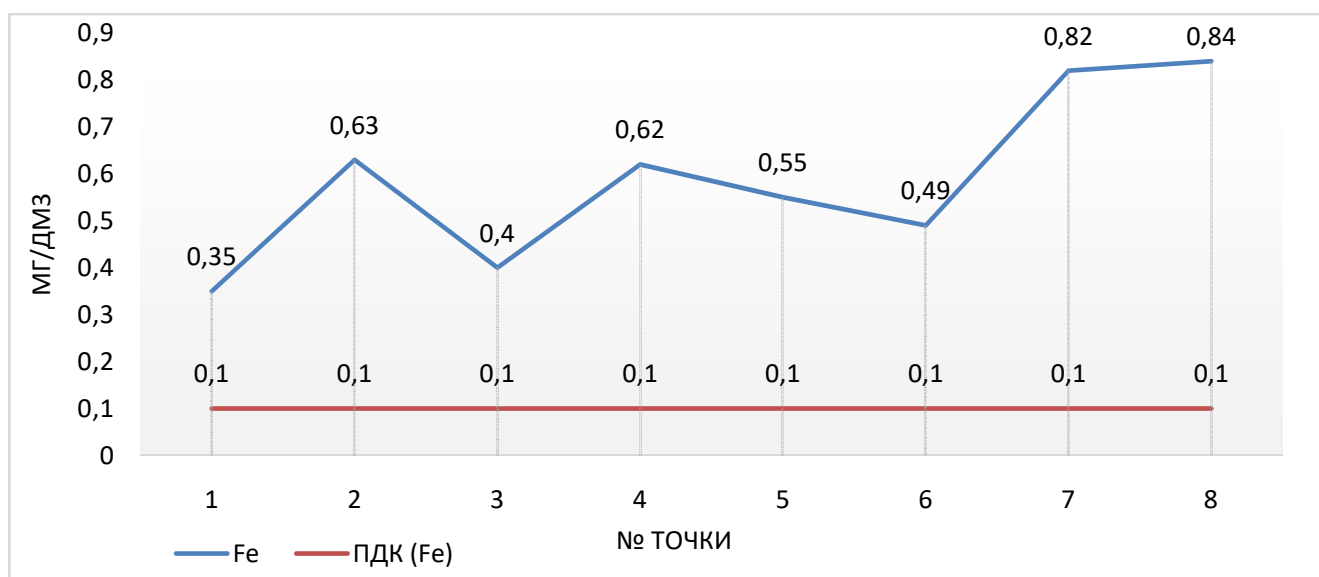


Рисунок 3.6– Изменение концентрации общего железа с 1 по 8 точки отбора

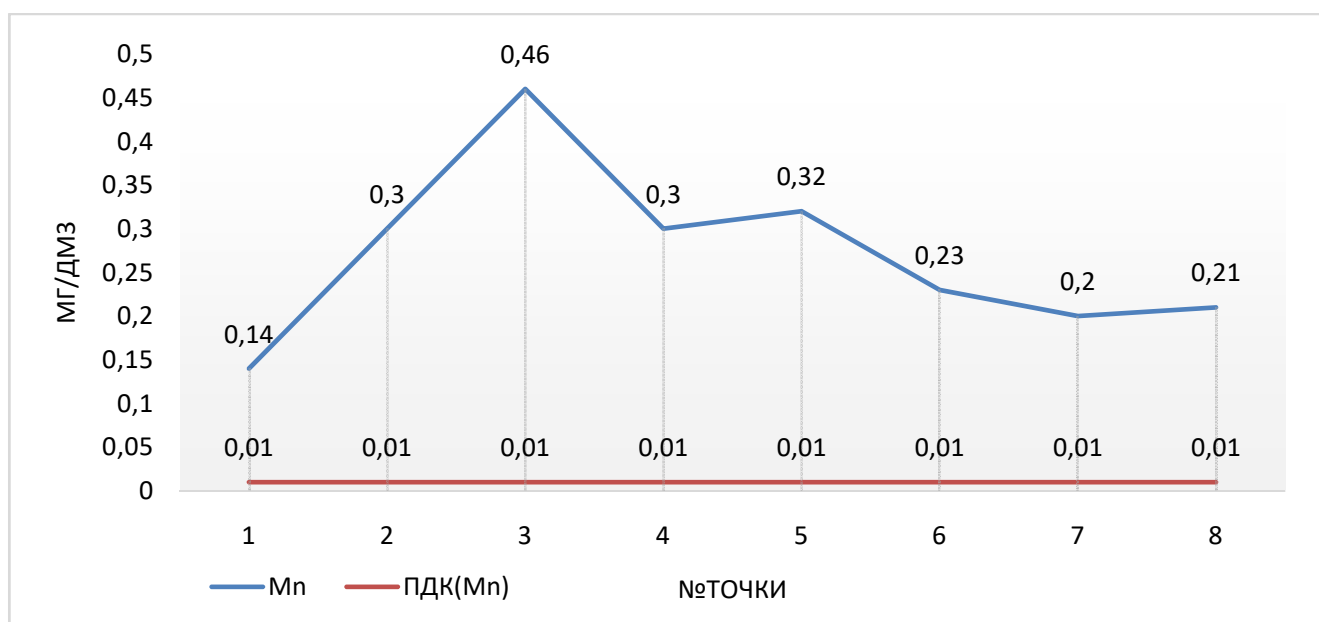


Рисунок 3.7– Изменение концентрации марганца с 1 по 8 точки отбора

Содержание металлов никеля, кадмия и меди в водотоке удовлетворительное (см. рисунок 3.8). Наибольшие концентрации кадмия отмечены в 4 и 5 точках, меди – в 3, 5 и 7 точках, никеля – в 3, 5 и 8 точках. Никель и кадмий не превышают допустимых нормативов ни в одной из точек, медь превышает во всех. Стоит отметить, что в 5 точке отмечается повышение концентраций не только кадмия, меди и никеля, но и небольшое превышение марганца, что может быть вызвано деятельностью одним из объектов, расположенных выше