



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра природопользования и устойчивого развития полярных областей

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

магистерская диссертация

На тему: Оценка влияния Западного скоростного диаметра
на качество воды в реке Черная

Исполнитель: Востриков Роман Дмитриевич
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель _____ доктор химических наук, профессор
(ученая степень, ученое звание)

Мансуров Марат Маруфович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

_____ кандидат географических наук, профессор
(ученая степень, ученое звание)

Макеев Вячеслав Михайлович
(фамилия, имя, отчество)

«17» июль 2017 г.

Санкт-Петербург

2017

Содержание

Введение.....	4
Глава 1. Автомобильные дороги – источник антропогенного воздействия на водные объекты	7
Глава 2. Мероприятия по снижению негативного влияния автомобильных дорог на водные объекты.....	12
2.1 Гидрботанические площадки (ГБП).....	13
Глава 3. Необходимость строительства ЗСД и экологические проблемы проекта.....	17
3.1 Западный скоростной диаметр – проект регионального значения.....	17
3.2 Меры, по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду, принятые при строительстве и эксплуатации ЗСД.....	19
3.3 Мероприятия по защите водных объектов от негативного воздействия при строительстве и эксплуатации ЗСД	22
Глава 4. Экологические проблемы строительства и эксплуатации ЗСД ...	24
4.1 Экологические проблемы Северного участка ЗСД.....	26
Глава 5. Река Черная и ее значение для Санкт-Петербурга и Ленинградской области	29
5.1 Общая характеристика и водохозяйственное значение.....	29
5.2 История реки Черная и Сестрорецкого разлива.....	35
5.3 Влияние реки Черной на загрязнение озера «Сестрорецкий Разлив»....	39
Глава 6. Экологическое состояние и источники загрязнения р. Черная...	44
Глава 7. Объекты исследования.....	49
7.1 Отбор проб воды	50
7.2 Характеристика точек отбора	53
Глава 8. Методы и результаты химико-аналитических исследований	57

8.1 Методики измерений и критерии оценки качества воды	57
8.2 Результаты химико-аналитических исследований	59
8.2.1 Основные гидрохимические показатели	59
8.2.2 Содержание биогенных элементов	66
8.2.3 Концентрации тяжелых металлов	68
8.2.4 Концентрации фенолов, нефтепродуктов и бенз(а)пирена	72
Глава 9. Оценка эффективности ГБП и влияния ливневых стоков с ЗСД	
на качество воды в р. Черная.....	76
Заключение.....	80
Список литературы.....	87
ПРИЛОЖЕНИЯ	

Введение

С каждым днем человек в мире движется все быстрее, и каждый день приходится делать все, что не отстать от того темпа, который задает сама жизнь. Особенно это заметно в больших городах, с их постоянно растущими потоками спешащего транспорта и пешеходов. Людям нужно успеть многое сделать, а для этого необходимо везде успевать. Поэтому потребность в удобных маршрутах передвижения с каждым годом только растет, особенно в больших городах и столицах. Не исключением является и один из самых красивых городов мира – Санкт-Петербург - северная столица России.

Для обеспечения устойчивого социально-экономического и транспортного развития региона было принято решение о строительстве Западного скоростного диаметра (ЗСД), который стал крупнейшим международным, стратегическим и инвестиционным проектом. Но строительство такого масштаба не могло обойтись без решения целого ряда вопросов, связанных с охраной окружающей среды.

Экологическая обстановка в Санкт-Петербурге, как и в любом крупном городе, в большей степени зависит от хозяйственной деятельности человека. Основная доля загрязнения происходит из антропогенных источников, таких как автомобильный транспорт, неочищенные или слабо очищенные сточные воды, промышленные и канализационные стоки.

Особое внимание к уровню загрязненности уделяется водным объектам, которые имеет стратегическое (питьевое) значение и/или связаны с Финским заливом – имеют статус трансграничных, то есть имеют общую акваторию с другими государствами, в данном случае с Финляндией и Эстонией. «Главной задачей Хельсинской комиссии является сохранение

морской среды Балтийского бассейна от всех отрицательных воздействий, деятельность комиссии осуществляется в сфере интересов сотрудничества Европейского союза, России, Германии, Дании, Польши, Скандинавских стран, стран Балтии» (<http://www.helcom.ru>). И загрязнения, поступающие от мегаполиса, могут, благодаря трансграничному переходу, перенестись на территории соседних стран. С российской стороны ведется постоянный мониторинг за тем, чтобы загрязнения не превысили допустимые пределы и, следовательно, не нарушали самоочищающуюся способность природной среды.

Главным источником загрязнения акватории Финского залива являются предприятия жилищно-коммунальной отрасли. Это происходит из-за того, что в большинстве случаев сточные воды сбрасываются в водоемы недостаточно очищенные или вовсе не очищенные стоки. Многие годы в результате неэффективной работы очистных сооружения г. Сертолова в р. Черная поступало большое количество биогенных веществ и токсикантов. Учитывая, что река после поселка протекает по территории Сестрорецкого болота, а затем впадает в Сестрорецкий разлив, ученые не раз говорили о негативном влиянии загрязняющих веществ, которые поступают с водами реки Черная в озеро, которое связано протокой с Финским заливом.

Для водных объектов, расположенных вдоль автомобильных дорог или их пересекающих существенным источником загрязнения являются ливневые стоки. Из-за отсутствия или некачественных очистных сооружений на автомагистралях в Финский залив могут поступать такие опасные загрязнители как тяжелые металлы и нефтепродукты.

Исходя из выше сказанного, тема диссертации актуальна. Основная цель работы - оценить влияние ливневых стоков с магистрали ЗДС на содержание загрязняющих веществ в реке Черная.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи:

– собрана информация для оценки негативного воздействия на водные объекты, в том числе на р. Черная и мерах по их снижению, предусмотренных в проекте строительства и в период эксплуатации ЗСД;

– показана значимость реки Черная как водного объекта, оказывающего влияние на качество воды в Сестрорецком разливе;

– выбраны точки наблюдений, проведен отбор проб и определены гидрохимические показатели и уровень концентраций загрязняющих веществ в р. Чёрная и дренажных каналах, впадающих в реку в районе ее пересечения ЗСД;

– проведен отбор проб и на основании данных химико-аналитических исследований рассмотрена эффективность работы гидробиологических площадок – основных защитных сооружений, предотвращающих попадание загрязняющих веществ с ливневыми стоками ЗСД.

– дана оценка влияния ливневых стоков с ЗСД на качество воды в р. Черная.

Отбор проб проведен мною в соответствии с требованиями нормативных документов. Химико-аналитические исследования выполнены в аккредитованной лаборатории – Эколого-аналитической лаборатории РГГМУ. В результате проделанной работы впервые проведен анализ экологической ситуации на участке малого водного объекта – р.Черная в зоне влияния ЗСД, рассмотрена эффективность работы гидробиологической площадки и оценено влияние ливневых стоков с магистрали ЗСД на качество воды в р. Черная.

С каждым годом все больше природных территорий пересекают новые автотрассы. В последнее время всё острее среди ученых, жителей и правительства города стоит вопрос – «Как без серьезного урона природной среде добиться компромисса между увеличивающимся строительством

мегаполиса, развитием и интересами жителей и сохранения природной среды [3, с. 62]?»

Глава 1

Автомобильные дороги – источник антропогенного воздействия на водные объекты.

Негативное влияние на природную среду является необратимым причиной существования и деятельности людей, при этом уровень антропогенной нагрузки зачастую превосходит природные возможности биологического самоочищения и восстановления экологических систем. В результате эксплуатации и строительства автодорог возникает разрушение экологического баланса и усиление техногенной нагрузки на окружающую среду.

В Российской Федерации главным источником отрицательного действия на природную среду является транспортный комплекс, особенно сильное воздействие происходит от транспортных средств. Согласно исследованиям, годовые потери для природной среды от транспортной отрасли достигает 1,5%, а доля ущерба природной среде при эксплуатации транспортных средств составляет 65% [8, с. 3-5].

Впрочем, проводимые в России исследования влияния автотранспорта на природную среду постоянно сводятся к оценке загрязнения атмосферного воздуха и физических факторов, тем временем недостаточное внимание уделяется загрязнению прилегающей к автодороге и мостовому переходу территории, водоемов и грунтовых вод дорожными поверхностными стоками [5, с. 4-6].

В крупных городах и на областных скоростных автомобильных магистралях поверхностный сток представляет собой большие объемы

загрязненных вод, которые чаще всего без очистки, и с превышением в несколько раз предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ, попадают в водные объекты и на поверхность прилегающих территорий.

В следствии выпадения осадков или таяния снега формируются большие объемы поверхностных сточных вод. Они перемещаются с водонепроницаемого асфальтового полотна на поверхность почвы или грунта, просачиваются вниз по профилю до грунтовых вод или поступают в водоемы с поверхностными водами. Углеводородные соединения в составе нефтепродуктов и продуктов сгорания двигателей машин (бензол, стирол, ксилол, толуол, бенз(а)пирен) токсичны для живых организмов, в том числе оказывают канцерогенное и мутагенное действие. Поступая в водоемы нефтепродукты формируют поверхностную пленку, препятствующую проникновению кислорода и приводят к гибели водных организмов [32].

В состав противогололедных реагентов могут входить не только песок, гранитная крошка и соли натрия, калия и кальция, карбамид, но и в качестве примесей содержатся тяжелые металлы, цианиды и другие токсические соединения, миграция которых вблизи автодорог еще недостаточно изучена. Так, например, хлориды в составе реагентов способны воздействовать на биологические свойства и изменять кислотный показатель почвы, что в свою пагубно влияет на растения.

Внимание к поведению противогололедных реагентов в природных системах выражается их большой обменной активностью, сильной растворимостью в воде. Аккумуляция загрязняющих веществ в придорожной полосе возникает не в поверхностном слое почвы, а на глубине до 60 см, достигая грунтовых вод и зоны корневой системы деревьев. При отрицательных температурах реагенты накапливаются в снеге и вместе с ним перемещаются уборочными машинами в стороны от проезжей части на расстояние до 50 м. Часть солей, не вступивших в реакцию, сохраняется на

покрытии, и с брызгами от колес машин, с пылью и снегом может перемещаться ветром на большое расстояние.

Наибольшее содержание хлоридов наблюдается на расстоянии до 3 метров от земляного полотна и понижается на расстоянии до 20 метров, в случае использования снегоуборочных машин, сбрасывающих снег у обочин. В случае использования роторных снегоуборочных машин, сбрасывающих снег до 30 метров, отмечается два пика накопления антигололедных веществ – до 3 метров и от 15 до 30 метров от земляного полотна. Во время весеннего таяния снега, в водных объектах городов практически повсеместно наблюдается повышенное содержание хлоридов. Повышение солености тормозит гормоны, отвечающие за метаболические процессы, что оказывает влияние на рост и размножение фито и зоопланктона.

В пробах снега недалеко от проезжей части загруженных автомагистралей обнаруживают превышение концентраций соединений тяжелых металлов, таких как никель, ванадий, молибден, свинец, марганец, медь, цинк и другие [32].

Одними из самых токсичных веществ являются моторные масла и смазки. В процессе эксплуатации автотранспорта часто формируются токсичные отходы, которые очень сложно утилизировать. Это такие отходы как резиновые автопокрышки, масляные фильтры, металлическая пыль тормозных колодок. При этом разбавленные в атмосферных осадках эти отходы попадают в подземные и грунтовые воды, попадают и оказывают отрицательное влияние на почву. Также неблагоприятное воздействие оказывают взвешенные вещества, которые действуют на водные объекты и почвенные покровы, при этом вызывают повышение мутности, а также вызывают заиление. Органические вещества в составе взвешенных веществ приводит к повышению показателя химического потребления кислорода, что тормозит естественные самоочищающиеся способности водоемов [32].

Одним из методов сокращения отрицательного воздействия загрязняющих и токсичных веществ с автодорог на природные объекты являются своевременный сбор ливневых и талых вод с последующим их очищением. Но действующие в нашей стране системы поверхностного водоотведения часто неисправны и не соответствуют требованиям нормативных документов, а конструкции очистки талых и сточных вод введены в последние годы только на некоторых скоростных автомагистралях [7, с. 2-4].

Одной из главных причин сильного отрицательного действия автотранспорта на окружающую среду в России заключается в быстром росте автопарка и в неспособности должной организации пропускной способности на больших автомагистралях [19].

Повышение площади водостойких покрытий при строительстве автомагистралей и мостовых переходов приводит к значительному ухудшению гидрологического режима прилегающей территории, что ведет к увеличению объемов поверхностного стока и степени его загрязненности. В большей степени подвергаются загрязнению подземные воды, в которые токсиканты попадают в результате просачивания через легкие грунты откосов автодорог. Некачественные водостойкие покрытия не только разрушают полотно трассы, но и способствуют миграции ливневых вод.

Зарубежными и отечественными исследователями выявлено, что уровень современных очистных сооружений не позволяет полностью очистить сточные и талые воды. В них сохраняются до 10% органических токсичных и загрязняющих веществ, всё это приводит к тому, что использование данных вод возможно только при большом разбавлении чистой природной водой. Эта ситуация осложняется тем, что до сих пор число и эффективность имеющихся очистных сооружений не совпадает с ростом уровня потребления чистой воды и необходимостью уменьшения отрицательного воздействия на природную среду [19].

Воздействие автотранспорта на водную среду влечет к ухудшению ее продуктивности как среды обитания, делает недопустимым ее использование человеком. В таблице 1 представлены требования к условиям сброса сточных вод (<http://www.transecoproject.ru/press-center/235>).

Таблица.1 – Требования к условиям сброса сточных вод [7,8,9]

Условия отведения сточных вод	Допустимая концентрация в сточных водах, мг/л	
	взвешенные вещества	нефтепродукты
В водные объекты высшей и первой рыбохозяйственной категории	+ 0,25 мг/л к фоновому содержанию(10,0)	0,05
В водные объекты второй рыбохозяйственной категории	+ 0,75 мг/л к фоновому содержанию	0,05
В водные объекты, используемые для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий	+ 0,25 мг/л к фоновому содержанию	0,3
В водные объекты, используемые для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест	+ 0,75 мг/л к фоновому содержанию	0,3

В существующем документе СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения» количество содержащихся в сточных и талых водах взвешенных веществ нормируется до 1000 мг/л в дождевых стоках и до 3000 мг/л в талых стоках, а для нефтепродуктов эти содержания нормируются до 20 мг/л и 25 мг\л соответственно. Также, беря во внимание, что при проектировании и строительстве подразумевается сбор и вывоз снега, при анализе загрязняющих веществ и соединений берут в расчет концентрации в дождевых стоках [30].

Стоит предусматривать сбор поверхностных сточных вод с полотна автомобильных дорог или мостовых переходов и их очищение перед сбросом в природную среду. Сточная вода, прошедшая очистку, освобождается от

значительного количества загрязняющих веществ — взвесей, нефтепродуктов, тяжелых металлов. Содержание вредных веществ достигает следующих показателей: взвешенные вещества — до 10-20 мг/л; нефтепродукты — до 0,3 – 0,5 мг/л; БПК — до 5-6 мг/л.

Глава 2

Мероприятия по снижению негативного влияния автомобильных дорог на водные объекты.

Наиболее эффективными мерами по сокращению отрицательного влияния на водные объекты, служат мероприятия, разрабатываемые на стадии проектирования и на стадии ввода в эксплуатацию. Такие мероприятия называются превентивные. Это такие мероприятия предназначенные на уменьшение количества загрязняющих веществ, а также их сбор непосредственно с проезжей части автодорог. Преимуществами их является отсутствие отведения дополнительных территорий и строительных работ [13, с. 37-39].

Основными превентивными мероприятиями являются:

- упорядоченный сбор загрязненного стока в водосборных лотках и отведение его по водосбросным лоткам на очистные сооружения;
- удаление мусора и очистка элементов водоотводных систем;
- чистка поверхности проезжей части;
- качественное восстановление дорожного покрытия и систем водоотведения;
- контроль за применением антигололедных средств;
- избегание сброса снега с покрытия проезжей части в водоемы;
- применение экологически безопасных материалов дорожной разметки [6, с. 5-10].

В комплекс гидротехнических, водоохраных и очистных сооружений, обычно, входят накопители и отстойники, которые оснащаются противофильтрационными экранами, затрудняющими проникновение вредных веществ в нижележащие водоносные горизонты. Наиболее эффективно действующими являются экраны, выполненные из полимерных материалов, стойкие к агрессивному воздействию химических реагентов [1, с. 2-5].

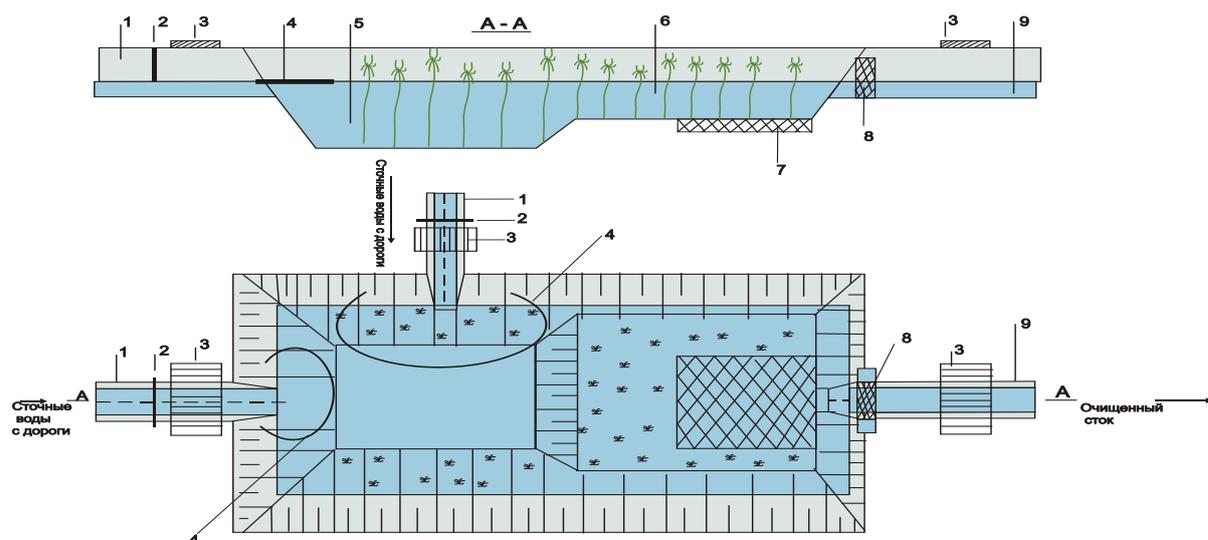
2.1 Гидрботанические площадки (ГБП)

Гидрботаническая площадка (ГБП) – это система мелких (одного, двух, трех) слаботочных искусственных или естественных прудов. На дно прудов-отстойников высаживают высшие водные растения (тростник, рдест, камыш), а также размещают различные природные сорбенты (Рис. 1) или фильтрующие кассеты [11, с. 4-6].



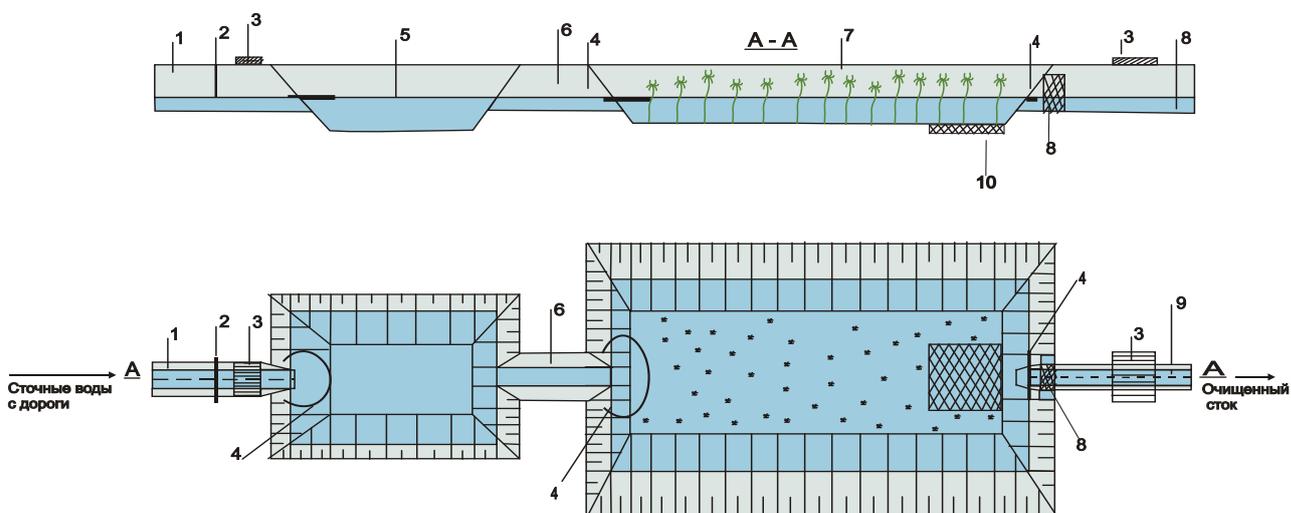
Рисунок 1 – Пруд, засаженный высшей водной растительностью

Схемы устройства гидробиотических площадок представлены на рисунках 2, 3. При необходимости ГБП оснащается дополнительными средствами для улавливания нефтепродуктов.



1 - подводящий лоток (канавка); 2 - решетка для улавливания плавающего мусора; 3 – мостики; 4 - плавающий бон из сорбирующего нефтепродукты материала; 5 - приямок, для осаждения наиболее крупных фракций взвешенных веществ; 6 - часть водоема, засаженная высшей водной растительностью; 7 - площадка на дне пруда, выстланная слоем природных сорбентов; 8 - фильтрующая кассета с загрузкой сорбентом; 9 - отводящий лоток (канавка)

Рисунок 2– Схема ГБП в составе одного пруда



1 - подводящий лоток (канавка); 2 - решетка для улавливания плавающего мусора; 3 – мостки; 4 - боны из сорбирующего нефтепродукты материала; 5 - буферный пруд, для осаждения наиболее крупных фракций взвешенных веществ; 6 - соединительный лоток (канавка); 7 - основной пруд ГБП с высшей водной растительностью; 8 - фильтрующая кассета с загрузкой природным сорбентом; 9 - отводящий лоток (канавка); 10 - площадка на дне пруда, выстланная слоем природных сорбентов.