точки отбора, к примеру, смывами металлов с талыми водами с металлобазы. В 3 точке также было отмечено превышение марганца, меди и никеля. Это может быть следствием того, что точка находится в черте города, где на водоток оказывается повышенная антропогенная нагрузка, к примеру, впадающие воды поверхностного городского стока.

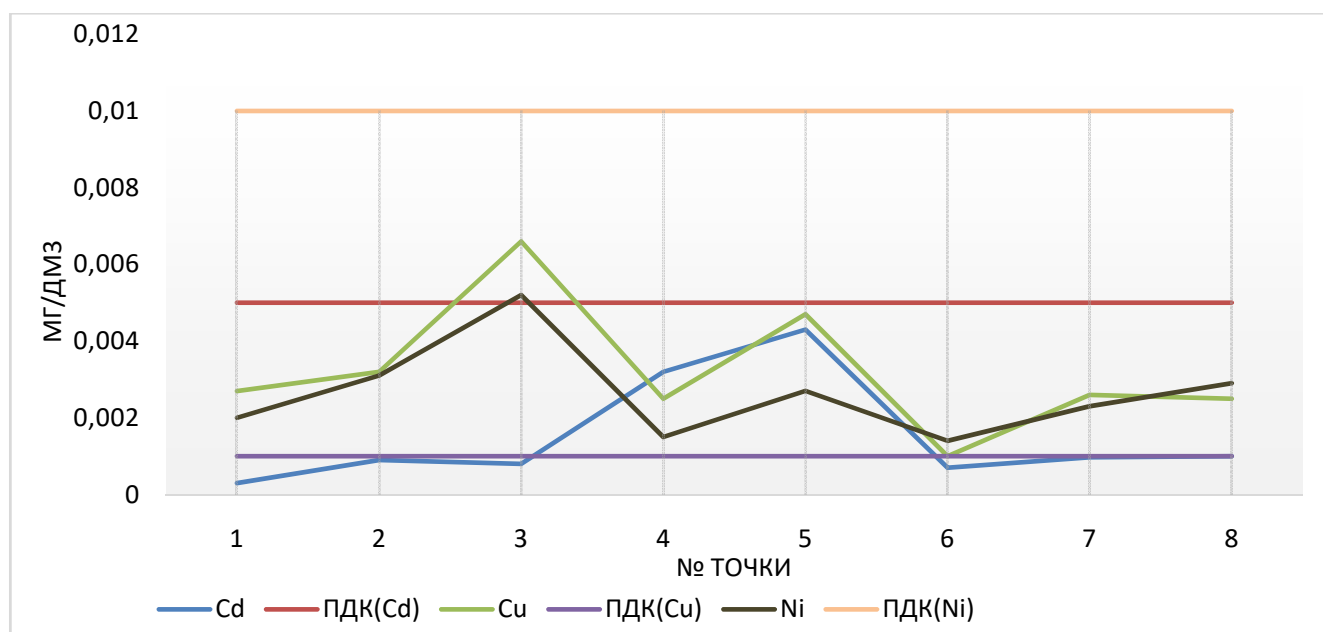


Рисунок 3.8– Изменение концентраций кадмия, меди и никеля с 1 по 8 точки отбора

Содержание нефтепродуктов превышает ПДК во всех точках (см. рисунок 3.9). Минимальные значения отмечены в 1 и 2 точках, далее с повышением антропогенной нагрузки на водоток из-за крупного населённого пункта города Истры концентрации возрастают, снижаясь к устью реки. Наибольшая