Рисунок 3 – Схема ГБП в составе двух прудов с усиленной защитой от нефтепродуктов

Согласно ОДМ 218.8.005-2014 «В зависимости от требований качества и условий местности в состав ГБП должны входить следующие элементы:

- подводящая канавка или лоток для загрязняющего стока;
- улавливающая мусор решетка;
- один или несколько буферных водоемов, главной задачей которых является контроль за расходом загрязнённого стока, а также осаждение крупных фракций взвешенных веществ;
- соединяющие лотки и канавы для обеспечения расчетной скорости стока для наилучшей степени очистки;
- нефтеулавливающий, нефтесорбирующий колодец или бон;
- заполненная природным сорбентом фильтрующая кассета» [11, с. 4-6].

Принципом действия очистки сточных и талых вод является комбинированным.

Загрязненный сток, проходит через решетки, где задерживаются крупные загрязнители, поступает в буферный отстойник. На входе в буферный отстойник устанавливают фильтры, которые поглощают плавающие на поверхности нефтепродукты (рисунок 4).



Рисунок 4 – ГБП. Фильтрующая кассета с загрузкой природным сорбентом

В буферном отстойнике происходит контроль расхода загрязненного ливневого стока, частичное осветление загрязненного стока и оседание взвешенных веществ, после этого сток, по лотку, попадает в основной отстойник, в котором произрастают высшая водная растительность. На входе в основной отстойник устраивают фильтрующие заграждения, которые поглощают плавающие нефтепродукты. Проходя через пруд, засаженный высшей водной растительностью, происходит природное очищение стока. На выходе из пруда дно покрывается природным поглотителем, а водоотводящий лоток оснащается фильтром из природных поглотителей – цеолитов, шунгитов, черных кремневых пород. После чего очищенный сток сбрасывается в почву или водные объекты. По мере заиления, накопления отмершей растительности или при интенсивном зарастании отстойники чистят. На рисунке 3 показана очистка пруда ГБП.



Рисунок 3 – Очистка пруда ГБП

Глава 3

Необходимость строительства ЗСД и экологические проблемы проекта

3.1 Западный скоростной диаметр - проект регионального значения.

Санкт-Петербург – второй по величине мегаполис России, с населением более 5 миллионов человек, развитой инфраструктурой, тысячами предприятий и учебных заведений. Это крупнейший экономический, культурный, научный и туристический центр. Исторический центр города входит в список объектов всемирного наследия ЮНЕСКО. Это четвертый по величине город Европы и самый северный город мира с населением более миллиона человек. Расположен на берегу Финского залива

и устья реки Невы на площади около 1450 км², из которой около 300 км² занимают леса, парки и болота.

С момента создания Петром I в 1703 году и до сих пор Санкт-Петербург продолжает застраиваться усиленными темпами. Причем застройщики уже не ограничиваются созданием отдельных жилых кварталов, а проектируют жилые комплексы, уже больше похожие на города-спутники. Границы мегаполиса постоянно расширяются и уже давно перешли на территорию Ленинградской области. Кольцевая автодорога (КАД) и Западный скоростной диаметр (ЗСД) были построены для удобства передвижения, разгрузки центральной части города, уменьшения транспортной напряженности на Васильевском острове, в северных и южных районах. На рисунке 6 приведена схема деления ЗСД на участки.

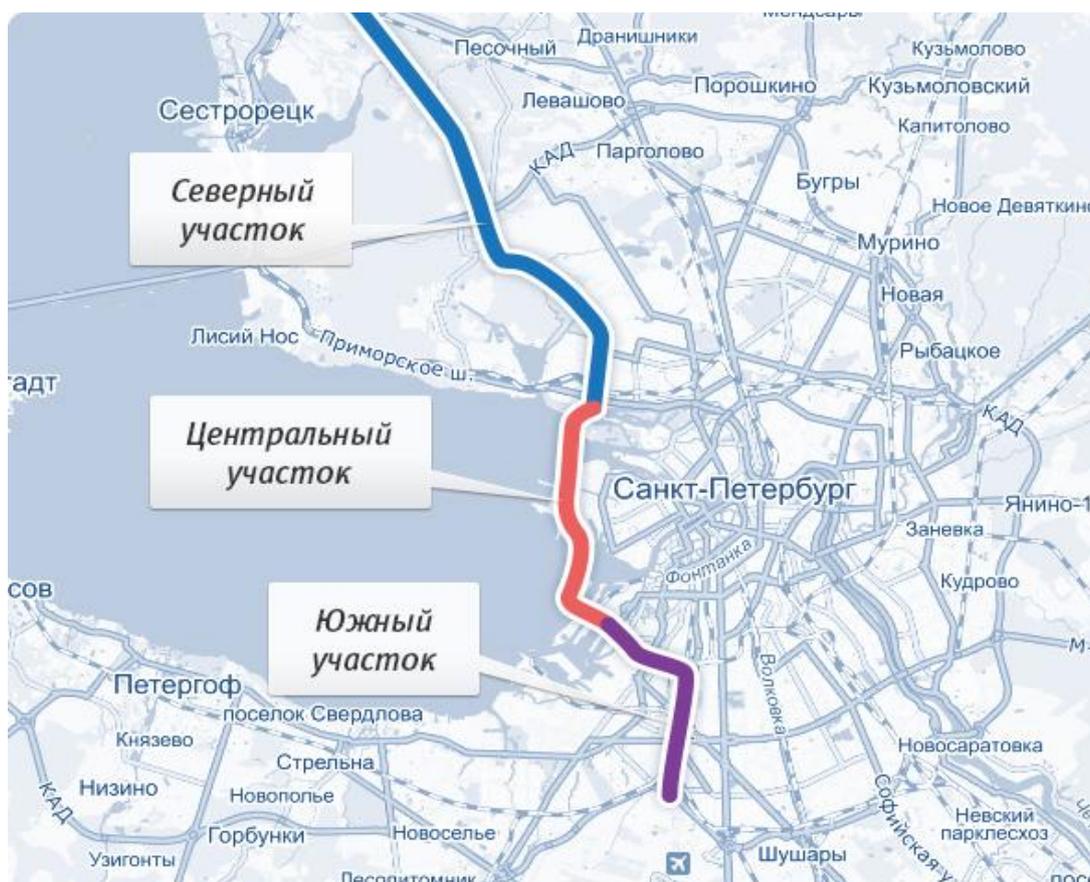


Рисунок 6 – Схема участков Западного скоростного диаметра

Строительство Западного скоростного диаметра происходило в 5 очередях. В первую и вторую очередь строилась часть Южного участка (от развязки КАД до набережной реки Екатерингофки). В 3 очередь строилась часть Северного участка (от Богатырского проспекта до трассы Скандинавия). В четвертую очередь строились части Южного (от набережной реки Екатерингофки до Канонерского острова) и Центрального (Канонерский остров до Шкиперского протока). В последнюю, 5 очередь, строились части Центрального (Шкиперский проток до Приморского проспекта) и Северный участок (Приморский проспект до Богатырского проспекта)

Для правительства и администрация нашего города, особенно в последние десятилетия, транспортная проблема, пожалуй, была и остается одной из самых актуальной. Но далеко не все проекты, связанные с решением транспортных проблем, проходят без общественных и научно обоснованных выступлений о негативных экологических последствиях. И одним из них стал стратегический с одной стороны и скандальный с другой, инвестиционный проект города – строительство Западного скоростного диаметра (ЗСД). Его главной целью было реализация оптимального транспортного решения, которое позволило связать южные, центральные и северные районы Санкт-Петербурга, разгрузка центральной части и улучшение экологической обстановки в городе.

3.2 Меры, по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду, принятые при строительстве и эксплуатации ЗСД

Возможно, с вводом ЗСД экологическая обстановка в Санкт-Петербурге и улучшится. Но, к сожалению, для тех районов города, где проходит ЗСД она может ухудшиться. Негативные последствия строительства и эксплуатации ЗСД есть, а именно:

- воздействие на атмосферный воздух
- воздействие на поверхностные и грунтовые воды
- шумовое воздействие
- воздействие на почву

Главным источником воздействия на атмосферный воздух является сам автотранспорт. Пропускная способность ЗСД находится в районе 8-10 тыс. автомобилей в день и, следовательно, выбросы оксида углерода, оксид азота, и органических продуктов сгорания топлива будет весомо [13, с. 28].

Шумовое воздействие во время строительства будет ощущаться при буровых работах. При эксплуатации автомагистрали вероятно будут фиксироваться превышение допустимых уровней шума на прилегающий территориях [13, с. 29-30].

Негативное воздействие при строительстве и эксплуатации магистрали на почву будет заключаться в загрязнении почвы тяжелыми металлами, нефтепродуктами, хлоридами [13, с. 27].

При строительстве основными воздействиями на водные объекты являются создание зон повышенных концентраций взвешенных веществ, а при эксплуатации - нефтепродуктами, тяжелыми металлами, хлоридами, фенолами и взвешенные вещества, которые будут попадают с поверхностным стоком [13, с. 32-34].

Негативными воздействиями на поверхностные водные объекты во время строительства были:

- формирование зон повышенной мутности воды в Невской губе, в результате формирования временных островков;
- заиление донных отложений в следствии отсыпки временных островков, это приведет к тому, что условия жизнедеятельности бентоса станут критическими;
- изменение гидрологических характеристик, в следствии отсыпки временных островков;

- формирование ледовых заторов в результате сужения русла, в результате отсыпки временных островков

- возможное попадание загрязняющих веществ в водные объекты, расположение вблизи с проведения строительных работ;

Для защиты водных объектов были сооружены гидрботанические площадки для локализации и нейтрализации поступающих в водные объекты загрязняющих веществ.

При строительстве вредное воздействие на атмосферный воздух не было выявлено. При эксплуатации для оценки воздействия, которое может быть обусловлено превышение концентраций, была организована система автоматического мониторинга для сбора информации по выбросам загрязняющих веществ. А также информации для принятия управленческих решений по снижению трафика движения по автомагистрали в дни неблагоприятных для рассеивания примесей в атмосфере. [13, с. 28-29]

Для уменьшения негативного воздействия шумового воздействия были приняты мероприятия по установке в близлежащих к автомагистрали жилых построек шумопоглощающих окон, а также установка шумопоглощающих экранов в местах, где превышенное шумовое воздействие несет вредное воздействие [13, с. 30-31].

Для снижения негативного воздействия на почву и земельные ресурсы во время строительства было обеспечено:

- изъятие и транспортировка опасных и особо опасных загрязнённых грунтов на полигоны промышленных отходов;

- полное перекрытие временных строительных городков и подъездных дорог бетонными плитами;

- полное перекрытие стоянок автотранспорта и мест его заправки;

- в целях восстановления нарушенных участков и из озеленения были проведены рекультивационные работы.

Для предотвращения потенциального загрязнения грунтов в период эксплуатации были предусмотрены следующие мероприятия:

- укрепление дорожного полотна для минимизации и предотвращения эрозии;
- организация ливнеотводов с очистными сооружениями очистных сооружений;
- предусмотрено для борьбы с гололёдными явлениями на трассе использовать применение механических способов, а не химических [13, с. 27-28].

3.3 Мероприятия по защите водных объектов от негативного воздействия при строительстве и эксплуатации ЗСД

Согласно Нетехнического резюме «Комплексная оценка воздействия на окружающую и социальную среду для строительства Центрального участка Западного скоростного диаметра» «При строительстве и эксплуатации автомагистраль Центрального участка не нанесет существенного воздействия на уровень грунтовых вод» [13, с. 32-34].

Для этого были применены следующие мероприятия:

- установка дренажной системы к западу от ЗСД для постоянного отвода воды в городскую канализацию;
- устройство искусственного прохода для грунтовых вод над тоннелем, выстеленный крупнозернистым песком;

В резюме сказано: «При строительстве и эксплуатации ЗСД не ожидается изменение химического состава грунтовых вод, так как:

- во время строительства все работы с химическими веществами будут проводиться с применением средств сдерживания проливов, таких как гидроизолированные площадки и поддоны.

- во время эксплуатации все ливневые воды будут локализованы и в конечном счете накоплены в емкостях, которые включают себя в систему очистных сооружений ЗСД» [13, с. 33-34].

Для предотвращения нежелательных изменений водных ресурсов, загрязнения поверхностных и грунтовых вод организованы мероприятия по очистке ливневых, талых сточных вод, как в период строительства, так и эксплуатации ЗСД. Предусмотрены мероприятия и для ликвидации аварийных ситуаций при разливе нефтепродуктов или иных вредных веществ. Всего на трассе автодороги установлено 54 локальных очистных сооружения. Согласно проекту строительства, Центрального и Северного участков Западного скоростного диаметра «Предусмотренная эффективность очищения сточных и талых стоков, которые попадают в водные объекты, соответствуют действующим нормативам для водоемов рыбохозяйственного значения» [20, с. 5-6].

Для уменьшения отрицательного действия на водные объекты загрязняющих и токсичных веществ в Проекте были обеспечены следующие мероприятия:

- с целью исключения подтопления и заболачивания территории, прилегающей к трассе были утроены водопропускные трубы;

- при проектировании мостовых перекрытий были предусмотрены мероприятия, которые исключали подпор воды и изменение гидравлического режима;

- для минимизации стеснения речного потока мосты сооружались с минимальным нарушением речного русла;

- в целях укрепления земляного полотна рядом с трассой был произведен засев растительным грунтом или дерновым рулонным материалом [20, с. 5].

Глава 4

Экологические проблемы строительства и эксплуатации ЗСД

Еще на этапе общественных слушаний проекта общественность и ученые, говорили о том, что трасса ЗСД выбрана неудачно. И если недовольство граждан, связанное со строительством Центрального участка ЗСД были связаны в основном с социальными проблемами и превышениями уровня шума и вибрации для жителей близ лежащих территорий на этапе строительства, то для Северного участка на первый план вышли проблемы, связанные нарушением экологического состояния природных ландшафтов. Санкт-Петербургское общество естествоиспытателей еще в 2006 году провело общественную экологическую экспертизу III очереди (Северного

участка), которая выявила целый ряд потенциальных экологических последствий и нарушений [3, с. 62].

Согласно выводам общественной экспертизы, была недостаточным образом рассчитана оценка воздействия на окружающую среду. Так, например, отсутствовали данные о наличии в зонах строительства и буферных зонах важных природных объектов, таких как торфяных залежей, редких видов растений, сосновых древостоях, а также о наличии переходного и верхового болота. И если расчет концентраций загрязняющих веществ в атмосфере на период до 2025 года хотя бы был представлен, то для водных объектов таких расчетов не проводили, а только была сделана ссылка, что мероприятия и сооружения, которые предусмотрены в проекте полностью исключают негативное воздействие. Участки ЗСД, которые проходят рядом с буферной зоной особо охраняемых природных территорий - заказника «Юнтоловский», «Сестрорецкое болото» и по территории «Левашовского леса», не были дополнительно изучены и обследованы [4, с. 36-37].

С критикой проекта ЗСД выступали и специалисты, которые изучают природные комплексы. Они обратили особое внимание на Северный участок трассы, который проходит через жилые зоны, зоны отдыха и особо охраняемые природные территории. «Северный участок ЗСД рассекает пополам Большое Марково болото, при этом нарушается его гидрология. Болото – такая система, которую разрезать без необходимости не следует». Тем более, что в это же время готовилась документация о выделении этих ландшафтов в особо охраняемую природную территорию – «Левашовский лес», которую магистраль рассекала пополам и не могла не нарушить сложившийся здесь гидрологический режим (Рис. 7) [31]. По словам ученых (Резников В.А. и др), теперь с левой стороны трассы земля переувлажняется, а с правой более сухо.

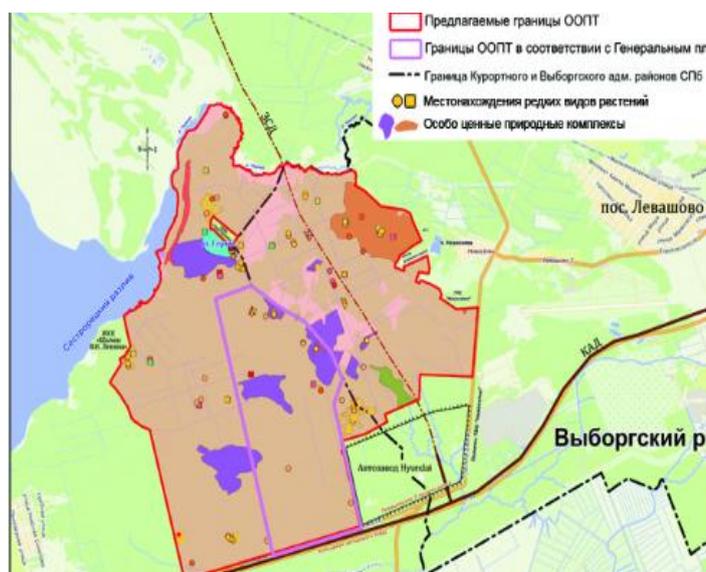


Рисунок 7 – карта-схема Левашовского леса

Как видно из схемы, северная граница «Левашовского леса» совпадает с руслом р. Черная. В соответствии с Генеральным планом Санкт-Петербурга, на территории Курортного и Выборгского районов города до 2025 г. предусматривается организация особо охраняемой природной территории «Левашовский лес». Эта территория, несмотря на относительную близость к центральным районам города (не более 20 км), в силу своей заболоченности и удаленности от железных дорог, весьма мало посещается людьми и почти не исследована [10, с. 66].

Обобщая информацию, представленную в главе можно сделать следующие выводы:

- западный скоростной диаметр конечно имеет огромное значение для всего региона;
- мероприятий проведенные в ходе строительства и запланированные на период эксплуатации вероятно могут свести к минимуму негативные последствия на окружающую среду на Северном участке ЗСД, но сохранение существующих ландшафтов в неизменном виде уже невозможно;
- река Черная, как часть экосистемы и «Левашовского леса» и ООПТ «Сестрорецкого болота» с вводом ЗСД приобретает еще большее значение, и

поэтому требует постоянных наблюдений за ее гидрологическим режимом и изменением гидрохимических показателей.

4.1 Экологические проблемы Северного участка ЗСД

Как написано в Проекте «Строительство Центрального и Северного участков Западного скоростного диаметра»: «3-я очередь строительства располагается от Богатырского проспекта до трассы Скандинавия» [20, с. 4]. При этом данный участок проходит через территории Курортного, Выборгского и Приморского района Санкт-Петербурга, на которых располагаются лесные земли, земли совхоза «Пригородный», а также застройка города Санкт-Петербург. На отрезке от Богатырского проспекта до КАД средняя интенсивность потока, при проектировании составила 80 тысяч автомобилей в сутки, а на участке от КАД до поселка Белоостров – 30 тысяч автомобилей. При этом уточняется, что трасса не пересекает и не затрагивает особо охраняемые природные территории, так как зона санитарного разрыва проходит за пределами заповедников «Юнтоловский» и «Сестрорецкое болото».

Для устранения возможного негативного влияния на заказники «Юнтоловский» и «Сестрорецкое болото» в соответствии с рекомендациями Дирекции по особо охраняемым территориям Санкт-Петербурга, проектом предусматривается комплекс природоохранных мероприятий:

- запрет производства строительных работ в период формирования миграционных скоплений и гнездования видов орнитофауны в районе заказника «Юнтоловский» и ООПТ «Сестрорецкое болото»;
- сооружение строительных площадок только в пределах мет строительства ЗСД;

- установка шумозащитных экранов протяженностью несколько километров вдоль территории, прилегающей к заказнику;
- в целях снижения шумовой нагрузки при производственных работах были установлены временные ограждения для защиты населения и животных;
- было произведено восстановление и обустройство прибрежных и водоохраных зон, которые были нарушены в связи с проведением работ, а также была проведена полная биологическая рекультивации и озеленение пострадавших территорий;
- сооружение и создание защитных опушек из различных лиственных пород деревьев для сокращения потенциального ветровала ели;
- были устроены специальные переходы под трассой для различных земноводных и мелких млекопитающих для обеспечения их миграции.
- установка сетчатого ограждения для предотвращения выхода животных на дорогу;
- установка мигающих источников света для отпугивания от магистрали представителей орнитофауны особо охраняемой территории и мигрирующих птиц;
- мониторинг загрязнения окружающей среды аккредитованными организациями во время строительства и эксплуатации ЗСД [20, с. 6].

В результате изучения резюме и материалов ОВОС, можно сделать вывод, что при строительстве и эксплуатации ЗСД на всех участках предусмотрено и сделано все, чтобы избежать негативного воздействия на окружающую среду.

Глава 5

Река Черная и ее значение для Санкт-Петербурга и Ленинградской области

5.1 Общая характеристика и водохозяйственное значение

Река Черная протекает во Всеволожском районе Ленинградской области и Курортном районе Санкт-Петербурга. Код водного объекта в водном реестре России: 01040300512102000008447. Свое начало река берет на Карельском перешейке, на западном склоне Невско-Сестрорецкого водораздела во Всеволожском районе Ленинградской области. Координаты истока - $60^{\circ}12'50.5''N$, $30^{\circ}05'06.3''E$, высота над уровнем моря 78 м и находится он в болотах Пасторского озера в 2-х км от садового товарищества

«Средне-Выборгское» (рис.8). Во Всеволожском районе по берегам реки расположены д. Медный Завод, садовые товарищества «Малина», «Ромашка», «Ягодка», п. Черная речка и п. Сертолово со своими строящимися жилищными микрорайонами.

Река Черная вытекает из озера Медное, которое по сути является искусственным ее водохранилищем, существующим еще с Петровских времен и делая поворот на 90 градусов с восточной стороны огибает поселок Черная речка (рис.9). Сделав небольшую петлю дальнейший путь реки лежит с западной стороны рядом с городом Сертолово (Рис.10). До 2013 года недостаточно очищенные сточные воды с очистных сооружений г. Сертолово и неочищенные сточные воды из расположенных военных частей и частных строений сбрасывались в р. Черная. В районе Сертолово река по бетонному перекрытию протекает под КАД.