концентрация отмечена в 6 точке, что может быть вызвано смывами с действующего или закрытого полигона ТБО, расположенного выше точки отбора.

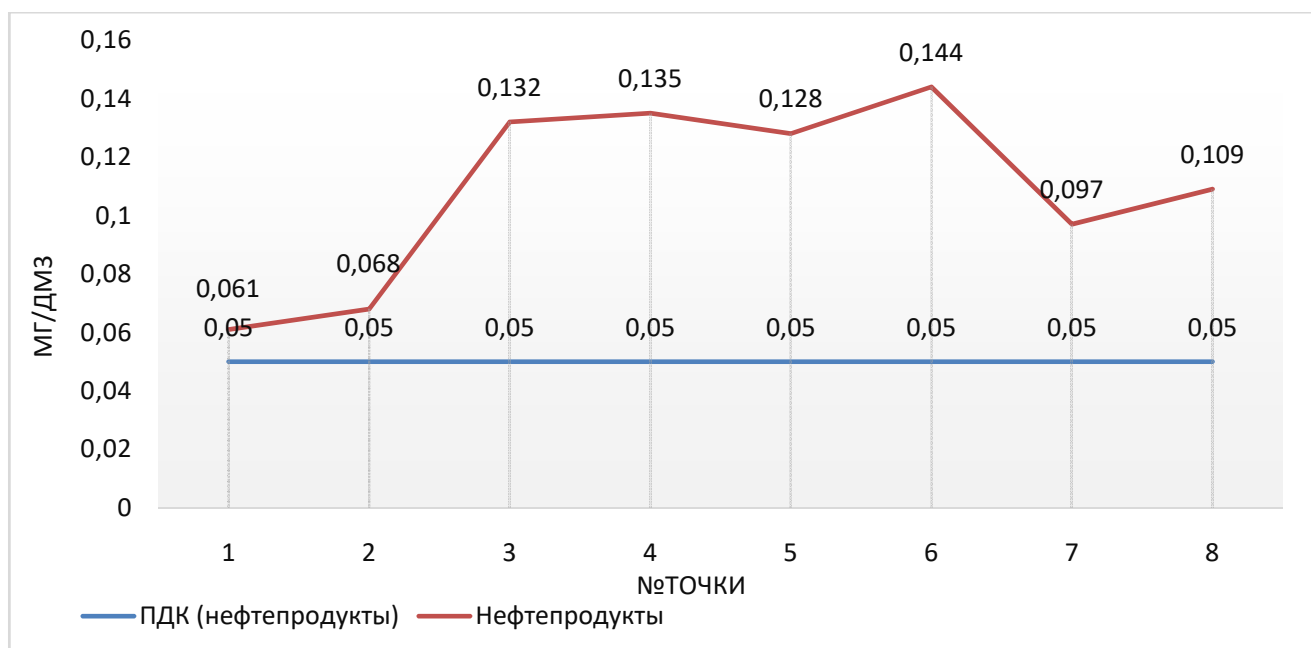


Рисунок 3.9– Изменение концентраций нефтепродуктов с 1 по 8 точки отбора

Исследуемый водоток обладает низкой минерализацией, что является следствием разбавления реки и водохранилища водами весеннего снеготаяния (см. рисунок 3.10). Наименьшие концентрации отмечена на 1 и 2 точках, расположенных вблизи водохранилища, наибольшая концентрация отмечена в 4 точке, что может быть результатом деятельности предприятий, или загрязненных притоков, впадающих в реку выше точки отбора. К 8 точке сухой остаток снижается вследствие естественного разбавления водотока.