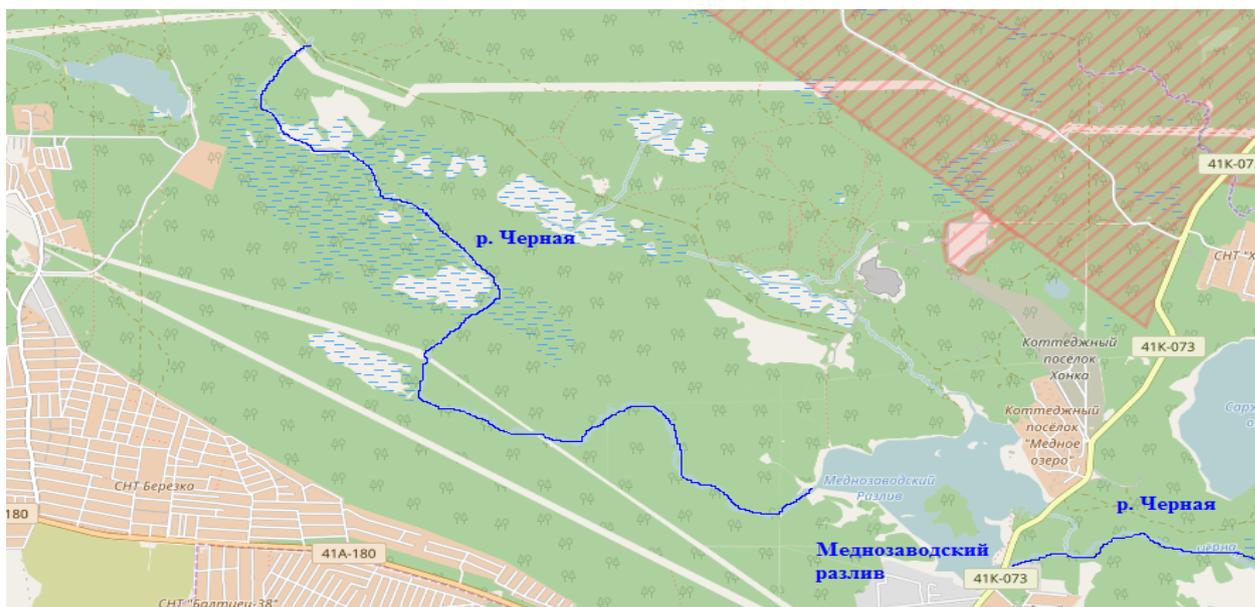


Рисунок 8 – р. Черная от истока до оз. Меднозаводский разлив, длина участка около 4 км.

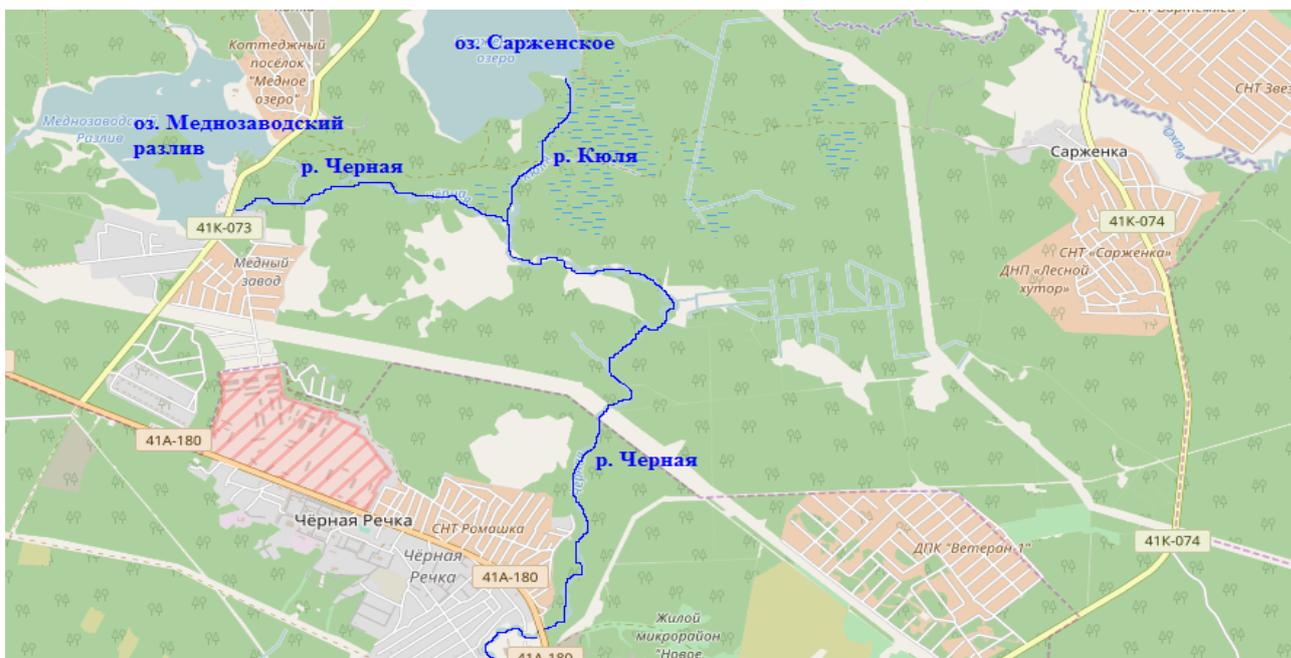


Рисунок 9 – р. Черная от оз. Меднозаводский разлив до г. Сертолово, длина участка около 4 км.

Через 1 км после п. Сертолово река протекает через п. Песочный по границе района Дибуны. В поселке Песочный в реку впадает ручей Сертоловский. После п. Песочный в реку впадает Левашевский канал, который берет своё начало в поселке Парголово и протекает под мостом КАД.

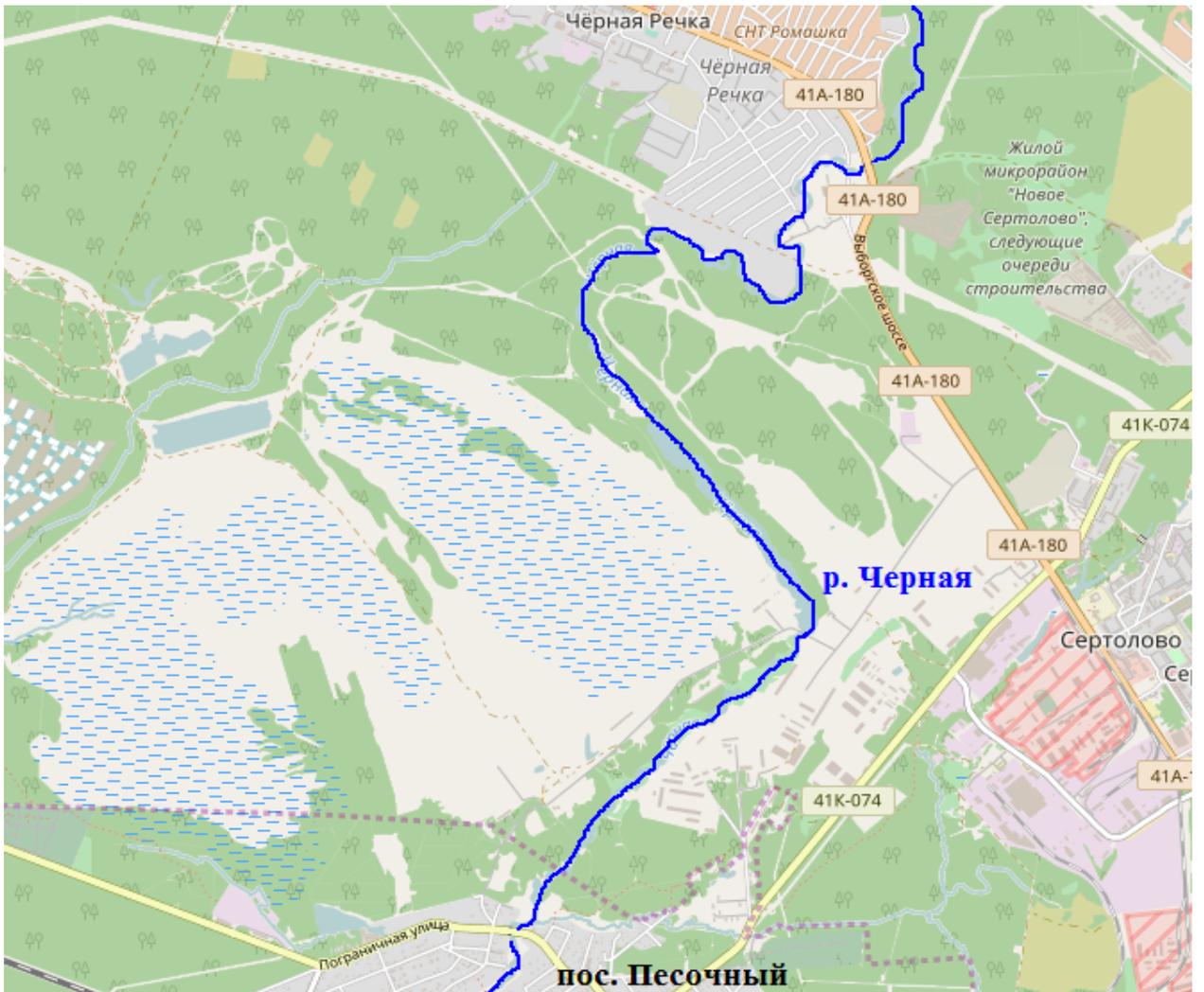


Рисунок 10 – р. Черная от г. Сертолово до п. Песочный

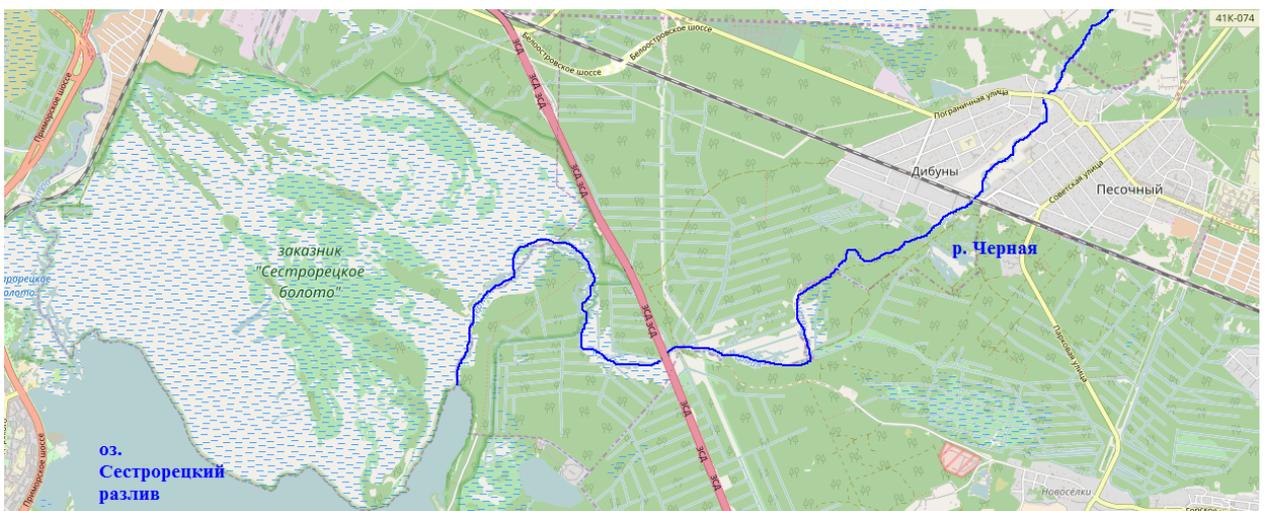


Рисунок 11 – р. Черная от п. Песочный до устья - озера Сестрорецкий разлив

После п. Песочный в районе Дибунов река пересекает полигон и затем около 5 км протекает по заболоченной территории до пересечения с ЗСД. После моста, на протяжении 3-х км река течет по ООПТ заказник «Сестрорецкое болото» и впадает в озеро «Сестрорецкий разлив» (рис.11). Устье р. Черная находится на 6,8 м выше над уровнем моря, координаты 60°6'16.35" северной широты и 30°3'01.1" западной долготы (Рис. 12). Река Черная до 1721 года впадала в реку Сестру. После постройки Сестрорецкого оружейного завода и создания водохранилища «Меднозаводской разлив» воды реки устремились к Сестрорецкому разливу [31, с. 15-16].



Рисунок 12 - Устье реки Черной

Протяженность реки Чёрная составляет 35 километров, водосборная площадь бассейна 126 км². Общее понижение реки составляет 71 метр, уклон составляет около 2 м/км. Скорость течения в верховьях 0,3 м/сек, в нижнем течении 0,1 м/сек. На реке Чёрная сформировано немногочисленное количество плотин и водохранилищ. На берегах водоема в поселке Дранишники и в городе Сертолово устроены пляжные зоны отдыха.

Практически на всем своем протяжении река Черная доступная для проезда на автомобиле. На железнодорожном транспорте можно доехать до поселков Песочный и Дибунь.

Основные притоки в реку Черная впадают с левого берега. С озером Сарженским реку соединяет река Кюля. В районе поселка Вартемяги на возвышенности, в верхнем течении реки Охта, берут своё начало ручьи Дранишник и Сертоловский, впадая в реку у поселка Песочного. Левашовский канал впадает в нижнем течении реки. На всей протяженности в Черную впадают многочисленные дренажные каналы, в которые отводятся воды с заболоченных территорий. Через реку проложены 5 дорожных мостов, включая мост Западного скоростного диаметра и 2 пешеходных моста.

Бассейн реки Чёрная находится в центральной части Карельского перешейка. Подземные породы выражены в большей части песчаниками и кембрийскими глинами, которые сверху покрыты четвертичными отложениями. Почвы в бассейне Чёрной в большей степени супесчаные, часто имеют место торфянистые образования, реже суглинистые [33, с. 50-52].

В русле реки Черной в основном произрастают смешанные елово-березовые и сосново-березовые леса. По берегам реки большое количество садово-огородных поселком и дачных кооперативов. Залесённость бассейна - 68 %, заболоченность - 11 % [33, с. 50-52].

Питание реки Черная - смешанное. Снеговое питание при этом составляет 44 %, дождевое - 31 %, за счет грунтовых вод 25 % от общего годового объема. Половодье обычно происходит с конца марта до конца мая, при этом средний расход составляет $54 \text{ м}^3/\text{сек}$. Среднегодовой расход около 1 м^3 , ширина русла от 4 до 10 метров. Рядом с поселком Черная речка скорость течения падает до $0,3 \text{ м/сек}$, при этом ширина составляет 5 метров, а глубина 70 сантиметров, с твердым донным грунтом. Рядом с поселком Сертолово р. Черная заграждена земляной плотиной. При этом верхний уровень воды

составляет 25,3 метра, а нижний – 20,6 метра. Далее по течению перед поселком Дибуны скорость снижается до 0,2 м/с, ширина составляет 5 метров, глубина 1 метра, с песчаным донным грунтом. В устьевом участке скорость течения замедляется до 0,1 м/с, при этом ширина на отдельных участках увеличивается до 15 метров, озерность реки Черной составляет 3% [33, с. 50-52].

Река Черная относится к водотокам, которые имеют рыбохозяйственное значение, в ней обитают форель, окунь, щука, плотва, ерш, елец, хариус и другие виды рыб [33, с. 50-52].

Как уже говорилось ранее река имеет смешанное питание с преимуществом снегового. Наряду с тальми водами, в питании реки участвуют подземные и дождевые воды. В годовом ходе уровня воды различают весеннее половодье, летняя межень, осенний паводок и зимняя межень. Подъем весеннего половодья обычно начинается во второй декаде апреля. Весеннее половодье обычно начинается во второй декаде апреля. Половодье обычно длится 1-1.5 месяца [33, с. 50-52].

5.2 История реки Черная и Сестрорецкого разлива

История р. Черная неразрывно связана с деятельностью Петра I в начале восемнадцатого века на территории нынешнего Всеволожского района Ленинградской области и Курортного района Санкт-Петербурга, а также реки Сестры и озера Сестрорецкий разлив.

Во времена 18 века озера Сестрорецкий разлив не было, поэтому река Сестра имела другое русло. Она текла от ныне существующего поселка Белоостров на юг, где принимала в себя воды реки Черной, после делала крутой поворот в районе Тарховки, затем текла на север, где в районе санатория «Дюны» впадала в Финский залив (Рис. 13). Такая структура

речной сети возникла, скорее всего, в следствии отступления около 3000 лет назад Древнебалтийского моря, тогда течение реки Сестры преграждалась дюнными холмами, в следствии чего сначала отклонялось к югу, а после к северу [28, с. 15-16].

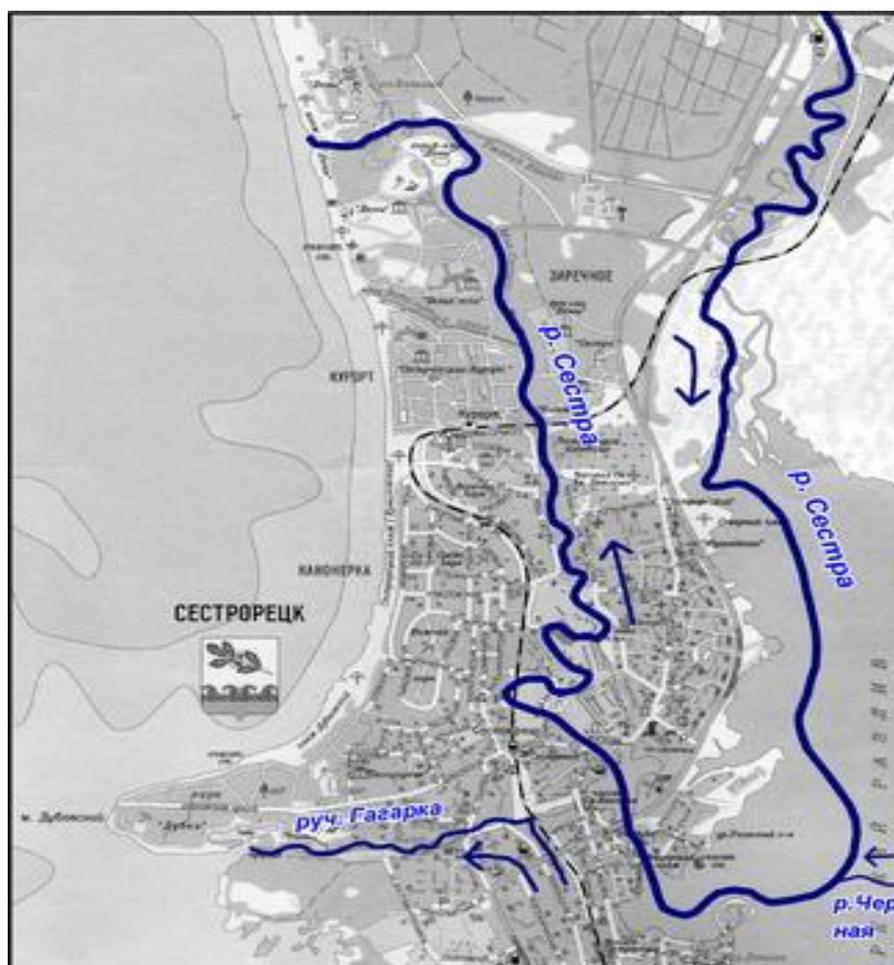


Рисунок 13 – Схема низовьев реки Сестры до 1723 г.

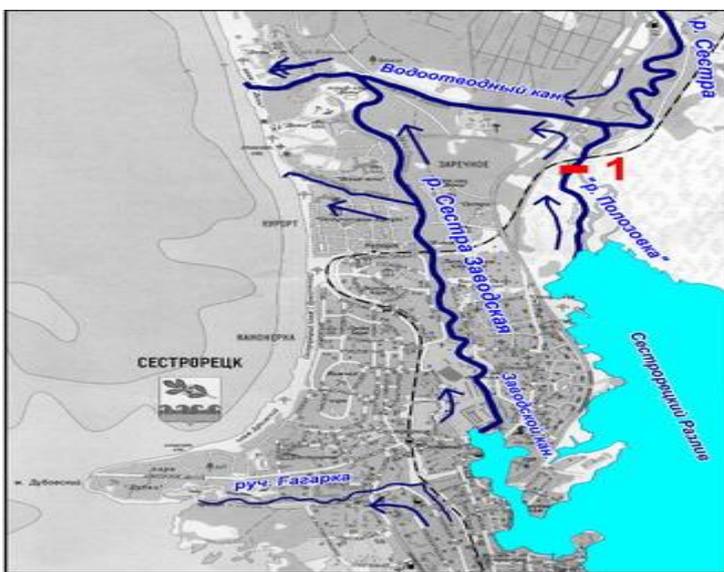
Водохранилище образовалось в следствии преграждения русла реки Сестры запрудой на расстоянии около 2 километров ниже впадения реки Черной в Сестру. Это было сделано для обеспечения машин Сестрорецкого оружейного завода, который приказал построить в 1721 году Петр I.

В связи многочисленных ремонтов и переделок гидротехнических сооружений, связанных с постоянными прорывами

плотин, в 1839 году был выкопан двухкилометровый водоотводный канал, расположенный в трех километрах выше завода. Также были устроены две соединяющие плотины, которые управляли спуском воды в канал, а также пропуском воды далее по реке Сестре. Также благодаря этим плотинам была возможность направлять воды реки Сестры как в море, так и водохранилище. К сожалению, первый же паводок разрушил сооружение и река Сестра, как и воды реки Черной потекли в новый канал, а озеро в очередной раз опустело.

Для решения удержания вод реки Черной задачи была сооружена временная перемычка отрезке Сестры между каналом и разливом и произошло полное разделение – Сестра текла в водоотводный канал, в то время как Черная после наполнения водохранилища через Заводскую плотину попадала в старое русло реки Сестры [28, с. 17-20].

В целях сброса излишков вод реки Черной в 1841 году перемычка была заменена плотиной. Поэтому воды реки Черной текли на север на отрезке между каналом и разливом. В дальнейшем этот участок получил название река Полозовка (рис. 13) [28, с. 20-21].



1 - Плотина в бывшем русле р. Сестры для сброса излишков вод р. Черной

Рисунок 14 – Ситуация в низовьях р. Сестры между после 1841 г.

Всё проходило без изменений около 20 лет. К сожалению, для работы заводских машин вод реки Черной не хватало, особенно зимой и летом, их часто запускали «живыми двигателями, т.е. вручную. Если брать в расчет нынешнюю водность рек, то вод на работу машин хватало только на 4 месяца, но скорее всего, не все машины работали круглосуточно. Поэтому в 1963 году реку Сестру снова направили в водохранилище (рис. 15) [28, с. 22].

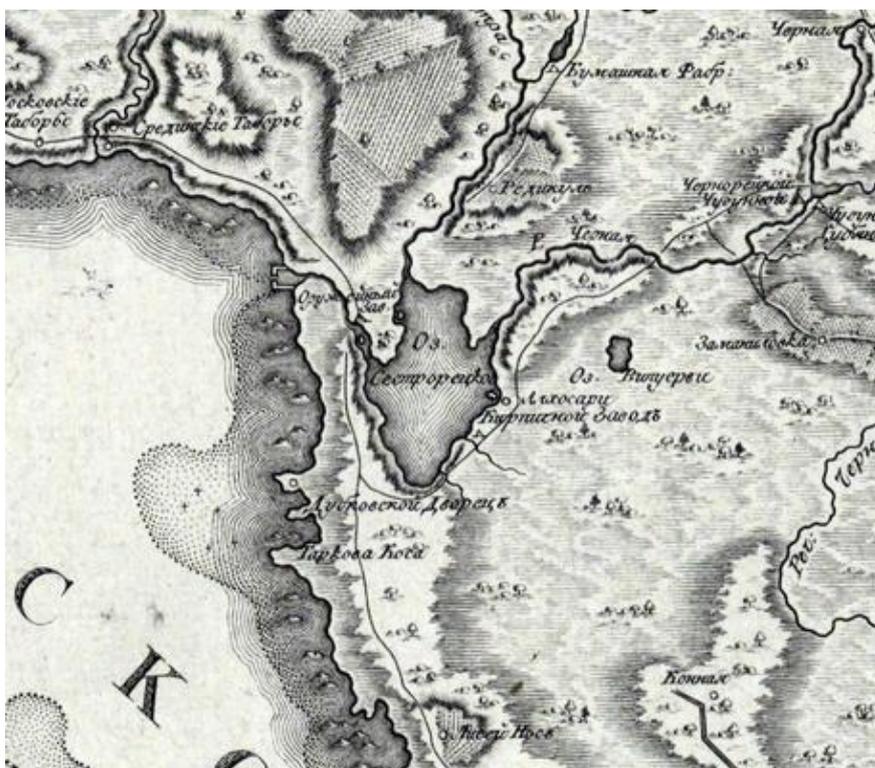


Рисунок 15 – Изображение Сестрорецкого Разлива и прилегающей территории, 1792 г.

Более чем за 200 лет произошли существенные изменения береговой линии северной части озера. Главным источником такой перемены служит абразия торфяного берега, которая сохраняется до сих пор. Разрастание дельты реки Черной произошло гораздо быстрее и составляет около 600 метров, но началось оно после 1930 года, при средней скорости 10 м в год. (рис. 16) [28, с. 23-25].

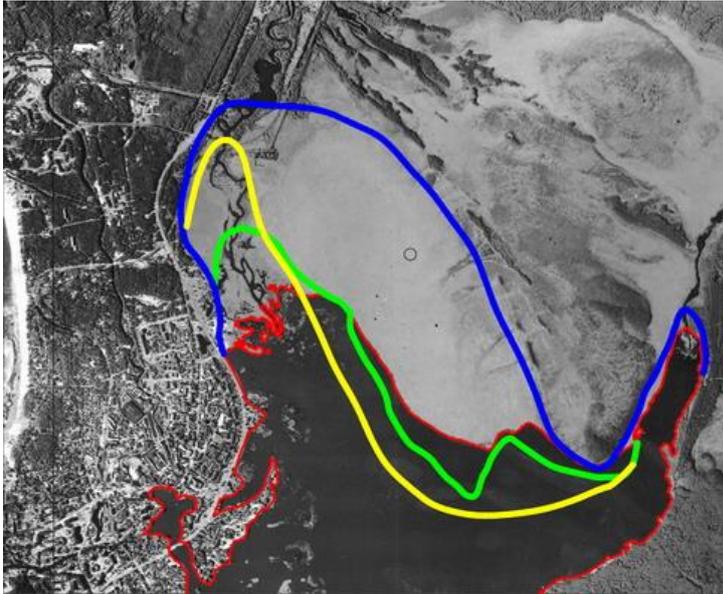


Рисунок 16 – Изменение очертаний северного берега Сестрорецкого Разлива.

Желтым цветом обозначена береговая линия на 1770 г., синим – на 1792 г., зеленым – на 1840 г., красным цветом обозначена современная (на 2005 г.) береговая линия.

Отступление озера со стороны устья р. Черной менее значительно и составляет около 2 м/год.

5.3 Влияние реки Черной на загрязнение озера «Сестрорецкий Разлив».

Река Черная является частью важной составляющей экологической системы ООПТ «Сестрорецкое болото», который является местом остановки на мути миграции редких видов птиц, некоторые из которых занесены в Красную Книгу. Она является важным элементом для обеспечения устойчивого функционирования природных экосистем, включая водные и болотные угодья. Главным условием благополучного экологического состояния уникального природного объекта является сохранение качество воды и гидрологического режима [28, с. 35-41].

За последние 40 лет трижды проводились комплексные обследования Сестрорецкого разлива: в 1980 – 1981 гг. в течение полного года (Сохранение природной экосистемы..., 1984), в 2002 г. – только в летнее время (Водные объекты Санкт-Петербурга, 2002) и в 2015-2016 – весной, летом и осенью. Данные исследования позволили сравнить накопленные показатели и сделать выводы о динамике изменения водной среды [28, с. 35-38].

В следствии анализов воды озера в 2002 году оно описывается средними показателями минерализации (64-70 мг/дм³), относится к сульфатному классу натрия, а также обогащена хлоридами. Главным источником хлоридов являются антропогенные источники. Изменение величины рН колеблется от щелочных в июле-августе (9,5-9,8) до нейтральных в мае (6,6-7,5). В 2015-2016 годах значения рН находились в пределах 6,5-7,1. В связи с высокими значениями концентраций органического углерода, биогенных элементов и БПК вода озера характеризуется большим содержанием органических веществ. Содержание органического углерода (по показателю ХПК) в 1980 году в среднем 14 мг/дм³, в 2002 - 22 мг/дм³, а в 2016 – 60 мг/дм³, последнее свидетельствует о накоплении в озере автохтонного органического вещества. Причем максимальные концентрации отмечены со стороны устья р. Черная [28, с. 35-41].

Содержание биогенных элементов в озере, достаточно высокое еще в 1980-е гг., в настоящее время быстро растет, особенно вблизи устья р. Черной. Так, в 2002 г. среднее по станциям измерений содержание общего фосфора в озере увеличилось с 0,12 до 0,16 мг/л, при этом в р. Сестре несколько уменьшилось, а в р. Черной выросло с 0,19 до 0,55 мг/л, т.е. примерно втрое. В 2016 году концентрации общего фосфора в озере снизились в среднем до 0,13 мг/дм³. Похожая картина наблюдается и по общему азоту, что вероятно связано с уменьшением сельскохозяйственного использования территории. Его концентрация в озере незначительно снизились 2002 году по сравнению с 1981 годом с 0,89 до 0,78 мг/л, за счет снижения этого показателя в р. Сестре, но в р. Черной выросло с 2,38 до 2,79 мг/л. К 2016 году концентрации общего азота в озере снизилась до 0,63 мг/дм³. В итоге, по общему содержанию биогенов и по соотношению концентраций азота и фосфора Сестрорецкий разлив в 2002 г. классифицировали как гиперэвтрофный водоем, причем более 75%

биоогенных элементов поступали из р. Черной. К 2016 году ситуация в озере несколько улучшилась и позволило отнести водоем к эвтотрофным [28, с. 35-41].

Озеро Сестрорецкий разлив сильно загрязнена нефтепродуктами, тяжелыми металлами и фенолами. При исследованиях в 2002 году наблюдалось превышение ПДК_{р.х.} водоемов по железу в 40 раз, а при исследованиях в 2016 году только в 20. Превышение ПДК по марганцу в 2016 г. увеличилось до 25 раз по сравнению с 2002 г. (2-8) раз, по нефтепродуктам в 2 раза в 2016 г, напротив 1,4 раза в 2002 г. В случае повышенной концентрации железа и марганца, а также фенолов, характеризуется естественными факторами, в тоже время высокое содержание нефтепродуктов характеризует сильным антропогенным загрязнением. Несмотря на то, что сток р. Сестры в озеро больше, а загрязненность примерно эквивалентна не стоит недооценивать вклад реки Черной в загрязнение Разлива [28, с. 35-41].

Устье реки Черной постепенно зарастает тростником, камышом озерным и хвощом речном. Практически ежегодно наблюдается “цветение” воды. Периодически в водах р. Черной обнаруживаются возбудители кишечных инфекций. С 2003 года городское управление Роспотребнадзора запретило использовать воду Разлива в качестве источника водоснабжения.

Качество воды в озере напрямую связано с экологической ситуацией в реках Черная и Сестра, снабжающих озеро, так как влияние сбросов очистных сооружений г. Сестрорецка исключено - они выведены в Финский залив. При этом до 2012 года основным источником биоогенной нагрузки озера являлась река Черная, а в ее бассейне – очистные сооружения пос. Сертолово. Реки Сестра и Черная впадают в Разлив, каждые сутки в них сбрасывалось 13 тыс. м³ неочищенных и плохо очищенных сточных вод – 4,8 млн. м³ в год. В то время как общий объем озера «Сестрорецкий разлив» - 15 млн. м³ [28, с. 40-41].

В таблице 1 приведены средние значения показателей, полученные по результатам в 2011-2012 гг. (Приложение 1). Местом наблюдений была выбран створ в 30 м выше пешеходного моста на территории ООПТ «Сестрорецкое болото», это была ближайшая к устью точка, доступная с для отбора проб с суши, далее река протекает по территории Сестрорецкого болота. Результаты наблюдений приведены в Приложении № 1. Надо отметить, что в период наблюдений шло строительство ЗСД.

Превышение ПДК для аммонийного азота - в 5,6 раза, нитритного азота – в 2,3 раза, ХПК – в 2,8 раза, БПК₅ – в 1,5 раза, нефтепродуктов в 1,8 раза, меди – в 1,4 раза, цинка – в 1,7 раза, общего железа – в 11,2 раза, фенолов – в 2,7 раза. Содержание растворенного кислорода - ниже нормы, за исключением мая 2011 года (11,2 мг/дм³), так как отбор проб проводили в период половодья и скорость течения реки была значительно выше обычной.

Таблица 2 – Результаты исследований качества воды и превышения ПДК в р. Черная в 2011-2012 годах.

Определяемые показатели	Размерность	Предел обнаружения МИ	ПДК, р.х.	Средняя концентрация, за 2011-2012 год.	Превышение ПДК (раз)
Температура	°С	50	не норм.		-
рН	Ед. рН	14	не норм.	6,9	-
Растворенный кислород	мг/дм ³	1,0	больше 4,0	2,9	ниже нормы
УЭП	мкСм/см	5,0	не норм.	186	-
Сульфаты (SO ₄) ²⁻	мг/дм ³	0,5	100	13,3	0,13
Хлориды (Cl) ⁻	мг/дм ³	0,5	300	22,5	0,07
Фосфаты (P-PO ₄)	мг /дм ³	0,01	0,15	0,05	0,31
Аммоний (N-NH ₄)	мг/дм ³	0,04	0,4	2,24	5,6
Нитриты (N-NO ₂)	мг/дм ³	0,01	0,02	0,05	2,3
Нитраты (N-NO ₃)	мг/дм ³	0,05	9,1	1,3	0,14
Цветность	Цв. Град.	5	не норм.	168	-

Определяемые показатели	Размерность	Предел обнаружения МИ	ПДК, р.х.	Средняя концентрация, за 2011-2012 год.	Превышение ПДК (раз)
ХПК	мг О/дм ³	10	15	42,6	2,8
БПК ₅	мг О ₂ /дм ³	0,1	2,0	3,1	1,5
Взвешенные вещества	мг/дм ³	5	12,6	4,8	-
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	0,005	0,05	0,089	1,8
Ртуть раств.	мг/дм ³	0,00001	0,00001	<0,00001	-
Кадмий	мг/дм ³	0,00020	0,005	<0,00020	-
Мышьяк раств.	мг/дм ³	0,0050	0,05	<0,0050	-
Никель раств.	мг/дм ³	0,0050	0,01	<0,0050	-
Медь	мг/дм ³	0,0010	0,001	0,0014	1,4
Свинец	мг/дм ³	0,0020	0,006	<0,0020	-
Хром общ. раств.	мг/дм ³	0,0025	0,02	<0,0025	-
Цинк	мг/дм ³	0,0050	0,01	0,017	1,7
Железо общее	мг/дм ³	0,02	0,10	1,1	11,2
Фенолы общие	мг/дм ³	0,0005	0,001	0,0027	2,7

Содержание тяжелых металлов (ртути, мышьяка, никеля, свинца, хрома,) не превышало ПДК и было ниже предела обнаружения метода ААС с ЭТА.

Исходя из того, что русло реки Черная проходит по территории Сестрорецкого болота можно утверждать - качество воды в реке оказывает существенное влияние на гидрохимический режим и концентрацию загрязняющих веществ в озере «Сестрорецкий разлив», который в свою очередь, впадает в Финский залив.

Глава 6

Экологическое состояние и источники загрязнения р. Черная

Река Черная входит в 4-й расчетный водохозяйственный подучасток – р. Сестра и реки, впадающие в Финский залив от г. Зеленогорска до устья р. Сестры (Рис. 17). Вместе с рекой Сестрой р. Черная составляет водосбор озера Сестрорецкий разлив [16, с. 9-10].

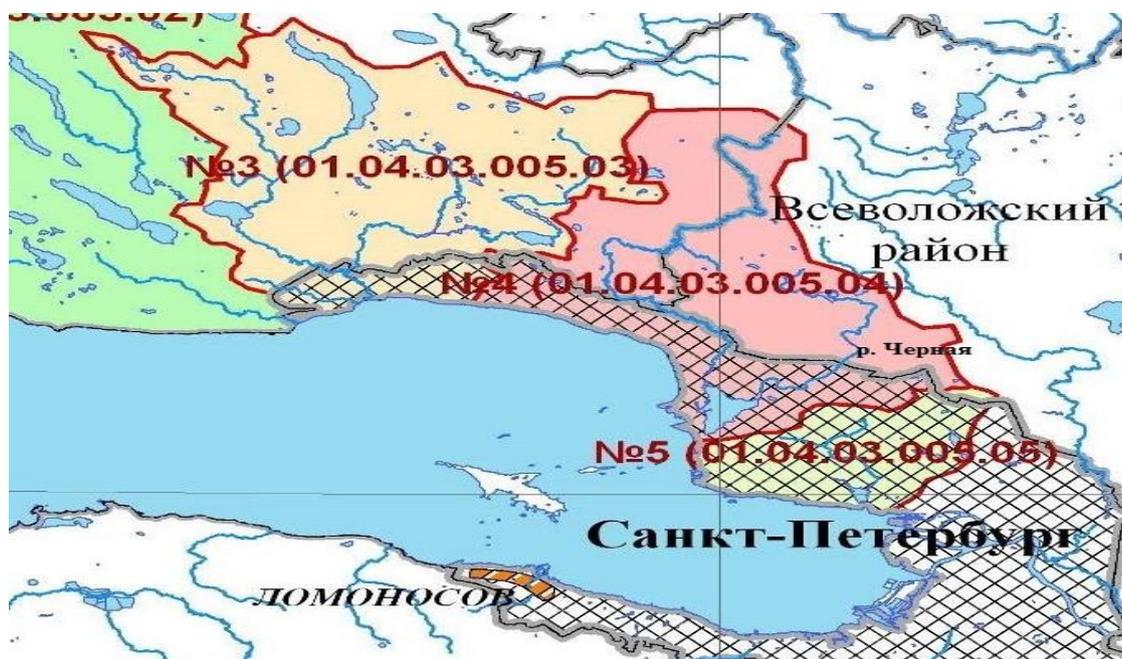


Рис. 17 - Карта-схема водохозяйственного районирования бассейна рек и озер бассейна Финского залива от границы РФ до северной границы дельты р. Невы

Для данного водохозяйственного участка характерна отрицательная разница водозабора и водоотведения. Это связано с тем, что значительная часть водопотреблением происходит из подземных источников, а сброс осуществляется в водоемы. Наблюдение и сбором гидрохимических данных для реки Черная на стационарных постах является Роспотребнадзор Санкт-Петербурга. В Курортном районе Санкт-Петербурга – поселки Песочный и

Дибуны [16, с. 18-23]. В 27 км от устья, на окраине п. Дибуны в 1,5 м выше руч. Мельничный с 1925 г. по 1964 г. был организован гидрологический пост № 72017, на котором проводились регулярные гидрологические наблюдения. В настоящее время наблюдения за гидрохимическими показателями проводятся не регулярно [16, с. 18-23].

Экологическое состояние реки Черная уже с 18 века зависело от деятельности человека. Почти 20 км из 35 км, это больше половины длины река протекает рядом с селитебными зонами, бывшими и существующими местами дислокации военных, которые используют ее в своих хозяйственных целях, в том числе и для сброса сточных вод. Проблемы с канализацией в Сертолово возникли с момента передачи города с коммунальными объектами от оборонного ведомства. До 1991 года Сертолово был городом военных, и они, к сожалению, не уделяли серьезного внимания вопросам экологии. Основной причиной загрязнения реки были очистные сооружения поселка Сертолово, которые практически не функционировали, а часть сточных вод поступала в обход очистных сооружений в Сертоловский ручей, который в свою очередь впадает в реку Черную [15].

После начала активного строительства, мощностей существующей очистных сооружений уже катастрофически не хватало. В 1991 году было принято решение о строительстве коллектора. В декабре 2012 года стоки Сертолова были переключены на главный коллектор Санкт-Петербурга, а затем с него на Северную станцию аэрации [15].

В таблице 3 приведены средние значения показателей, полученные по результатам в 2015-2016 гг. (Приложение 2). Станция наблюдений за качеством воды была расположена на окраине п. Дибуны. Кратность превышений ПДК для ХПК – в 2,8 раза, БПК₅ – в 1,2 раза, нефтепродуктов в 2,3 раза, меди – в 2,8 раза, цинка – в 2,2 раза, общего железа – в 16 раз, фенолов – в 2,2 раза, марганца - в 20 раз. Содержание растворенного

кислорода - в норме, средние значения аммонийного и нитратного азота не превышают ПДК [18].

Таблица 3 – Результаты исследований качества воды и превышение ПДК в р. Черная в 2015-2016 годах.

Определяемые показатели	Размерность	Предел обнаружения МИ	ПДК, р.х.	Средняя концентрация, за 2015-2016 год.	Превышение ПДК (раз)
Температура	°С	50	не норм.	6,93	-
рН	Ед. рН	14	не норм.	6,90	-
Растворенный кислород	мг/дм ³	1,0	>4,0	10,7	в норме
УЭП	мкСм/см	5,0	не норм.	222	-
Сульфаты (SO ₄) ²⁻	мг/дм ³	0,5	100	11	0,11
Хлориды (Cl) ⁻	мг/дм ³	0,5	300	30	0,10
Фосфаты (P-PO ₄)	мг /дм ³	0,01	0,15	0,05	0,35
Аммоний (N-NH ₄)	мг/дм ³	0,04	0,4	0,29	0,73
Нитриты (N-NO ₂)	мг/дм ³	0,010	0,02	0,02	0,99
Нитраты (N-NO ₃)	мг/дм ³	0,05	9,1	0,55	0,06
Цветность	Цв. Град.	5	не норм.	135	-
ХПК	мг О/дм ³	10	15	43	2,8
БПК ₅	мг О ₂ /дм ³	0,1	>2,0	2,39	1,20
Взвешенные вещества	мг/дм ³	5	12,6*	13,71	1,1
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	0,005	0,05	0,12	2,3
Ртуть раств.	мг/дм ³	0,00001	0,00001	<0,00001	-
Кадмий	мг/дм ³	0,0002	0,005	<0,00020	-
Мышьяк раств.	мг/дм ³	0,005	0,05	<0,0050	-

Определяемые показатели	Размерность	Предел обнаружения МИ	ПДК, р.х.	Средняя концентрация, за 2015-2016 год.	Превышение ПДК (раз)
Никель раств.	мг/дм ³	0,005	0,01	<0,0050	-
Медь	мг/дм ³	0,001	0,001	0,0015	2,2
Свинец	мг/дм ³	0,002	0,006	<0,0020	-
Хром общ. раств.	мг/дм ³	0,0025	0,02	<0,0025	-
Цинк	мг/дм ³	0,005	0,01	0,02	2,2
Железо общее	мг/дм ³	0,02	0,10	1,57	16
Марганец	мг/дм ³	0,001	0,01	0,195	20
Фенолы общие	мг/дм ³	0,0005	0,001	0,0022	2,2

Анализ полученных данных позволяет сказать, что перенаправление сточных вод с морально устаревших канализационных очистных сооружений в Сертолово позволило закрыть прямой выпуск и в результате ликвидировать сброс неочищенных и плохо очищенных сточных вод в р. Черную, тем самым значительно улучшить качество воды в реке.

Для исключения сброса неочищенных сточных вод следует произвести реконструкцию и модернизацию существующего канализационного трубопровода от Сертолово-2 к Главной канализационной станции (ГКНС) города Сертолово и соорудить канализационный трубопровод от п. Черная речка к ГКНС и таким образом устранить вопрос по ликвидации прямых выпусков в водотоки бассейна р. Черная. Данные работы намечены завершить в 2018 году.

Ещё одним источником загрязнения являются железнодорожные пути, которые проходят недалеко от русла реки в районе п. Песочный и ст. Дибунны и пересекают р. Черную по ж/д мосту.