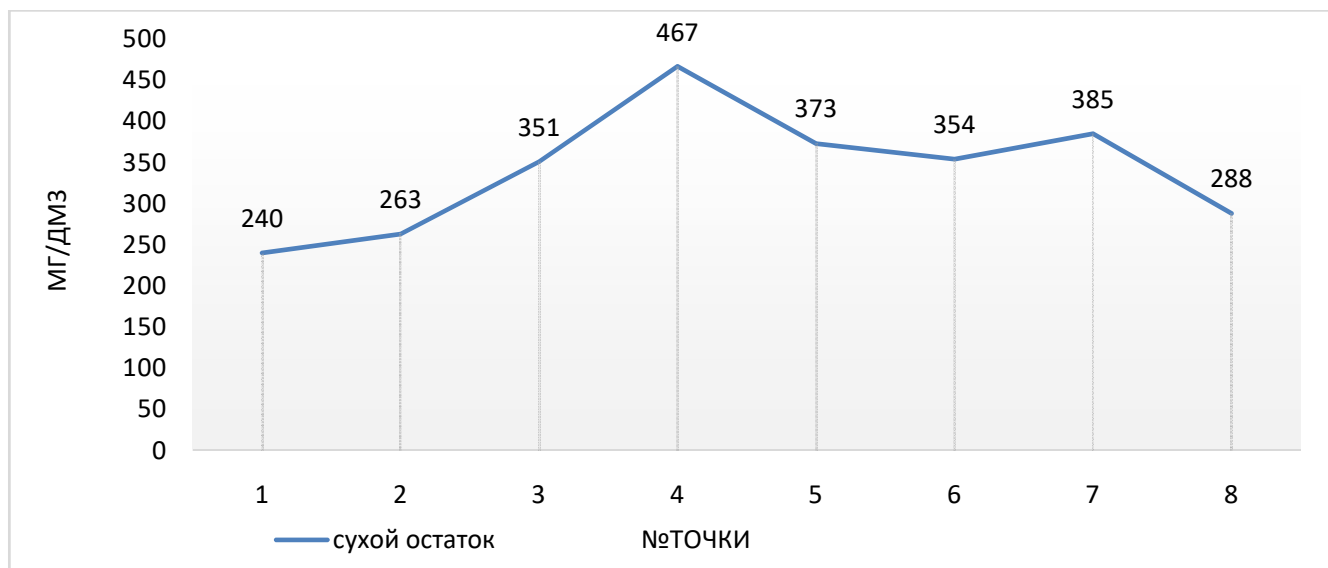


Рисунок 3.10– Изменение сухого остатка с 1 по 8 точки отбора

Содержание ионов кальция, магния, сульфат– и хлорид–ионов (см. рисунок 3.11) не превышает допустимых нормативов. В точках 3,4,5 и 6 концентрации всех элементов увеличиваются. Можно также отметить повышенные значения ионов кальция в 3 и 6 точках, хлорид–ионов и ионов магния в 4 и 6 точках. Повышенная минерализация в точках, находящихся в черте или ниже города Истры может быть вызвана использованием солесодержащих реагентов для очистки дорог ото льда, попадающих в реку с поверхностными талыми водами. К устью реки концентрации всех 4 элементов также, как и сухого остатка, снижаются, из–за разбавления водотока. Наглядно отображена та же тенденция на графике изменения общей жесткости с 1 по 8 точки отбора (см. рисунок 3.12).