Острой проблемой является загрязнение жителями берегов рек мусором. Стихийные свалки от садоводств и частного сектора встречаются по всей территории водосбора и в местах отдыха местных жителей и отдыхающий из Санкт-Петербурга. С поверхностным стоком с замусоренных территорий в водные объекты могут поступать соединения ртути, тяжелых металлов и токсичные органические вещества.

Сеть автомобильных дорог, расположенных на территории водосбора р. Черная в начале 2000-х была достаточно развита, все они, как правило, были местного значения. С вводом трассы А-118 (КАД СПб), строительства автомобильных развязок и ввода в 2013 году в эксплуатацию ЗСД антропогенная нагрузка на водные объекты от строительства и эксплуатации автомобильных дорог постоянно увеличивается (Таблица КАД). Если не уделять достаточного внимания отвода ливневой канализации и поверхностного стока с автомобильных трасс и строительства ЛОС и защитных сооружений на КАД и ЗСД, проблема загрязнения водотоков нефтепродуктами, хлоридами и тяжелыми металлами, и остатками антигололедных реагентов может возникнуть очень скоро.

По Распоряжение правительства ЛО от 2 апреля 2007 года N 118-р «Об утверждении перечня водных объектов на территории Ленинградской области, подлежащих региональному государственному контролю и надзору за использованием и охраной водных объектов» р. Черная входит в представленный перечень [22]. По Распоряжению Правительства СПб от 15 апреля 2008 года N 52-р (с изменениями на 18 июля 2016 года) «Об утверждении Перечней водных объектов на территории Санкт-Петербурга, подлежащих региональному государственному надзору в области использования и охраны водных объектов» р. Черная и ее притоки вошли в перечень. (Приложение 4).

Глава 7

Объекты исследования

Для оценки качества воды в р. Черная и сточной воды сбрасываемой из отстойника гидробиологической площадке (ГБП) в 2016-2017 в районе пересечения водного объекта в Северный участок ЗСД были отобраны пробы в двух точках из реки, в двух точках из искусственного канала для сброса сточной воды из отстойника ГБП и биоотстойника. Расположение точек отбора представлены на рис. 18.



Рисунок 18 – Расположение точек отбора проб

Всего отобрано 10 проб, 5 проб в ноябре 2016 года и 5 проб в марте 2017 года.

Выбор точек отбора обусловлен поставленными задачами исследования. Точка Ч-1 характеризует качество воды в р. Черная до поступления воды из канала сброса, в т. К-3 воде р. Чёрная уже смешаны с водой из канала сброса и дренажных каналов, расположенных вдоль ЗСД. Ниже этой точки река течет по заболоченной территории и через 2 км пересекает границу ООПТ «Сестрорецкое болото». Точка К-4 характеризует качество воды поступающей в канал сброса после фильтра из отстойника ГБП. Точка К-3 расположенная за 7 метров до впадения в р. Черная покажет изменение состава сточной воды за время прохождения от точки К-4 и

фактически покажет эффективность очистки сточной воды на выходе из биоотстойника и ее влияние на качество воды в р. Черная. Результаты анализа проб воды, отобранные в точке О-5 позволят узнать химический состав воды в биоотстойнике.

7.1 Отбор проб воды

Важной частью анализа воды является отбор проб. Достоверность измерений и результатов зависит от правильности отбора. Допущенные ошибки, при неправильном отборе проб, как правило не получается исправить даже с использованием самого точного и дорогостоящего оборудования и всё это может сделать исследование бессмысленным. Поэтому пробоотбор должен производиться безошибочно на всех этапах: от выбора места отбора и подготовки посуды до передачи проб на исследования в лабораторию.

Для обеспечения репрезентативности и исключения изменения состава отобранной пробы на анализ воды необходимо с момента отбора до выполнения работ по анализу необходимо следовать всем правилам и рекомендациям, которые устанавливаются в нормативных документах. [9].

Можно выделить три основных принципа отбора проб:

1. Проба воды должна отражать условия и место ее отбора;
2. Отбор, транспортировка и хранение проб должны не вносить изменений в содержании определяемых компонентов;
3. Условия отбора и объем пробы должны соответствовать применяемой методике анализа.

Перед отбором проб были проведены следующие организационные мероприятия:

1. В октябре 2016 года проведен рекогносцировочный выезд на предполагаемое место и определены подъезд и подходы к точкам отбора;
2. Составлен перечень химико-аналитических исследований, выбраны методики измерений показателей
3. Выбраны и изучены актуальные нормативные документы, устанавливающие общие к отбору проб природной и сточной воды, с учетом требований методик измерений;
4. определен способ отбора – ручным батометром с поверхностного горизонта из р. Черная и ковшом из канавы;
5. Подготовлено оборудование и емкости для отбора проб, с учетом определяемых показателей;
6. Емкости были промаркированы и упакованы для транспортировки.
7. Определены процедура консервации, фильтрация, измерения температуры и рН на месте отбора, подготовлен полевой дневник и пройден целевой инструктаж по правилам техники безопасности при отборе проб на водных объектах.

Отбор проб воды для химико-аналитических исследований проводился с поверхностного горизонта со слоя воды 0,2-0,5 м. Процедура отбора проходила в соответствии с ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб», РД 52.24.353-2012 «Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод» и ПНД Ф ПНД Ф 12.15.1-08 «Методические указания по отбору проб для анализа сточных вод» и с учетом требований, установленных в методиках измерений – Приложение 5.

При отборе проб в журнал полевых исследований вносились записи о метеорологических условиях, даты и времени отбора. На месте отбора измеряли температуру и рН, фиксировали растворенный кислород. На основании записей был сформирован реестр проб – Таблица 4.

Таблица 4 – Реестр проб

Обозначение точки отбора	Водный объект, координаты точки отбора	Характеристика места отбора
<p>Даты отбора: 07.11.2016 и 30.03.2017 Глубина отбора: р. Черная (т.Ч-1 и т. Ч-2)- поверхностный горизонт, 0,2-0,25 м., канал сброса сточной воды (К-3, К-4, О-5) – у поверхности, (0,2-0,25)м</p>		
т.Ч-1	р. Чёрная	50 метров выше впадения канала из ГБП, 2 м от левого берега
т.Ч-2	р. Чёрная	200 метров ниже впадения канала сброса, 130 метров ниже моста ЗСД, 2 м от правого берега
т. К-3	Дренажный канал	7 метров выше впадения в р. Черную
т. К-4	Дренажный канал	1,0 м ниже фильтра биоотстойника ГБП
т. О-5	Биоотстойник ГБП	0,5 м от стенки биоотстойника, 3 м выше фильтра

Отобранные пробы доставляли в Эколого-аналитическую лабораторию РГГМУ.

7.2 Характеристика точек отбора

Точка Ч-1 расположена на 50 м выше впадения дренажного канала от ГБП, в 100 м восточнее моста ЗСД. Левый и правый берега находятся в очень низкой пойме, территория с избыточным увлажнением и признаками заболачивания. Ширина русла около 9 метров, дно у левого берега илисто-песчаное.



Рисунок 19 - Река Черная выше впадения дренажного канала из отстойника ЗСД (т. Ч-1)

Точка Ч-2 расположена в 200 м ниже впадения дренажного канала от ГБП и в 130 м западнее моста ЗСД. Прибрежная территория заболочена и покрыта сетью искусственных каналов. С левого берега в реку впадают два дренажных канала с правого три дренажных канала. Ширина русла 6 метров, дно у правого берега илисто-песчаное.



Рисунок 20 – р. Черная ниже моста ЗСД (т. Ч-2)

Точка отбора К-3 расположена в 7 м выше впадения в р. Черная в дренажном канале для сброса воды в реку Черную из отстойников ЗСД, расстояние от моста ЗСД около 60 метров. По берегам и в русле канала встречаются обрезки труб и строительного мусора. Прибрежный участок достаточно увлажненный, по берегам растут кустарники и деревья смешанных пород (осина, береза, ель). Ширина канавы 5 метров, дно илисто-песчаное.

Надо отметить, что, если смотреть со стороны реки, берегам канала густо покрыты тростником и признаков недавно проведенных земляных работ не наблюдается. Вероятно, этот канал, как и другие на исследуемом участке существовал еще до строительства ЗСД.



Рисунок 21 – Дренажный канал от отстойника ГБП в р. Черная (т. К-3)

Точка К-4 находится в дренажном канале для сброса воды на 0,5 м ниже фильтра из отстойника. ГБП в виде прямоугольника 25x15 метров расположена в 20 м восточнее трассы ЗСД и 150 м от р. Черная.



Рисунок 22 – Фильтр ГБП в месте выпуска сточной воды в дренажный канал (т. К-4)

Точка О-5 расположена в 0,5 м от стенки биоотстойника на расстоянии 3 м от фильтра на выходе (рисунок 1).



Рисунок 23 – Гидроботаническая площадка ЗСД (т. О-5)

Дно и берега отстойника засыпаны природным камнем, дно затянуто металлической сеткой.

Глава 8

Методы и результаты химико-аналитических исследований проб воды

8.1 Методики измерений и критерии оценки качества воды

Химико-аналитические исследования проб проводились в Эколого-аналитической лаборатории (ЭАЛ) и проведены согласно методикам внесенным в «Государственный реестр методик количественного химического анализа и оценки состояния объектов окружающей среды, допущенных для целей государственного контроля и мониторинга» (ПНД Ф) и руководящим документам (РД) Росгидромета, в соответствии с «Федеральным перечнем методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей и природной среды» (РД 52.18.595-96 с изменениями 1,2). Перечень методик измерений представлен в Приложении 5.

В качестве критериев для оценки качества вод применялись «Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействий (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение»* и СанПиН 2.1.5.980-00**. В таблице 5 даны ПДК и соответствующие им показатели.

Таблица 5 - Показатели качества воды и предельно допустимые концентрации (ПДК)

Показатель	ПДК (мг/дм ³)
Растворенный кислород	>4**
БПК ₅	2**
ХПК	15**
Нитраты (N-NO ₃)	9,0
Нитриты (N-NO ₂)	0,02
Аммоний (N-NH ₄)	0,4
Хлорид-ион	300*
Сульфат-ион	100*
Фенолы летучие	0,001*
Нефтепродукты	0,5*

Единой экономической комиссией ООН по тяжелым металлам выделена приоритетная группа наиболее опасных для человека и окружающей среды тяжелых металлов — Cd, Hg, Pb (1973, 2008 г.). С 1980 г. к наиболее опасным еще присоединены семь тяжелых металлов: Cu, Sn, V, Cr, Mo, Co, Ni и три металлоида: Sb, As и Se (Доклад ООН по ОС). При проведении наблюдений за состоянием поверхностных вод суши в соответствии с РД 52.24.309-2011 указаны следующие токсиканты в порядке приоритетности их определения: Hg, As, Cu, Cd, Zn, Cr, Pb. Содержание тяжелых металлов нормируется во всех объектах окружающей среды. В таблице 6 представлена информация о ПДК на металлы в водных объектах.

Таблица 6 - ПДК металлов в водных объектах (все растворенные формы)

Металл	ПДК рыбохоз.	ПДК культ.-быт.
Ртуть	0,00001 (отсутствие)	0,0005
Медь	0,001	1,0
Кадмий	0,005	0,001
Свинец	0,006	0,01
Никель	0,01	0,02
Цинк	0,01	1,0

Марганец (2 ⁺)	0,01	0,1
Мышьяк	0,05	0,01
Хром (3 ⁺)	0,07	Хром общ. 0,05
Хром (6 ⁺)	0,02	0,05

Наиболее «жесткие» требования предъявляют к концентрациям металлов для водоемов рыбохозяйственного значения, за исключением мышьяка и кадмия.

8.2 Результаты химико-аналитических исследований

8.2.1 Основные гидрохимические показатели

В пробах из реки Черной было проведено определение 31 показателя, характеризующего катионно-анионный состав и загрязненность. Данные результатов химико-аналитических проб воды даны в Приложении № 3.

По величине водородного показателя исследуемые пробы ближе к «нейтральным», рН находится в диапазоне от 6,4 ед.рН до 6,9 ед.рН, что говорит об антропогенном влиянии. Если бы его не было кислотность воды была бы слабокислой, так как пониженное значение рН характерно для осадков и болотных вод за счет повышенного содержания гуминовых и других природных кислот [23].

Удельная электрическая проводимость (УЭП) косвенный показатель, дающий представление об общей минерализации, обусловленной

присутствием катионов Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} и анионов Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . [14] Величина УЭП в исследуемых точках показана на рисунке 24. Измеряли УЭП кондуктометром «АНИОН-4120». Максимальные значения УЭП - 930 мкСм/см зафиксированы в точке О-5. В р. Черная в марте - на уровне 150 мкСм/см, в ноябре около 500 мкСм/см.

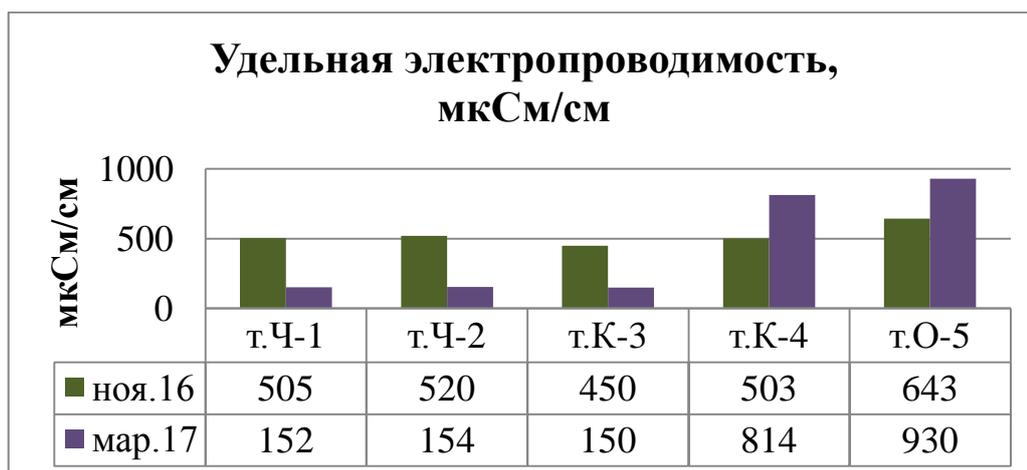


Рисунок 24 – Удельная электропроводимость (т. Ч-1, т. Ч-2, т. К-3, т. К-4, т. О-5).

Окраска отобранных проб в т.Ч-1, т.Ч-2 и т.К-3 светло-желтого цвета, в т. К-4 т. О-5 менее интенсивная, слегка желтоватого цвета. Интенсивность окраски вероятно связана с присутствием в воде гумусовых веществ и соединений трехвалентного железа. [24] Среднее значение цветности в т.Ч-1, т.Ч-2 и т.К-3 - 120 градусов цветности, в т. К-4 и т. О-5 в среднем - 75 градусов цветности.

Все вещества находятся в воде растворённом и взвешенном состоянии. Растворённые вещества не задерживаются на фильтре при фильтровании пробы и переходят в фильтрат. Взвешенные вещества при использовании любого способа фильтрования остаются на фильтре, как правило, это частицы минерального и органического происхождения. В соответствии с методикой РД использовали фильтр «синяя лента» с диаметром пор 0,45 мкм [25]. Во всех пробах содержание взвешенных

веществ не превышало уровня фона – $12,6 \text{ мг/дм}^3$, и в основном было ниже предела определения методики – меньше 5 мг/дм^3 .

Малое количество растворенного кислорода в водном объекте определяет кислородный режим водоема и носит важное значение для санитарного и экологического состояния воды. Достаточное содержание кислорода в воде обеспечивает нормальные условия для дыхания гидробионтов. Кислород также играет важную роль в самоочищающихся способностях водоемов, так как принимает участие в окислении органических и других примесей, в процессах разложения отмерших организмов.

Сокращение содержания растворенного кислорода (до 2 мг/дм^3) ведет к массовому вымиранию рыб и других гидробионтов. Содержание растворенного кислорода в водоемах должна составлять в любое время года в 12 часов дня – не менее 4 мг/дм^3 [21].

Определение содержания растворенного кислорода выполняли методом Винклера – метод йодометрического титрования, который имеет широкое применение при экологическом и санитарно-химическом контроле [12].

На рисунке 25 видно, что содержание растворенного кислорода в анализируемых пробах изменялось в очень широких пределах – $10,8 \text{ мг/дм}^3$ до практически его отсутствия в ноябре 2017 в реке Черная в т. Ч-2.

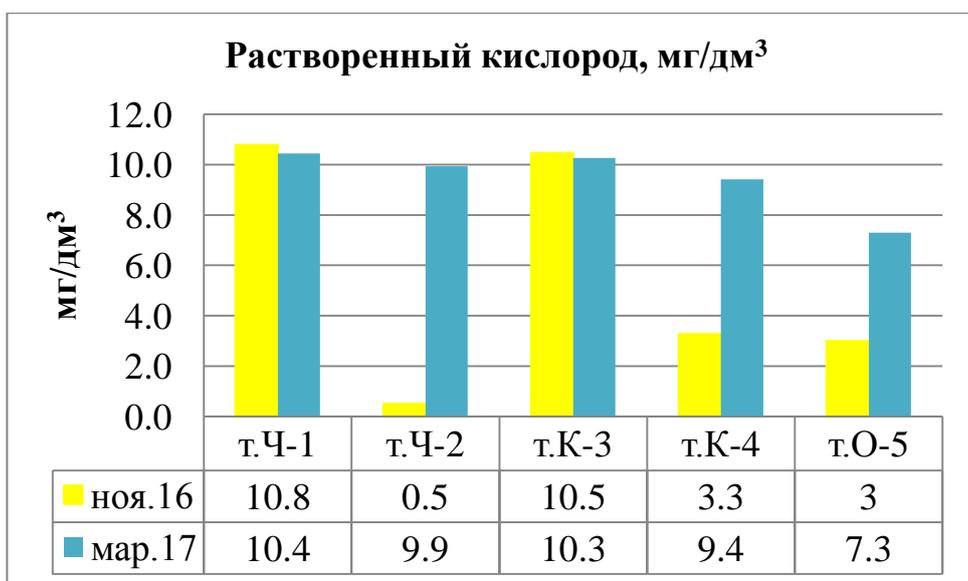


Рисунок 25 – Растворенный кислород (т. Ч-1, т. Ч-2, т. К-3, т. К-4, т. О-5)

Содержание кислорода менее 4 мг/дм³ зафиксировано в точках К-4 и О-5 в ноябре 2016 года, что вероятно связано с загрязнением воды легкоокисляемыми органическими веществами.

Муравьев А.Г. характеризует БПК как «важнейшим критерием загрязнения водоема являет БПК, так как БПК определяет величину легкоокисляемых веществ в водоеме. Биохимическое потребление кислорода (БПК) – характеризуется таким количеством растворенного кислорода, которое потребляется на биохимическое окисление органических веществ, которые содержатся в водоеме. При определении БПК фиксируют количество кислорода, которое ушло за время исследования (5 суток – БПК₅) без доступа света при 20°С на процессы окисления загрязняющих веществ. Далее высчитывается разница содержания растворенного кислорода до и после проведения исследования. Обычно, при стандартных условиях окисление 70% органических веществ происходит в течении 5 суток. При этом, в течении 20 дней происходит практически полное окисление [12].

На рисунке 26 показаны результаты измерений БПК₅. Во всех точках БПК было выше нормы, в среднем - 2,5 мг/дм³, а в точке Ч-2 достигало – 4,4 мг/дм³.

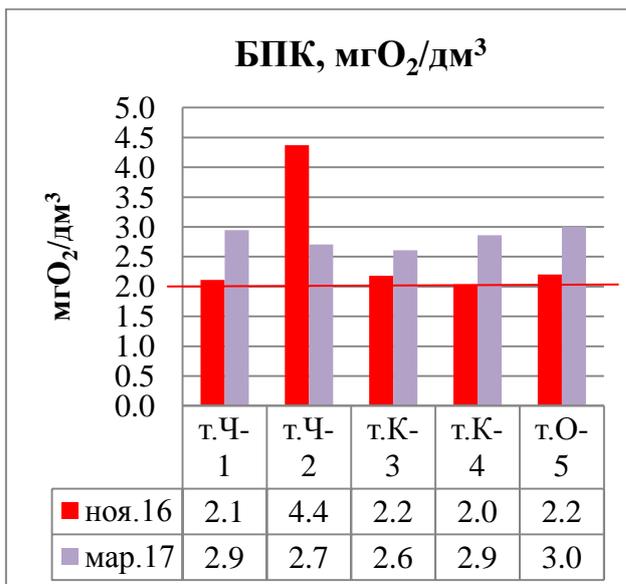


Рисунок 26 – БПК₅ и превышение ПДК

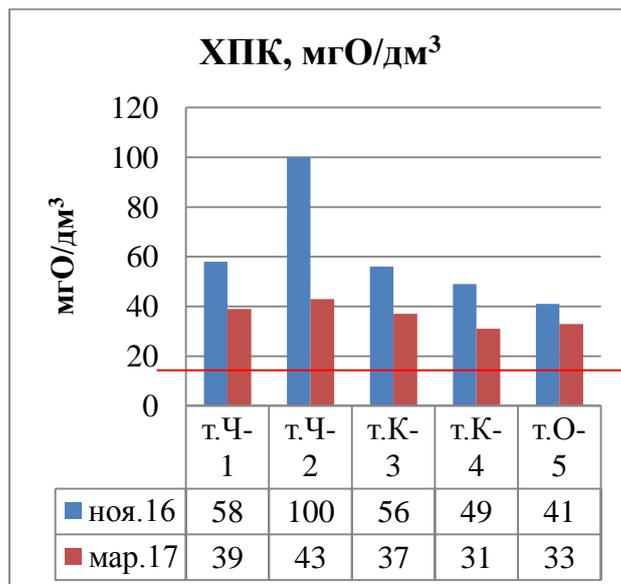


Рисунок 27 – ХПК и превышение ПДК

Биологическое потребление кислорода тесно связано с показателем химического потребления кислорода (ХПК), как правило, чем выше значение БПК, тем выше ХПК. Как видно из рисунка 27 в исследуемых пробах такая связь прослеживается. Химическое потребление кислорода (ХПК) – это такое содержание кислорода, которое потребляется для химического окисления неорганических и органических соединений влиянием различных окислителей. ХПК является величиной, которая характеризует количество минеральных и органических веществ, которые окисляются одним из сильнейших окислителей в определенных условиях. Изменение окисляемости в водоемах является характеристикой, которая отражает количество и режим поступающих сточных вод» [12]. В водоемах рыбохозяйственного значения ХПК не должны превышать 15 мг/дм³ [20]. Определение ХПК проводили фотометрическим методом, окисление проб проводили в термореакторе «Термион», при температуре 150 ° С в течение двух часов.