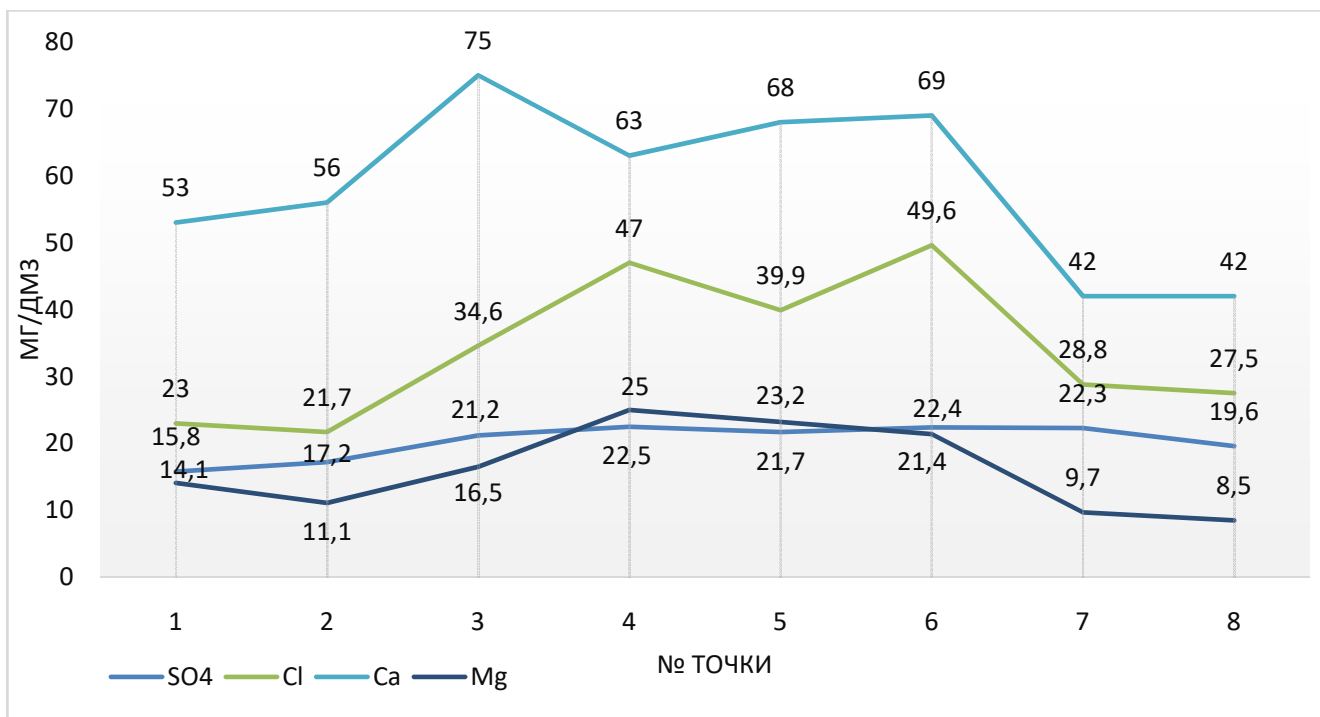


Рисунок 3.11– Изменение концентраций сульфат–ионов, хлорид–ионов, ионов кальция и магния с 1 по 8 точки отбора

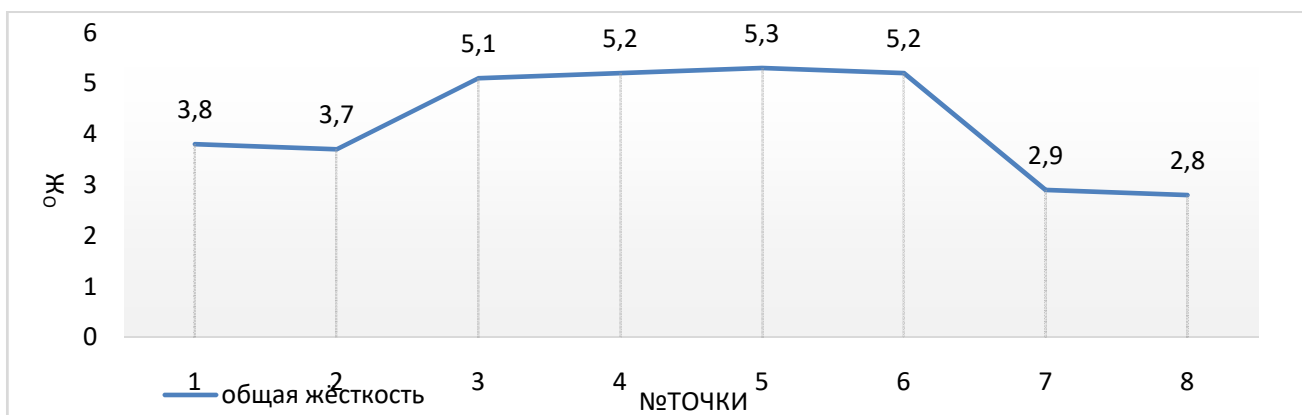


Рисунок 3.12– Изменение общей жёсткости с 1 по 8 точки отбора

Повышенное содержание фосфат–ионов отмечено в 4 точках из 8 (см. рисунок 3.13). Можно наблюдать тенденцию возрастания концентрации от водохранилища к устью реки. Первое превышение ПДК отмечено в 4 точке, далее идет небольшое понижение концентрации. Значения вновь возрастают к устью реки. Также в 4 точке отмечается небольшое превышение аммонийного азота, железа, перманганатной окисляемости. Можно предположить влияние смывов с

сельскохозяйственных угодий в реки Песочную и Малую Истру, которые впадают в Истру выше 4 точки отбора.

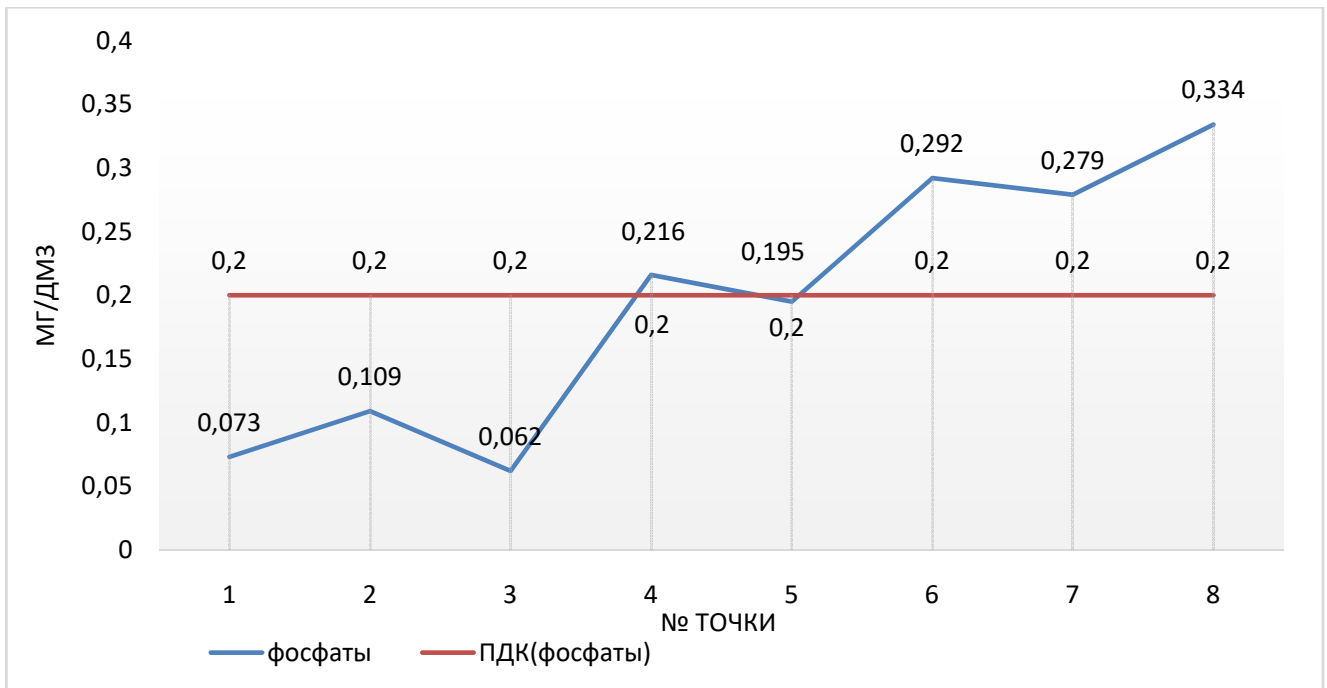


Рисунок 3.13– Изменение концентраций фосфат–ионов с 1 по 8 точки отбора

3.3 Практические рекомендации

По данным анализа выбранных показателей, река Истра имеет благоприятную экологическую обстановку. Случаев высокого загрязнения на исследуемом участке не было выявлено. Наименее загрязненные по всем показателям точки 1 и 2, так как они находятся вблизи водохранилища и подвержены минимальной антропогенной нагрузке. Содержание остальных элементов зависит от расположения точки отбора и находящихся рядом объектов. Повышенные содержания железа, меди и марганца на протяжении всего водотока могут являться следствием сезонных колебаний, так как в период ледостава возрастают концентрации данных показателей в придонных слоях воды. Также повышенные концентрации данных металлов является характерной особенностью для водных объектов с повышенной заболоченностью водосбора. Были проанализированы также минерализация водотока и содержание в нем органических элементов, предположены причины их поступления. Повышенные концентрации аммонийного азота, нефтепродуктов и фосфат-ионов на протяжении всего водотока могут быть результатом их смыва в Истру с водосборной территории в процессе весеннего снеготаяния.

Несмотря на благоприятную экологическую обстановку на исследуемой реке, можно составить практические рекомендации по снижению антропогенной нагрузки на водоток.