Жесткость воды зависит от нахождения в водных объектах, растворенных и малорастворенных минералов солей, в большей мере магния (Mg^{2+}) и (Ca^{2+}). При жесткости до 4 ммоль/дм³ КВЭ. вода считается мягкой; от 4 до 8 ммоль/дм³ КВЭ – средней жесткости; от 8 до 12 ммоль/дм³ КВЭ – жесткой; более 12 ммоль/дм³ КВЭ – очень жесткой. [26].

Исследуемые воды относятся к «мягким», общая жесткость находится в диапазоне от 0,8 ммоль/дм³ КВЭ до 1,2 ммоль/дм³ КВЭ, содержание кальция - (11-20) мг/дм³, магния - (2,9-5,1) мг/дм³.

Общая щелочность и содержание гидрокарбонатов низкое, максимальные значения - 2,03 ммоль/дм³ КВЭ и 48 мг/дм³ соответственно.

На рисунке 28 представлено содержание сульфатов в пробах. Фоновое содержание сульфатов в Северо-западном регионе составляет 4-15 мг/дм³; ПДК_{рх} составляет 100 мг/дм³ [17]. Содержание сульфатов в пробах определялось методом капиллярного электрофореза, диапазон концентраций – (6,3-15) мг/дм³, что соответствует фоновым значений.

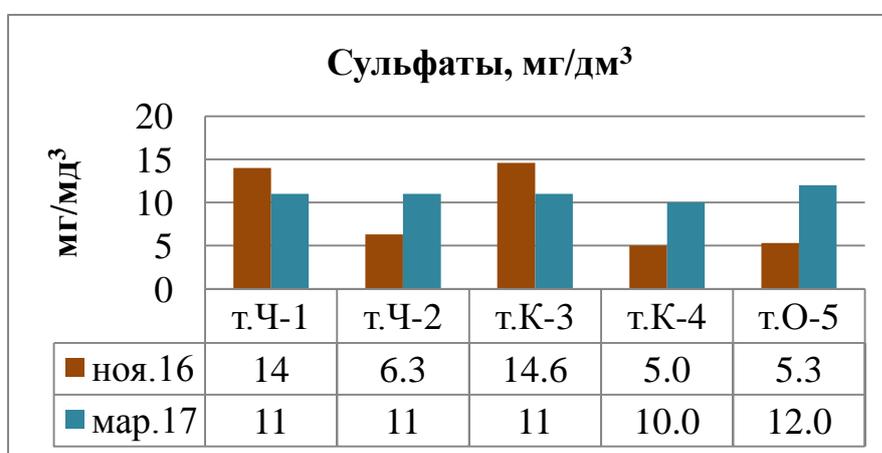


Рисунок 28 – Содержание сульфатов (т. Ч-1, т. Ч-2, т. К-3, т. К-4, т. О-5)

Воды северо-западного региона являются слабоминерализованными. Фоновое значение хлоридов для вод незагрязненных вод Ленинградской области - 5-17 мг/дм³. Определение хлорид-ионов проводилось методом

капиллярного электрофореза. На рисунке 29 представлены результаты содержания хлоридов в пробах. По результатам измерений концентрация хлоридов выше фоновых почти в 2 раза, а в биоотстойнике и на выходе из него почти в 10 раз, что уже 1,7 раза превышает установленные ПДК – 100 мг/дм³.

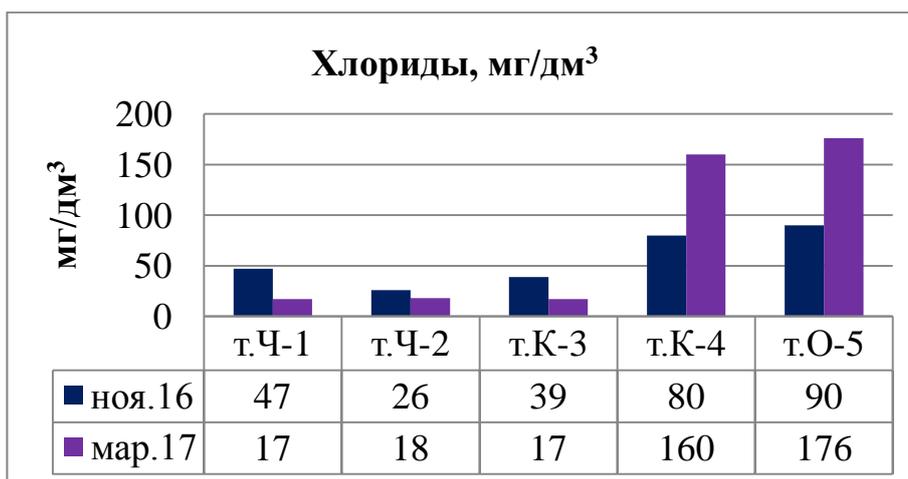


Рисунок 29 – Содержание хлоридов (т. Ч-1, т. Ч-2, т. К-3, т. К-4, т. О-5)

Наибольшие концентрации хлоридов, как правило, наблюдались в весенний период, что вероятно связано с поступлением хлоридов с поверхностным стоком и талыми водами, которые содержат антигололедные реагенты.

По результатам проведенных исследований можно утверждать:

- катионно-анионный состав, рН, УЭП проб воды в р. Черная (т. Ч-1, т. Ч-2,) и в канале сброса до впадения (т. К-3) в реку Черная имеют незначительные различия;
- почти в 4 раза концентрация хлоридов больше в точках К-4 и О-5, содержание сульфатов в этих же точках меньше почти в 2,5 раза, что говорит наполнении биоотстойников атмосферными осадками.
- содержание кислорода во всех пробах в ноябре 2016 года ниже нормы, в 2017 году – кислородный режим благоприятный.;

- содержание органических веществ (по ХПК), в том числе и природного происхождения выше ПДК в (2-5) раз. Биологическое потребление кислорода во всех точках выше 2 мг/дм³.
- реакция среды (рН) во всех пробах - «близкая к нейтральной», по показателю жесткости воды – «мягкие», концентрация гидрокарбонатов невысокая – до 48 мг/дм³.
- содержания взвешенных веществ не превышает фоновых значений – 12,6 мг/дм³ и в большинстве точек меньше 5 мг/дм³.

Среди рассмотренных показателей наибольшее опасение вызывают концентрации хлоридов в отстойнике и на выходе из него, после фильтра – они не уменьшаются. Расстояние от отстойника до реки Черная около 100 м., но концентрация хлоридов в дренажном канале за 7 м до впадения в реку практически такая же как в Черной. Вероятно, это можно объяснить незначительными объемами сточных вод, а также тем, что на протяжении 100 метров в дренажный канал собираются воды с заболоченной территории, содержание хлоридов в которых значительно меньше, чем в самой реке Черная. В дренажном канале происходит разбавление сточной воды менее болотными, в которых хлоридов практически нет.

8.2.2 Содержание биогенных элементов

Биогенные вещества–вещества, наиболее активно участвующие в жизнедеятельности водных организмов. Повышенные концентрации биогенных веществ в воде способствуют повышению биологической продуктивности водных объектов, что является причиной эвтрофирования [14].

Как уже говорилось в предыдущих главах, основным источником поступления аммонийного азота до 2013 года были хозяйственно-бытовые

сточные воды г. Сертолово. В 2015-2016 г. превышения ПДК в реке Черная в районе пункта наблюдений в п. Дибуны наблюдалось только в ноябре 2015 года. Для водных объектов рыбохозяйственного назначения предельно допустимая концентрация аммонийного азота - 0,4 мг/дм³ [17]. Концентрация ионов аммония в воде определяли фотометрическим методом с реактивом Несслера.

На рисунке 30 показано содержание ионов аммония в пробах воды, отобранных в ноябре 2016 г. и марте 2017 г.

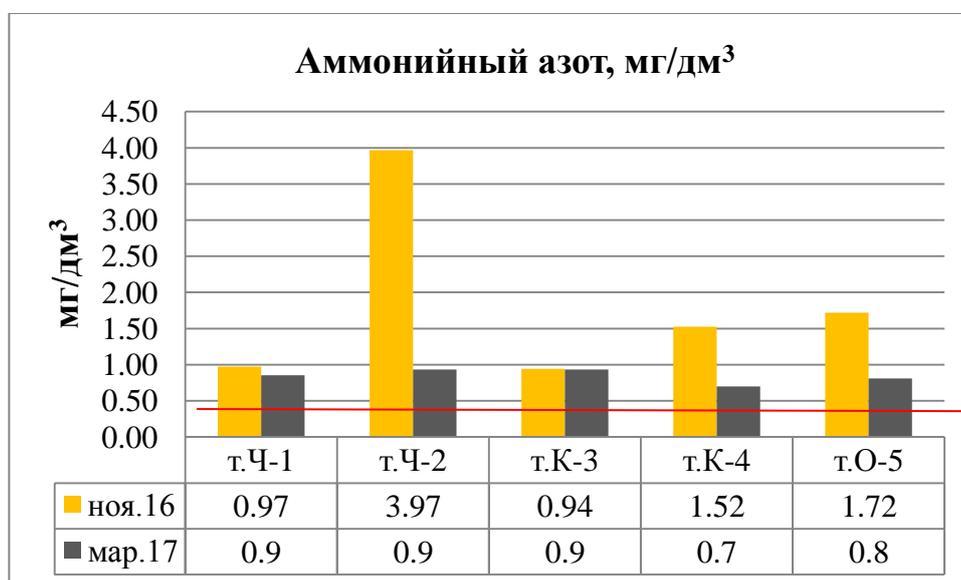


Рисунок 30 - Содержание ионов аммония и превышение ПДК

Во всех точка фиксировалось превышение ПДК. Максимальное значения наблюдалось в точке Ч-2 в ноябре 2016 года – 10 ПДК, минимальное в точке К-4 в апреле 2017 года – 1,75 ПДК. Надо отметить, во первых, ситуация в марте 2017 года была значительно лучше, чем в ноябре 2017, во-вторых, концентрация аммония – 3,97 мг/дм³, наблюдалась в реке Черной после моста через ЗСД, на выходе из отстойника – 1,5 мг/дм³ и в отстойнике на 1,7 мг/дм³, что вероятно указывает на то, что источник загрязнения находился в районе моста либо связан в поверхностным стоком с ЗСД из других дренажных каналов, которые прорыты по заболоченной территории и не видны с заросших

осокой берегов реки Черной. В любом случае эта ситуация требует дальнейших наблюдений. В то же время концентрации нитратов были очень низкие, в среднем $0,5 \text{ мг/дм}^3$, а нитриты не превышали ПДК.

Содержание фосфатов было практически одинаковое во всех точках, в среднем $0,050 \text{ мг/дм}^3$, что позволяет отнести исследуемые водотоки к «эвтотрофным».

8.2.3 Концентрации тяжелых металлов

Тяжелые металлы являются одними из сильнейших загрязнителей. Регулирование и наблюдение за содержанием тяжелых металлов обязательно во всех природных средах. Чаще всего в воде тяжелые металлы представлены кадмием, медью, кобальтом, железом, марганцем, свинцом, ртутью, цинком, никелем. Различают тяжелые металлы – микроэлементы, необходимые организмам в малых количествах, и токсиканты, оказывающие токсический эффект даже в малых количествах [14]. В водной среде тяжелые металлы существуют в форме комплексных соединений (нередко сверхустойчивых), токсичных растворимых солей, в виде осадков (гидроксиды, свободные металлы и другие), а также в виде коллоидных частиц.

Измерение количественного содержания ТМ в объектах окружающей среды является одним из сложнейших методов количественного химического анализа по организационным и методическим параметрам. Связано это, во-первых, с очень низкими фоновыми концентрациями определяемых элементов в объектах окружающей среды на уровне предела обнаружения современных приборов, во-вторых, со сложным химическим составом, матрицей анализируемых объектов. В настоящее время наиболее широко для анализа воды и почв на содержание тяжелых металлов используются спектральные методы анализа. Содержание растворенных форм металлов (Cd, Ni, Cu, Zn, Pb, Cr) и мышьяка в пробах определяли методом атомно-

абсорбционной спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрометра с электротермической атомизацией «МГА-915». Содержание ртути определяли методом «холодного пара». Общее железо определяли фотометрическим методом с фенилтролином.

Многие тяжелые металлы имеют естественное происхождение и на уровне фоновых концентраций содержатся в водных объектах, однако превышение фона всегда говорит об антропогенном загрязнении.

В природных пресных водах количество меди изменяется от 0,002 до 0,03 мг/дм³. Главным источником попадания меди в природные воды служат неочищенные сточные воды. Также медь может поступать в воду в результате коррозии трубопроводов и других сооружений, которые используются в различных системах водоснабжения» [12]. Для водных объектов, которые используются для санитарно-бытового водоснабжения предельно-допустимая концентрация составляет 0,1 мг/дм³, для водоемов, которые используются в рыбохозяйственных целях ПДК составляет – 0,001 мг/дм³ [17].

На рисунке 31 представлено содержание меди в пробах. Концентрация меди в исследуемых водных объектах незначительная - до 3,5 мг/дм³ и соответствует фоновой. Относительно ПДК_{р.х.} наблюдалось превышение в марте 2017 во всех точках.

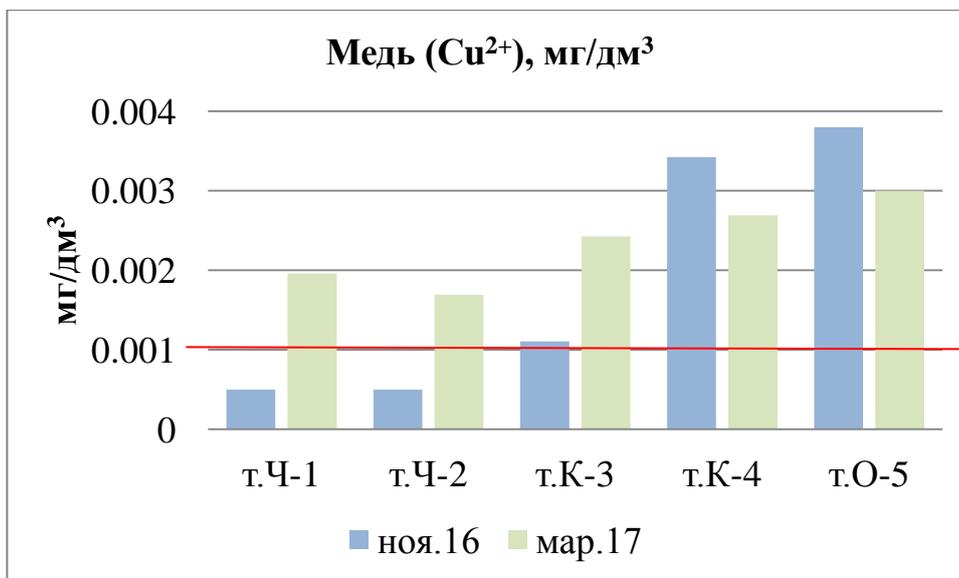


Рисунок 31 – Содержание растворенной меди (Cu²⁺) и превышение ПДК

Источники поступления растворенных соединений цинка также могут быть естественного и антропогенного происхождения. В речных водах концентрация цинка обычно колеблется от 3 до 120 мкг/дм³.

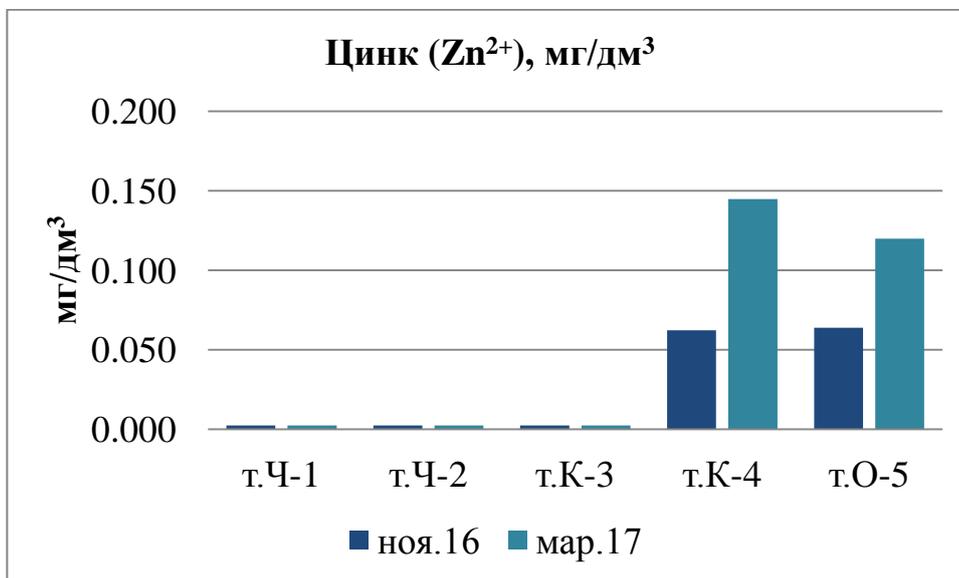


Рисунок 32 – Содержание цинка (т. Ч-1, т. Ч-2, т. К-3, т. К-4, т. О-5)

На рисунке 32 представлено содержание цинка в пробах. Содержание цинка в пробах в точках Ч-1, Ч-2 и К-3 было ниже предела обнаружения

(менее 0,005 мг/дм³), а в точке К-4 и О-5 увеличилось с 0,006 мг/дм³ в ноябре 2016 г. до 0,14 мг/дм³ в марте 2017 г., что соответственно превышало ПДК в 6 раз и 14 раз соответственно.

Для болотных вод характерно повышенное содержание железа, так как железо в них находится в группе сложных комплексов с солями гуминовых кислот – гуматов. Так как железо является биологическим активным элементом, железо в водоемах является фактором, который влияет на качественный состав микрофлоры, а также на интенсивность развития фитопланктона. [12] При содержании в водном объекте железа с концентрацией выше 1-2 мг/дм³ происходит ухудшение органолептических свойств, которая придает воде неприятный вяжущий вкус, а также делает воду неприменимой для пользования в технических целях. На рисунке 33 представлено содержание общего железа в пробах. Концентрация железа в исследуемых водных в (8-24) раза превышает ПДК – 0,1 мг/дм³. Обращает внимание тот факт, что в отстойнике в ноябре 2016 в (1,7-2,2) раза меньше, чем в канале и реке, а марте 2017 года эти различия не столь значительны. Вероятно, это также, как и в случае с сульфатами, говорит о наполнении биоотстойника преимущественно дождевыми осадками, а вот в марте в виду накопления снега и загрязнение его со стороны ЗСД в отстойнике уже отмечено увеличение общего железа почти в 2 раза.

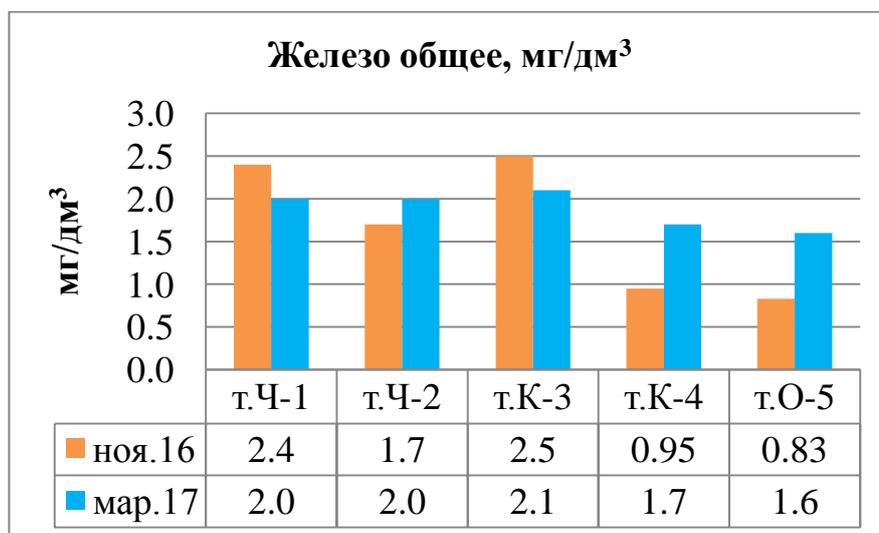


Рисунок 33 – Содержание железа общего (т. Ч-1, т. Ч-2, т. К-3, т. К-4, т. О-5)

На рисунке 34 представлено содержание ртути в пробах. Концентрация ртути во всех выше ПДК – 0,00001 мг/дм³, на уровне (6-40) ПДК в реке и дренажном канале, в отстойнике и дренажном канале после сброса воды из отстойника – (100-150) ПДК.

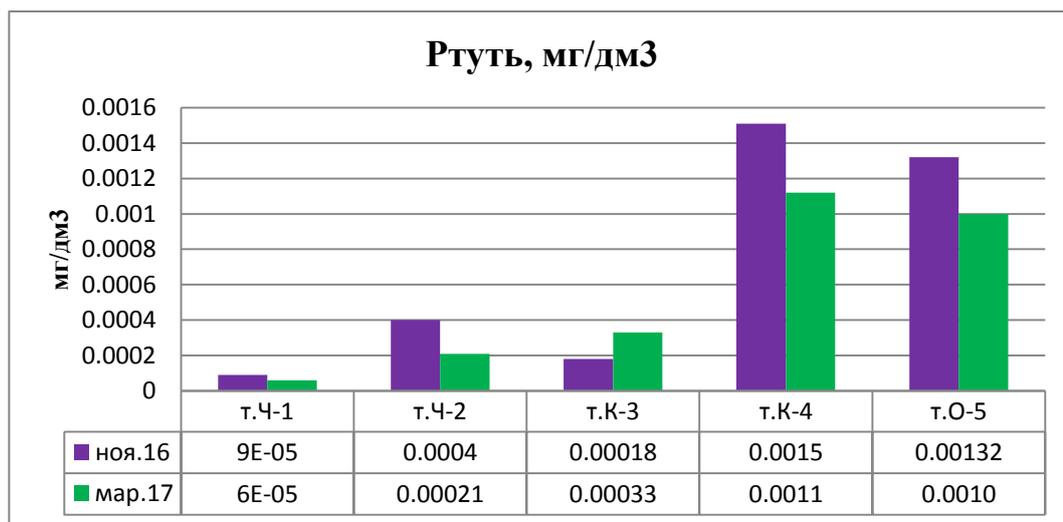


Рисунок 34 – Содержание ртути (т. Ч-1, т. Ч-2, т. К-3, т. К-4, т. О-5)

Столь высокие концентрации ртути вероятно можно объяснить вымыванием из строительных конструкций ГБП, либо поступлением с поверхностным стоком с откосов и полотна магистрали. В любом случае, зафиксированный факт требует специальных дополнительных исследований.

Концентрации кадмия, свинца, мышьяка, никеля, хрома за весь период наблюдений не превышало предела обнаружения методики измерений (Приложение 3).

Таким образом, по результатам измерений тяжелых металлов можно отметить тенденцию к загрязнению медью и цинком биоотстойника и дренажного канала. И явное загрязнение отстойника ртутью с ливневыми стоками ЗСД, причиной повышенных концентраций железа вероятнее всего является коррозия железной сетки на дне ГБП.

8.2.4 Концентрации фенолов, нефтепродуктов и бенз(а)пирена

Естественными источниками образования фенолов служат процессы метаболизма водных организмов, а также в процессах трансформации и биологическом распаде органических веществ, которые протекают как в донных отложениях, так и в самой водной толще [17]. При попадании в природные воды фенол является причиной отрицательного влияния на гидрохимический режим водоема – приводит к увеличению окисляемости и цветности, приводит к уменьшению количества кислорода в воде. Также при биологических и химических реакциях с участием фенолов могут образоваться более токсичные соединения. Фенолы представляют опасность для гидробионтов, так как при существенной концентрации проявляются его токсические свойства [27]. Для водоемов рыбохозяйственного значения предельно-допустимая концентрация составляет 0,001 мг/дм³. Для определения содержания фенолов в пробах воды использовали флуориметрический метод с использованием анализатора жидкости «ФЛЮОРАТ-02М»

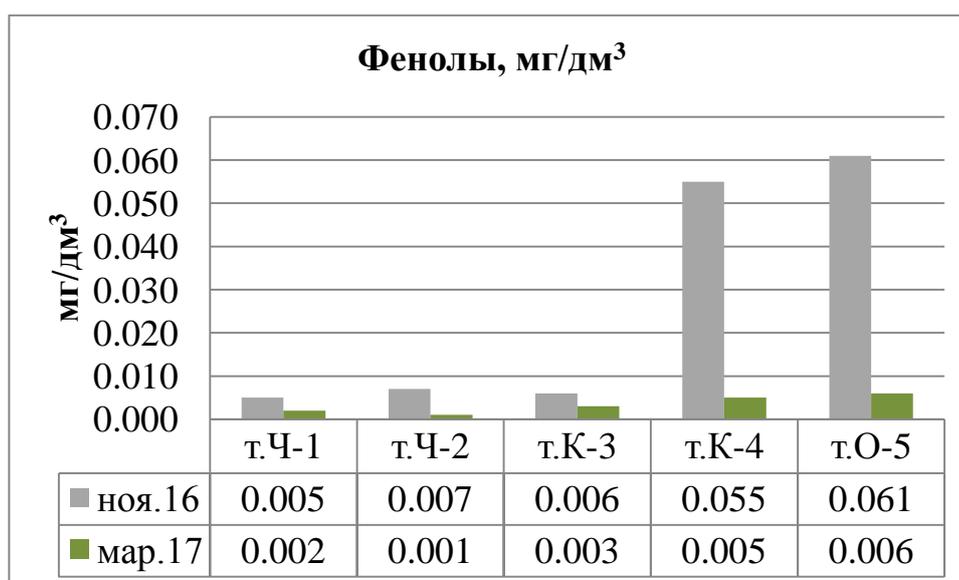


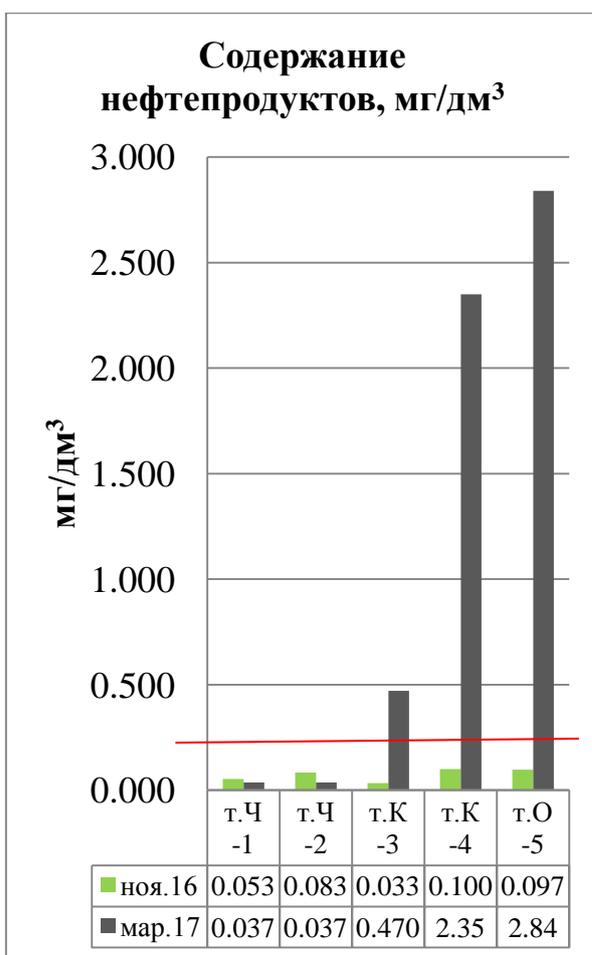
Рисунок 35 – Содержание фенолов (т. Ч-1, т. Ч-2, т. К-3, т. К-4, т. О-5)

На рисунке 35 представлены результаты содержания фенолов в пробах. Превышение установленных ПДК наблюдалось во всех точках, в отстойнике (т. О-5) в 61 раз, в дренажном канале (т. К-4) в 55 раз, в остальных точках составило (1-7) ПДК.

Результаты определения бенз(а)пирена в пробах показали, что его количества находятся ниже предела обнаружения методики измерений - меньше $0,5 \text{ нг/дм}^3$. Определяли бенз(а)пирен методом ВЭЖХ с флуориметрическим детектором.

Нефтепродукты являются одним из распространённых и опаснейших соединений, которые отрицательно влияют на поверхностные воды. В гидрохимии нефтепродукты условно ограничиваются исключительно углеводородной фракцией – ароматические, ациклические и алифатические углеводороды. Главными источниками поступления нефтепродуктов в водоемы являются перевозка нефтепродуктов по воде, сточные воды предприятий и загрязнённые ливневые стоки с автомобильных дорог, а также хозяйственно-бытовые стоки. Также углеводороды могут поступать в водоемы через выделения растений и животных, а также при их разложении. Естественное содержание углеводородов характеризуется в большей степени от биологической ситуации в водном объекте, а также трофическим статусом водного объекта. При превышении содержания нефтепродуктов в водоеме нарушается газообмен воды с атмосферой, изменяется рН, изменяется цвет, а также вода приобретает нехарактерные для неё цвет и запах [12]. Для водоемов рыбохозяйственного значения предельно допустимая концентрация нефтепродуктов составляет $0,05 \text{ мг/дм}^3$ [17].

Содержание нефтепродуктов в пробе определяли флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «ФЛЮОРАТ – 02».



Точка отбора	Кратность превышения ПДК, ноябрь 2016	Кратность превышения ПДК, март 2017
т.Ч-1	1,1	0,7
т.Ч-2	1,7	0,7
т.К-3	0,7	9,4
т.К-4	2,0	47
т.О-5	1,9	57

ПДК – 0,05 мг/дм³

Рисунок 36 - Содержание нефтепродуктов в пробах и превышения ПДК

На рисунке 36 представлено содержание нефтепродуктов в пробах. Превышение ПДК наблюдалось в 70% анализируемых проб. В ноябре кратность превышения была на уровне (0,7-2,0) ПДК, в марте 2017 максимальное количество нефтепродуктов обнаружено в биоотстойнике – 57 ПДК и в дренажном канале на выходе из отстойника – 47 ПДК. Надо отметить, что на протяжении недели до отбора шли осадки в виде дождя и мокрого снега и количество ливневых вод, поступивших в отстойник с ЗСД, вероятно, было значительным.

Глава 9

Оценка эффективности ГБП и влияния ливневых стоков с ЗСД на качество воды в р. Черная

При изучении Нетехнического резюме [13], можно сделать вывод, что при строительстве и эксплуатации ЗСД предусмотрено и сделано все, чтобы избежать негативного воздействия на окружающую среду. Так ли это?

В настоящий момент гидрботаническая площадка вдоль ЗСД недостаточно эффективны для задержания загрязняющих веществ. Одной из причин, может быть то, что на исследуемом участке используются площадка с одним прудом-отстойником (Рис. 37).



Рисунок 37 – Гидрботаническая площадка вдоль ЗСД

В таблицах 7 и 8 показана эффективность задержания загрязняющих веществ в точке О-5 (3 метра выше фильтра) и точке К-4 (1 метр ниже фильтра).

Таблица 7 – Эффективность задержания загрязняющих веществ в ноябре 2016 г.

Определяемые показатели	ПДК _{р.х.}	Точка О-5	Точка К-4
Хлориды	300	90	80
Аммоний (N-NH ₄)	0,4	1,72	1,52
ХПК	15	41	49
Нефтепродукты	0,05	0,097	0,100
Медь	0,001	0,0038	0,0034
Цинк	0,01	0,064	0,060
Железо общее	0,1	0,83	0,95
Фенолы общие	0,001	0,061	0,055

Таблица 8 – Эффективность задержания загрязняющих веществ в марте 2017 г.

Определяемые показатели	ПДК _{р.х.}	Точка О-5	Точка К-4
Хлориды	300	176	160
Аммоний (N-NH ₄)	0,4	0,8	0,7
ХПК	15	33	31
Нефтепродукты	0,05	2,84	2,35
Медь	0,001	0,0030	0,0027
Цинк	0,01	0,12	0,14
Железо общее	0,1	1,6	1,7
Фенолы общие	0,001	0,006	0,005

При сравнении результатов анализа проб воды в т. К-4 – дренажном канале после фильтра из отстойника и т. О-5 – отстойник существенных различий не выявлено, поэтому можно утверждать, что существующие фильтры ГБП не эффективны. Для предотвращения попадания загрязняющих

веществ из отстойников в дренажный канал необходима модернизация системы очистки ГБП.

За время наблюдения в реке были зафиксированы превышения в 2 раза фонового содержания хлоридов. Выше установленных ПДК были концентрации фенолов, ХПК, нефтепродуктов, меди, цинка, общего железа и аммонийного азота, что с одной стороны связано с неэффективностью ГБП, а с другой срезание верхнего слоя почвы при строительстве ЗСД. Можно предположить, что нарушение почвенного покрова увеличило поверхностных сток и привело к увеличению содержания общего железа, фенолов, аммонийного азота и ХПК. Что касается хлоридов и нефтепродуктов из отстойника ГБП, очевидно, что часть из них вполне может попадать в реку Черная. Для улавливания загрязняющих веществ возможно нужно установить второй пруд с нефтеловушками и фильтрами для взвешенных веществ, чтобы исключить попадание воды из отстойника в дренажный канал без очистки (рис. 38).



Рисунок 38 – Неэффективный фильтр взвешенных частиц и нефтепродуктов на выходе с гидробиотанической площадки ЗСД в марте 2017 года.

Особенно гидрботаническая площадка неэффективна в зимнее время, когда из-за низких температур отстойник промерзает и ливневые стоки с антигололедными реагентами растекаются по поверхности льда и перетекают в дренажные канавы, которые впадают в р. Черная или растекаются по поверхности почвы.

Для предотвращения загрязнения реки Черной токсичными веществами следует организовать более эффективную систему очистки, например, гидрботаническую площадку с двумя прудами (Рис. 39), но это потребует более высоких денежных затрат.



Рисунок 39 – Гидрботаническая площадка с двумя прудами

Также надо учесть, что накопление загрязняющих веществ и накопление воды в отстойнике будет происходить неравномерно, в зависимости от времени года и погодных условий, поэтому желательно принять меры для предотвращения переполнения биопруда ГБП.

Заключение

Негативная нагрузка на природную среду всегда связана с техногенной деятельностью, в том числе с эксплуатацией транспортных средств. Автомобильный транспорт наиболее агрессивен в сравнении с другими видами транспорта по отношению к окружающей среде. Он является мощным источником ее химического, шумового и механического загрязнения. Так, если в начале 70-х годов ученые определили долю загрязнений, вносимых в атмосферу автомобильным транспортом, в среднем равной 13%, то в настоящее время она достигла уже 50% и продолжает расти. А для городов и промышленных центров доля автотранспорта в общем объеме загрязнений значительно выше и достигает до 70% и более, что создает серьезную экологическую проблему.

Постоянное желание человека везде успеть приводит к увеличению парка автомобилей и требует высокоскоростных автодорог. Первая в мире автомагистраль протяженностью 85 км (итал. *autostrada*) была открыта 21 сентября 1924 года на севере Италии, она соединила Милан и Варесе. Автомагистраль — дорога для скоростного движения автомобилей, не имеющая одноуровневых пересечений с другими дорогами, железнодорожными или трамвайными путями, пешеходными или велосипедными дорожками. Больше всего скоростных дорог в Китае - около 112 000 км. Сеть автомагистралей в России развита очень слабо, их общая протяженность 816 км, на стадии проектирования, реконструкции и строительства находятся еще 3400 км.

Для Санкт-Петербурга, как и для других крупнейших городов мира, одной из главных проблем является перегрузка улиц и дорог. В 2005 году для решения накопившихся транспортных проблем началось строительство современной автомагистрали – Западный скоростной диаметр, поочередная

эксплуатация которой началась с 2008 года. В начале 2018 года планируется завершить строительство трассы и всех развязок. ЗСД разбита на 3 участка - Центральный, Северный и Южный, общая длина которых 47 км. ЗСД - стратегический инвестиционный проект городского и федерального значения, позволяющий решить важнейшие транспортные задачи и проблемы Санкт-Петербурга, создавая кратчайшую круглосуточную связь между южными, центральными и северными районами города и улучшить экологическую обстановку города.

Автомобильные дороги являются источником поступления загрязняющих веществ, которые попадают в атмосферу с выхлопными газами, в водные объекты – с поверхностным стоком с автодорог, накапливаются в почве после таяния снега и оседают летом на листьях растений. Водные объекты, расположенные вдоль трасс, как правило, загрязнены нефтепродуктами, тяжелыми металлами, фенолами, хлоридами. Применение антигололедных реагентов постепенно увеличивает рН воды и общую минерализацию.

Надо отметить, что в настоящее время практически отсутствуют нормативные документы, устанавливающие требования к сбросу ливневых стоков на магистралях за пределами города. В обычной практике дорожного строительства, стоки с автотрасс стекают по уклону на придорожную территорию, образуя ручейки, которые не редко впадают в водные объекты. И только на крупных автомагистралях предусмотрено строительство водоохраных сооружений.

Тем не менее, уже на стадии проектирования ЗСД и особенно его Северного участка у экологов возникали вопросы, связанные с эффективностью природоохранных мероприятий и нарушением ландшафтов природных территорий, в том числе особо охраняемых. Вывод ученых был следующим: мероприятия проведенные в ходе строительства и запланированные на период эксплуатации вероятно могут свести к минимуму

негативные последствия на окружающую среду на Северном участке ЗСД, но сохранение существующих ландшафтов в неизменном виде уже невозможно.

Река Черная является важной частью экосистем «Левашовского леса» и «Сестрорецкого болота» проходит по территории Сестрорецкого болота». Качество воды в реке оказывает существенное влияние на гидрохимический режим и концентрацию загрязняющих веществ в озере «Сестрорецкий разлив», который в свою очередь, впадает в Финский залив. Перенаправление сточных вод с морально устаревших канализационных очистных сооружений в п. Сертолово позволило закрыть прямой выпуск и в результате ликвидировать сброс неочищенных и плохо очищенных сточных вод, тем самым значительно улучшить качество воды в реке. На сегодняшний момент основными источниками загрязнения реки находятся до ее пересечения ЗСД, ими являются: прямые выпуски в водотоки бассейна с садоводств и поселков, КАД и автомобильные и железная дороги, стихийные свалки мусора.

После ввода в эксплуатацию Северного участка еще большое значение приобретают наблюдения за ее гидрологическим режимом и изменением гидрохимических показателей, так как сбор ливневых вод. Для того, чтобы исключить попадание неочищенных ливневых вод в р. Черная вдоль ЗСД построены гидробиотические площадки - ГБП. Ливневые стоки по водоотводным трубам поступают в сливной желоб, вода из которого собирается в биопрудах. Данные по оценке эффективности работы ГБП существуют только в расчетном виде и постоянные наблюдения на действующих объектах не проводятся.

В результате исследований нами была проведена оценка эффективности очистки ливневых сточных вод, поступивших с трассы ЗСД в биопруд ГБП, а также получены данные о влиянии сбросных вод из пруда-отстойника на качество воды в дренажном канале и р. Черная. В период наблюдений было проведено два отбора проб – в ноябре 2016 г. и марте 2017

г., Две точки отбора были выбраны на самой реке Черной, т. Ч-1 - выше точки впадения дренажного канала и т. Ч-2 – ниже моста через ЗСД), две точки в канале сброса воды из ГБП (т. К-3 – выше впадения в р. Черная и т. К-4 – на выходе из отстойника), т.О-5 расположена в самом биоотстойнике.

Химико-аналитические исследования проб проводились в аккредитованной лаборатории - Эколого-аналитической лаборатории РГГМУ по методикам, допущенных для целей экологического мониторинга.

Было выявлено превышение ПДК в реке Черной по следующим показателям:

- по аммонийному азоту превышение в (1-3) раза, максимальное в точке Ч-2 в ноябре 2016 г - 10 ПДК, что указало на то, что загрязненные воды поступали с дренажных каналов, расположенных на противоположной стороне ЗСД;
- ХПК на уровне (2-3) ПДК зафиксирован во всех точках, максимально – 6,6 ПДК в ноябре в т.Ч-2;
- содержание нефтепродуктов в марте в точке К-4 составили 47 ПДК, в точке О-5 57 ПДК, в марте в точке К-3 – 8 ПДК.
- концентрации растворенной меди в ноябре в точках К-4 и О-5 на уровне (3-3,5) ПДК, а в марте во всех точках (1,5-3) ПДК, что вероятно связано с поступлением со стоком с ЗСД и неэффективностью фильтра ГБП в весенний период;
- концентрации растворенного цинка составили (12-15) ПДК ноябре и марте в точках К-4 и О-5 соответственно;
- по фенолам превышение ПДК наблюдалось во всех точках;
- во всех точках содержание общего железа находится в диапазоне (10-24) ПДК, максимальные количества наблюдались весной, что вероятно связано с увеличением поверхностного стока с территории, в том числе с откосов ЗСД.

- содержание ртути превышает ПДК во всех точках, на уровне (6-40) ПДК в реке и дренажном канале и (100-150) ПДК в отстойнике и дренажном канале после сброса воды из отстойника.
- содержание фосфатов в среднем составило 0,049 мг/дм³, что позволяет отнести исследуемые водоемы к олиготрофному типу.

Концентрации тяжелых металлов (кадмия, никеля, хрома, свинца,) и мышьяка были существенно ниже ПДК и ниже предела обнаружения методики измерений. Также не наблюдалось превышений ПДК нитратного азота, содержание нитритного азота зафиксировано на уровне ПДК – 0,02 мг/дм³. Бенз(а) пирен во всех пробах не обнаружен.

Содержание хлоридов в реке выше фоновых значений почти в два раза. Наибольшие концентрации хлоридов наблюдались в токах К-4 и О-5 в весенний период - до 180 мг/дм³, что связано их поступлением с поверхностным стоком и талыми водами, которые содержат антигололедные реагенты и неэффективной работой ГБП.

При сравнении результатов анализа проб воды в т. К-4 – дренажном канале после фильтра из отстойника и т. О-5 – отстойник существенных различий не выявлено, поэтому можно утверждать, что существующие фильтры ГБП не эффективны. Для предотвращения попадания загрязняющих веществ из отстойников в дренажный канал необходима модернизация системы очистки ГБП.

При сравнении результатов анализа проб воды из р. Черной в п. Дибуны и т. Ч-1 отмечено уменьшение в 2,5 раза (до уровня ПДК) нефтепродуктов, цинка – с 2,2 ПДК до его отсутствия (ниже предела обнаружения методики) в точке Ч-1. В точке Ч-1 значительно выше, чем в пробах в п. Дибуны. концентрации ртути (в 1,6 раза), аммонийного азота (в 3,1 раза) и общего железа (в 1,4 раза). Остальные показатели изменяются не существенно (Приложение 6).

При сравнении результатов анализа проб воды из р. Черной до моста (т. Ч-1) ЗСД и после (т. Ч-2) отмечено уменьшение в т.Ч-2 в 1,5 раза содержания сульфатов и хлоридов, железа в 1,2 раза. В точке Ч-2 по сравнению с т. Ч-1 зафиксировано увеличение ртути в 3,8 раза, нефтепродуктов в 1,3 раза и показателей ХПК и БПК в 1,4 раза. Остальные показатели изменяются не существенно (Приложение 6).

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Ливневые сточные воды, поступающие с магистрали ЗСД повышают концентрации ртути и нефтепродуктов, увеличивают показатели биологического и химического потребления кислорода в р. Черная и тем самым ухудшают качество воды в реке.