1. Основываясь на данных проведенного исследования, нельзя не отметить влияние антропогенных факторов на состояние реки. Рост Московской агломерации, в том числе Истринского городского округа, способствует все более активной застройке в бассейне реки. По многим показателям, наиболее загрязненные участки находятся в зоне плотной застройки и большого количества промышленных предприятий. С целью снижения внешней нагрузки рекомендуются мероприятия по усовершенствованию имеющихся очистных сооружений по очистке сельскохозяйственных, коммунально-бытовых и промышленных стоков. Для своевременного обнаружения нарушений, связанных

с качеством очистки, рекомендуется увеличить частоту внешних проверок на сбрасывающих предприятиях.

2. Большая часть загрязнителей поступает в реку со смывами с водосборной площади, особенно это актуально для территорий, расположенных рядом с сельскохозяйственными угодьями, городскими и сельскими поселениями. Повышению удержания загрязнителей способствует высадка древесной и кустарниковой растительности на водосборной площади, а также залужение территории. Однако, существенная проблема состоит в том, что на территории города Истры отсутствует система очистки ливневых стоков. Вся загрязненная вода с поверхности города попадает непосредственно в реку, что сильно увеличивает нагрузку на водоток.

3. Определенное влияние на водоток имеют сельскохозяйственные угодья. Уменьшению их негативного воздействия может поспособствовать ограничение использования минеральных и органических удобрений на территории, расположенной в близости от реки.

4. На территории водосборной площади реки Истры находятся различные рекреационные центры, к которым относятся пляжи, зоны для пикника, спортивные клубы и дома отдыха. При дальнейшем ухудшении качества воды ниже сброса бытовых стоков, может потребоваться разработка мероприятий по усовершенствованию их очистки.

5. Также рекомендуется уделение особого внимания притокам реки Истры, так как в местах их впадения в точках 4, 7 и 8 отмечены превышения по ряду металлов и органических элементов. Высокая антропогенная нагрузка и малые размеры притоков ведут к риску их загрязненности, о чем свидетельствуют многочисленные примеры превышений. Усовершенствование очистки сточных вод, сбрасываемых в притоки, поспособствует снижению на них нагрузки, а регулярный экологический мониторинг позволит своевременно определять участки поступления загрязняющих веществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполненной работы было проведен отбор и лабораторный анализ проб из 8 точек реки, расположенных на участке от Истринского водохранилища до устья. Отбор производился в период весеннего половодья. Для лучшего выполнения практической части работы были рассмотрены основные источники загрязнения реки и её притоков, а также имеющиеся данные мониторинга водотока за несколько лет.

Рассмотрев полученные в результате лабораторного анализа гидрохимические данные, можно сделать вывод о благоприятном экологическом состоянии водотока на момент проведения исследований. Были выявлены основные загрязняющие вещества реки – ими являются металлы медь, марганец и железо, а также аммонийный азот и фосфат-ионы, также были предположены возможные участки их поступления. Случаев высокого загрязнения на исследуемом участке не было выявлено. На основании полученных данных были составлены практические рекомендации по снижению антропогенной нагрузки на реку и её притоки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Басамыкина А. Н. НДТ очистки хозяйственно–бытовых сточных вод: оценка эффективности работы очистных сооружений "Биокомпакт" для обеспечения безопасного сброса в Р. Истру (Московская область) // Евразийский Союз Ученых, 2016. – 27с.
2. Бюллетень загрязнения окружающей среды Московского региона. 2022 год: официальный сайт. – URL: <http://www.ecomos.ru/Assorti/sostojanieZagrOSgod.pdf> (Дата обращения: 22.05.2023). – Текст: электронный.
3. В.П. Емельянова; Е.Е. Лобченко. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – Ростов-на-Дону, 2002. – 48с.
4. В.П. Емельянова, Данилова Г.Н., Колесникова Т.Х. Обзор методов оценки качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям // Гидрохимические материалы. – 1982. – Т.81. – С. 121- 131.
5. Гидрохимический институт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ежегодники и обзоры: официальный сайт. – URL: <https://gidrohim.com/node/44> (Дата обращения: 14.05.2023). – Текст: электронный.
6. ГОСТ Р 59024–2020 Вода. Общие требования к отбору проб: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 сентября 2020 г. № 640-ст: дата введения 29.07.2021. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/743/74335.pdf> (Дата обращения: 19.05.2023). – Текст: электронный.
7. ГУП «Мосводоканал»: официальный сайт. – URL: <https://www.mosvodokanal.ru/press/news/5358> (Дата обращения: 19.05.2023). – Текст: электронный.
8. Ельчева И.О. Гидрохимический состав вод малых рек городского округа Истра/ И.О. Ельчева // Химия, физика, биология, математика: теоретические и

прикладные исследования: сб. ст. по материалам XXX Международной научно-практической конференции «Химия, физика, биология, математика: теоретические и прикладные исследования». – Москва, Изд. «Интернаука», 2019. – № 12. – С. 58–62

9. Министерство экологии и природопользования Московской области: официальный сайт. – URL: <https://mep.mosreg.ru/sobytiya/novosti-ministerstva/05-12-2019-12-58-45-minekologii-proveryaet-sushchestvuet-li-ugroza-zag> (Дата обращения: 09.04.2023). – Текст: электронный.

10. Патрушева М.П. Оценка влияния полигонов твердых бытовых отходов на состояние водных объектов на территории Московской области // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. –2022. –№ 5. – С. 82–94.

11. ПНД Ф 14.1:2:4.154-99. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений перманганатной окисляемости в пробах питьевых, природных и сточных вод титриметрическим методом: утверждена и введена в действие Государственным комитетом Российской Федерации по охране окружающей среды от 21 марта 1999 г.: дата введения 21.03.1999. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293831/4293831991.htm> (Дата обращения: 17.04.2023). – Текст: электронный.

12. Приказ от 13 декабря 2016 года N 552. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 10 марта 2020 года). Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120?marker=6540IN>. (Дата обращения: 17.04.2023). – Текст: электронный.

13. Постановление главы городского округа Истра от 20.08.2020 № 420/8 Об утверждении Генеральной схемы санитарной очистки территории городского округа Истра. Администрация городского округа Истра. – URL: <https://istra-adm.ru/docs/doc/postanovlenie-glavy-gorodskogo-okruga-istra-ot-20-08-2020-no->

420–8–ob–utverzhdanii–generalnoj–shemy–107980. (Дата обращения: 02.05.2023). – Текст: электронный.

14. Р 52.24.353–2012. Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод: утвержден и введен в действие Заместителем Руководителя Росгидромета от 10 мая 2012 г.: дата введения 02.04.2012. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293792/4293792809.htm> (Дата обращения: 19.05.2023). – Текст: электронный.

15. РД 52.24.383-2018. Массовая концентрация аммонийного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом в виде индофенолового синего: утвержден и введен в действие Руководителем Росгидромета от 02 марта 2018г.: дата введения 10.01.2018. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293736/4293736074.htm> (Дата обращения: 19.05.2023). – Текст: электронный.

16. Река Истра. Научно–популярная энциклопедия «Вода России»: сайт. – URL: https://water-rf.ru/Водные_объекты/2143/Истра (Дата обращения: 02.05.2023). – Текст: электронный.

17. СанПиН 2.1.4.1110–02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. Минздрав России. Москва, 2002 – Доступ из справ. –правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

18. Системы водоподготовки и водоочистки. Статьи: сайт. – URL: <https://diasel.ru/article/>(Дата обращения: 25.05.2023). – Текст: электронный.

19. Сетевое издание “Интерфакс-Россия». Новости Подмосковья: сайт. –URL: <https://www.interfax-russia.ru/index.php/center/novosti-podmoskovya/sbros-neochishchennyh-stokov-v-pritok-reki-istra-zafiksirovali-inspektory-ekonadzora> (Дата обращения: 26.05.2023). – Текст: электронный.

20. Сетевое издание “Интерфакс-Россия». Новости Подмосковья: сайт. –URL: <https://www.interfax-russia.ru/index.php/center/novosti-podmoskovya/v-istre-vyuavili-fakt-sbrosa-neochishchennyh-stochnyh-vod-v-reku> (Дата обращения: 11.05.2023). – Текст: электронный.

21. Технический отчёт по результатам инженерно–экологических изысканий для подготовки проектной документации ГЕОГРУНТ. –URL: <https://geogrunt.ru/wp-content/uploads/2021/11/otchet-ehkologiya.pdf> (Дата обращения: 02.05.2023). – Текст: электронный.
22. Федеральное государственное бюджетное учреждение "Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды" (ФГБУ "Центральное УГМС"): официальный сайт. – URL: <http://cugms.ru/> (Дата обращения: 02.04.2023). – Текст: электронный.
23. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Ежемесячная информация – о загрязнении окружающей среды на территории Москвы и Московской области: официальный сайт. – URL: <https://www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/100>. (Дата обращения: 22.05.2023). – Текст: электронный.