2. Фильтры, установленные на выходе из биопруда гидробиотической площадки не эффективны. ГБП на сегодняшний момент выполняет функцию пруда-накопителя, в котором с каждым годом будет увеличиваться концентрации загрязняющих веществ.

3. Объем воды поступающей в дренажные каналы, сооруженные до строительства ЗСД для отвода избыточной воды с территории, значительно превышает объем сточных вод из биопруда и тем самым существенно их разбавляют, что приводит к уменьшению концентраций загрязняющих веществ.

4. Качество воды в р. Черная будет ухудшаться с каждым годом, что в свою очередь негативно скажется на экологическом состоянии ООПТ «Сестрорецкое болото» и озера Сестрорецкий разлив.

5. На входе в пруды-накопители целесообразно установить нефтеловушки. Нужно как можно скорее доработать систему отвода и фильтры ГБП, чтобы исключить попадание ливневых стоков с магистрали в дренажные каналы и в реку Черную.

6. Необходимо разработать программу и проводить регулярные наблюдения за уровнем и качеством сточных вод из биопрудов и гидрохимическими показателями в реке Черная, чтобы не допустить ее загрязнения в случае резкого увеличения объема сточных вод.

Для получения более полной информации об эффективности ГБП и влиянии ЗСД на водные объекты следует продолжить исследования на других гидроботанических площадках вдоль магистрали и дренажных каналах, в которые происходит сброс ливневых сточных вод с трассы ЗСД.

На наш взгляд нужно сделать так, чтобы Западный скоростной диаметр стал не только удобной и отличной трассой для автомобилистов, но и, чтобы в результате эксплуатации автомагистрали не были разрушены уникальные ландшафтные территории, которые она пересекает.

Список литературы

1. Гладштейн О.И., Марков А.Ю., Новиков М.Г. Новые технологии изоляции источников загрязнения окружающей среды // Вода и экология. - 2000. - № 1. С. 2-5
2. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».
3. Журнал Экология и право // Выпуск №3(59) // 07.2015, стр. 62
4. Журнал Экология и право // Выпуск №27// 03.2008, стр. 36-37
5. Ильина А.А. Влияние автомобильного транспорта на загрязнение поверхностных стоков с автомобильных дорог и мостов // Новости в дор. деле: Науч.-техн. информ. сб. / ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР». - М, 2004. - Вып. 2. С. 4-6
6. Ильина А.А. Мероприятия по снижению уровня загрязнения ливневых и талых поверхностных стоков с автомобильных дорог // Новости в дор. деле: Науч.-техн. информ. сб. / ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР». - М., 2004. - Вып. 3. С. 5-10
7. Ильина А.А. Характерные проектно-строительные недостатки организации системы отвода поверхностных вод в откосные водосбросные лотки. - М., 2001. – (Сб. науч.-метод. работ по повышению уровня обоснованности проектов автомоб. дорог и сооружений на них / Союздорпроект; Вып. 5). С. 2-4
8. Ильина А.А. Экологические аспекты очистки поверхностных стоков с автомобильных дорог. - М., 2004. С. 3-5
9. Куцева Н.К., Карташова А.В. — Журнал «Контроль качества продукции», № 2-2014

10. Материалы межрегиональной конференции «Особо охраняемые природные территории регионального значения: проблемы управления и перспективы развития». 25–26 октября 2010, СПб, стр.66.

11. «Методические рекомендации по содержанию очистных сооружений на автомобильных дорогах» // ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО (Росавтодор), Москва, 2014 г. С. 4-6

12. Муравьев А.Г. Руководство по определению качества воды полевыми методами 3-е изд., - СПб: «Крисмас+» 2009 г. – 248 с.

13. Нетехническое резюме «Комплексная оценка воздействия на окружающую природную среду для строительства Западного скоростного участка» // ERM Eurasia Ltd // Октябрь 2011, с. 28-34, с. 37-39.

14. Никаноров А.М., Хоружая Т.А., Бражникова Л.В., Жулидов А.В., «Мониторинг качества поверхностных вод: оценка токсичности». / Серия «Качество вод». - СПб: Гидрометеиздат, 2000. - 159 с.

15. «Новые очистные сооружения в Сертолово-2 появятся не раньше 2013 года» - [<http://www.lenoblinform.ru/news/novye-ochistnye-sooruzheniya-v-sertolovo-2-poyavya.html>]

16. Нормативы допустимого воздействия рек и озер бассейна Финского залива (от границы Российской Федерации до северной границы бассейна реки Нева). – ФГБУ «ГГИ», 2012г. с. 9-10, 18-23

17. «Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения», утвержденные Приказом Росрыболовства № 20 от 18.01.2010 г.

18. Отчет ГПА «Мониторинг водных объектов особо охраняемых природных территорий» (период наблюдений 2011-2012 гг.).

19. «Очистные сооружения на автомобильных дорогах. Обзорная информация» / ФГУП "Информавтодор" № 3 2004

20. Проект «Строительство Центрального и Северного участков Западного скоростного диаметра» // ОАО «Западный Скоростной Диаметр». – 2006 г. с 4-6.

21. ПНД Ф 14.1:2.101-97 «Методика выполнения измерений массовой концентрации растворенного кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод йодометрическим методом».

22. Распоряжение правительства ленинградской области от 02.04.2007 №118-Р «О перечне водных объектов на территории Ленинградской области, подлежащих региональному государственному контролю и надзору за использованием и охраной водных объектов».

23. Руководящий документ 52.24.495-2005 «Водородный показатель и удельная электрическая проводимость вод. Методика выполнения измерений электрометрическим методом».

24. Руководящий документ 52.24.497-2005 «Цветность поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений фотометрическим и визуальным методами».

25. Руководящий документ 52.24.468-2005 «Взвешенные вещества и общее содержание примесей в водах. Методика выполнения измерений массовой концентрации гравиметрическим методом».

26. Руководящий документ 52.24.395-2007 «Жесткость воды. Методика выполнения измерений титриметрическим методом с трилоном Б».

27. Руководящий документ 52.24.480-2006 «Массовая концентрация летучих фенолов в водах. Методика выполнения измерений ускоренным экстракционно-фотометрическим методом без отгонки».

28. Резников А.И. Сестрорецкий Разлив. // Выдержки из отчета НЦ РАН «Изыскательские работы по обоснованию создания особо охраняемой природной территории «Сестрорецкое болото». 2005. С. 15-41

29. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»

30. СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения»

31. Статья «Почему надо изменить маршрут Западного скоростного диаметра?» // [<http://www.online812.ru/2010/12/06/009/print.html>]

32. «Сточные воды автомобильных дорог» // Информационное агентство Argel. - 04.07.2012 [<http://www.vo-da.ru/articles/ochistnyie-sooruzeniya-dlya-avtodorog/stochnyie-vodyi-avtomobilnyih-dorog>]

33. Схема комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) рек и озер бассейна Финского залива (от границы Российской Федерации с Финляндией до северной границы бассейна реки Невы). – ФГБУ «ГГИ», 2012г. с. 50-52

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Результаты химико-аналитических исследований проб воды р. Черная в 2011 – 2012 г.г.

Таблица 1 – Результаты химико-аналитических исследований проб (точка СБ-2), р. Черная, заказник «Сестрорецкое болото», 5 м выше пешеходного моста. 2011 год

Определяемые показатели	Размерность	Дата отбора (точка СБ-2)			
		09.05.11	04.07.11	18.08.11	23.10.11
Прозрачность	м	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
Температура	°С	14	18	17	5
рН	Ед. рН	7,3	7,2	6,7	6,6
Растворенный кислород	мг/дм ³	11,1	2,1	3,6	3,9
УЭП	мкСм/см	163	251	189	176
Сульфаты (SO ₄) ²⁻	мг/дм ³	12	9,2	14	12
Хлориды (Cl) ⁻	мг/дм ³	13	9,8	29	34
Фосфаты (P-PO ₄)	мг /дм ³	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
Аммоний (N-NH ₄)	мг/дм ³	0,13	0,09	0,07	0,66
Нитриты (N-NO ₂)	мг/дм ³	0,01	0,01	0,01	0,02
Нитраты (N-NO ₃)	мг/дм ³	0,44	0,24	0,21	1,8
Цветность	Цв. Град.	160	142	123	165
ХПК	мг О/дм ³	36	42	33	28
БПК ₅	мг О ₂ /дм ³	0,90	1,2	3,5	4,9
Взвешенные вещества	мг/дм ³	10,4	8,3	7,2	<5
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	0,041	0,034	0,026	0,032
Ртуть раств.	мг/дм ³	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
Кадмий	мг/дм ³	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
Мышьяк раств.	мг/дм ³	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
Никель раств.	мг/дм ³	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
Медь	мг/дм ³	0,0013	0,0 12	0,0016	0,0 19
Свинец	мг/дм ³	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
Хром общ. раств.	мг/дм ³	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
Цинк	мг/дм ³	0,012	0,011	0,012	0,041
Железо общее	мг/дм ³	0,28	0,39	0,41	1,56
Фенолы общие	мг/дм ³	0,0014	0,0022	0,0022	0,0031

Приложение 1
Окончание

Таблица 2 – Результаты химико-аналитических исследований проб (точка СБ-2), р. Черная, заказник «Сестрорецкое болото», 5 м выше пешеходного моста. 2012 год

Определяемые показатели	Размерность	Дата отбора (точка СБ-2)			
		03.05.2012	12.07.12	20.09.12	27.11.12
Прозрачность	м	0,8	0,75	0,4	0,65
Температура	°С	7,1	21	13,5	3,3
рН	Ед. рН	6,6	7,2	6,8	6,8
Растворенный кислород	мг/дм ³	6,0	<1,0	2,2	2,2
УЭП	мкСм/см	128	236	192	154
Сульфаты (SO ₄) ²⁻	мг/дм ³	10,4	26	13	11
Хлориды (Cl ⁻)	мг/дм ³	12	50	19	13
Фосфаты (P-PO ₄)	мг /дм ³	0,061	0,052	0,030	0,043
Аммоний (N-NH ₄)	мг/дм ³	0,2	11,7	1,3	3,8
Нитриты (N-NO ₂)	мг/дм ³	<0,01	<0,01	0,16	0,14
Нитраты (N-NO ₃)	мг/дм ³	1,8	0,17	1,9	3,9
Цветность	Цв. Град.	154	110	244	244
ХПК	мг О/дм ³	31	31	70	70
БПК ₅	мг О ₂ /дм ³	1,8	4,3	5,2	2,8
Взвешенные вещества	мг/дм ³	<5	<5	<5	<5
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	0,025	0,46	0,048	0,048
Ртуть раств.	мг/дм ³	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Кадмий	мг/дм ³	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020
Мышьяк раств.	мг/дм ³	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Никель раств.	мг/дм ³	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Медь	мг/дм ³	0,0019	0,0009	0,0014	0,0014
Свинец	мг/дм ³	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Хром общ. раств.	мг/дм ³	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025
Цинк	мг/дм ³	0,016	0,020	0,016	0,009
Железо общее	мг/дм ³	1,44	1,61	1,93	1,32
Марганец	мг/дм ³	0,061	0,12	0,12	0,3
Фенолы общие	мг/дм ³	0,0019	0,0033	0,0031	0,0046

**Результаты химико-аналитических исследований
проб воды р. Черная в п. Дибуны в 2015 – 2016 г.г.**

Таблица 1 – Результаты химико-аналитических исследований проб (точка Д-1),
р. Черная, ж/д ст. Дибуны. 2015 год

Определяемые показатели	Размерность	04.08	26.08	16.09	21.10	10.11	24.12
Температура		15,2	15,2	11,5	2,6	4,8	3,8
рН	°С	7,0	7,0	7,3	6,9	7,0	6,7
Растворенный кислород	Ед. рН	7,6	8,6	14,6	10,7	11,9	11,3
УЭП	мг/дм ³	201	313	493	348	370	117
Сульфаты (SO ₄) ²⁻	мкСм/см	16	21	28	12	13	9,6
Хлориды (Cl) ⁻	мг/дм ³	18	41	91	59	58	13
Фосфаты (P-PO ₄)	мг/дм ³	0,070	0,047	0,042	0,048	0,061	0,035
Аммоний (N-NH ₄)	мг /дм ³	0,14	<0,04	0,10	0,37	0,57	0,14
Нитриты (N-NO ₂)	мг/дм ³	0,026	0,033	0,029	0,009	<0,010	<0,010
Нитраты (N-NO ₃)	мг/дм ³	0,53	0,80	0,51	0,66	0,37	0,52
Цветность	мг/дм ³	145	112	99	86	67	182
ХПК	Цв. Град.	51	39	39	35	38	50
БПК ₅	мг О ₂ /дм ³	3,6	2,0	1,9	2,6	2,3	1,7
Взвешенные вещества	мг О ₂ /дм ³	23	10,2	9,0	4,6	6,1	13,3
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	0,092	0,065	0,075	0,086	0,13	0,097
Ртуть раств.	мг/дм ³	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Кадмий	мг/дм ³	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020
Мышьяк раств.	мг/дм ³	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Никель раств.	мг/дм ³	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Медь	мг/дм ³	0,0015	0,0017	0,0011	0,0022	0,0014	0,0035
Свинец	мг/дм ³	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Хром общ. раств.	мг/дм ³	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025
Цинк	мг/дм ³	0,023	<0,0050	0,0053	<0,0050	<0,0050	0,0078
Железо общее	мг/дм ³	1,4	1,8	1,7	1,4	1,1	1,2
Фенолы общие	мг/дм ³	0,0082	0,0021	0,0030	0,0023	0,0012	0,0017

Приложение 2
Продолжение

Таблица 2 – Результаты химико-аналитических исследований проб (точка Д-1), р. Черная, ж/д ст. Дибуны. 2016 год

Определяемые показатели	Размерность	Предел обнаружения МИ	ПДК, р.х.	27.01	18.02	24.03	07.04	21.04	26.05	30.06
Температура		50	не норм.	0,1	0,1	0,1	2,6	2,6	15	16,5
рН	°С	14	не норм.	6,7	6,8	6,7	6,7	6,7	7,0	7,1
Растворенный кислород	Ед. рН	1,0	>4,0	11,2	12,6	12,9	11,5	11,5	7,9	7,4
УЭП	мг/дм ³	5,0	не норм.	183	111	149	132	132	195	147
Сульфаты (SO ₄) ²⁻	мкСм/см	0,5	100	7,6	4,2	6,6	6,9	6,9	5,8	2,8
Хлориды (Cl) ⁻	мг/дм ³	0,5	300	19	12	16	15	15	23	15
Фосфаты (P-PO ₄)	мг/дм ³	0,01	0,15	0,05	0,037	0,053	0,078	0,078	0,034	0,057
Аммоний (N-NH ₄)	мг /дм ³	0,04	0,4	0,66	0,21	0,34	0,34	0,34	0,12	0,17
Нитриты (N-NO ₂)	мг/дм ³	0,010	0,02	<0,010	<0,010	0,010	0,008	0,008	0,034	0,022
Нитраты (N-NO ₃)	мг/дм ³	0,05	9,1	0,66	0,46	0,61	0,44	0,44	0,54	0,55
Цветность	мг/дм ³	5	не норм.	120	185	164	146	146	138	164
ХПК	Цв. Град.	10	15	34	44	42	46	46	44	48
БПК ₅	мг О ₂ /дм ³	0,1	>2,0	1,7	2,0	2,1	2,7	2,7	3,2	2,5
Взвешенные вещества	мг О ₂ /дм ³	5	12,6*	8	4,7	11,2	32	32	9,4	15
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	0,005	0,05	0,118	0,065	0,215	0,215	0,215	0,054	0,086

Таблица 2 – Продолжение

Определяемые показатели	Размерность	Предел обнаружения МИ	ПДК, р.х.	27.01	18.02	24.03	07.04	21.04	26.05	30.06
Ртуть раств.	мг/дм ³	0,00001	0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,00005
Кадмий	мг/дм ³	0,0002	0,005	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020
Мышьяк раств.	мг/дм ³	0,005	0,05	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Никель раств.	мг/дм ³	0,005	0,01	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Медь	мг/дм ³	0,001	0,001	0,0037	0,0029	0,0012	0,0021	0,0020	0,0024	0,0027
Свинец	мг/дм ³	0,002	0,006	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Хром общ. раств.	мг/дм ³	0,0025	0,02	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025
Цинк	мг/дм ³	0,005	0,01	0,066	<0,0050	0,0065	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Железо общее	мг/дм ³	0,02	0,10	1,8	1,5	2	1,7	1,7	1,3	1,8
Фенолы общие	мг/дм ³	0,0005	0,001	0,0013	0,0013	0,0022	0,0012	0,0012	0,0014	0,0021

Приложение 3

Результаты химико-аналитических исследований проб воды в р. Черная, дренажном канале и искусственном пруде на ГБП в 2016 – 2017 г.г.

Таблица 1 – Результаты химико-аналитических исследований проб (точка Ч-1), р. Черная, 50 метров выше впадения канала из ГБП, 100 м восточнее моста ЗСД

Определяемые показатели	Размерность	Предел обнаружения МИ	ПДК, р.х.	г.Ч-1	
				07.11.2016	30.03.2017
Температура	°С	50	не норм.	2,8	0,5
рН	Ед. рН	14	не норм.	6,7	6,4
Растворенный кислород	мг/дм ³	1,0	>4,0	10,8	10,4
УЭП	мкСм/см	5,0	не норм.	505	152
Сульфаты (SO ₄) ²⁻	мг/дм ³	0,5	100	14	11
Хлориды (Cl) ⁻	мг/дм ³	0,5	300	47	17
Фосфаты (P-PO ₄)	мг /дм ³	0,01	0,05**	0,054	0,044
Аммоний (N-NH ₄)	мг/дм ³	0,04	0,4	1,0	0,9
Нитриты (N-NO ₂)	мг/дм ³	0,01	0,02	0,021	0,02
Нитраты (N-NO ₃)	мг/дм ³	0,05	9,1	0,54	0,50
Цветность	Цв. Град.	5	не норм.	118	146
ХПК	мг О/дм ³	10	15	58	39
БПК ₅	мг О ₂ /дм ³	0,1	>2,0	2,1	2,9
Взвешенные вещества	мг/дм ³	5	12,6*	6,2	<5
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	0,005	0,05	0,053	0,037
Ртуть раств.	мг/дм ³	0,00001	0,00001	0,00009	0,00006
Кадмий	мг/дм ³	0,0002	0,005	<0,0002	<0,0002
Мышьяк раств.	мг/дм ³	0,005	0,05	<0,0050	<0,0050
Никель раств.	мг/дм ³	0,005	0,01	<0,0050	<0,0050
Медь	мг/дм ³	0,001	0,001	<0,001	0,0020
Свинец	мг/дм ³	0,002	0,006	<0,002	<0,002
Хром общ. раств.	мг/дм ³	0,0025	0,02	<0,0025	<0,0025
Цинк	мг/дм ³	0,005	0,01	<0,005	<0,005
Железо общее	мг/дм ³	0,02	0,10	2,4	2,0
Фенолы общие	мг/дм ³	0,0005	0,001	0,005	0,002
Щелочность общ.	ммоль/дм ³ КВЭ	0,17	не норм.	0,84	0,55
Гидрокарбонаты	мг/дм ³ КВЭ	10	не норм.	48	33
Жесткость	ммоль/дм ³	0,06	не норм.	1,19	0,84
Кальций	мг/дм ³	1,0	180	16	12
Магний (расчет)	мг/дм ³	1,0	40	4,8	3,0
Фториды (F) ⁻	мг/дм ³	0,1	0,75	0,28	0,54
Бензапирен	нг/дм ³	0,5	отсутв.	<0,5	

Таблица 2 – Результаты химико-аналитических исследований проб (точка Ч-2),
Река Черная, 200 метров ниже впадения канала сброса, 130 метров ниже моста ЗСД

Определяемые показатели	Размерность	Предел обнаружения МИ	ПДК, р.х.	т.Ч-2	т.Ч-2
				07.11.2016	30.03.2017
Температура	°С	50	не норм.	2,8	0,5
рН	Ед. рН	14	не норм.	6,6	6,5
Растворенный кислород	мг/дм ³	1,0	>4,0	<1,0	9,9
УЭП	мкСм/см	5,0	не норм.	520	154
Сульфаты (SO ₄) ²⁻	мг/дм ³	0,5	100	6,3	11
Хлориды (Cl) ⁻	мг/дм ³	0,5	300	26	18
Фосфаты (P-PO ₄)	мг /дм ³	0,01	0,05**	0,043	0,044
Аммоний (N-NH ₄)	мг/дм ³	0,04	0,4	4,0	0,9
Нитриты (N-NO ₂)	мг/дм ³	0,01	0,02	0,018	0,02
Нитраты (N-NO ₃)	мг/дм ³	0,05	9,1	<0,05	0,52
Цветность	Цв. Град.	5	не норм.	110	123
ХПК	мг О/дм ³	10	15	100	43
БПК ₅	мг О ₂ /дм ³	0,1	>2,0	4,4	2,7
Взвешенные вещества	мг/дм ³	5	12,6*	6,8	<5
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	0,005	0,05	0,083	0,037
Ртуть раств.	мг/дм ³	0,00001	0,00001	0,0004	0,00021
Кадмий	мг/дм ³	0,0002	0,005	<0,0002	<0,0002
Мышьяк раств.	мг/дм ³	0,005	0,05	<0,0050	<0,0050
Никель раств.	мг/дм ³	0,005	0,01	<0,0050	<0,0050
Медь	мг/дм ³	0,001	0,001	<0,001	0,0017
Свинец	мг/дм ³	0,002	0,006	<0,002	<0,002
Хром общ. раств.	мг/дм ³	0,0025	0,02	<0,0025	<0,0025
Цинк	мг/дм ³	0,005	0,01	<0,005	<0,005
Железо общее	мг/дм ³	0,02	0,10	1,7	2,0
Фенолы общие	мг/дм ³	0,0005	0,001	0,007	0,001
Щелочность общ.	ммоль/дм ³ КВЭ	0,17	не норм.	2,03	0,56
Гидрокарбонаты	мг/дм ³ КВЭ	10	не норм.	48	34
Жесткость	ммоль/дм ³	0,06	не норм.	0,20	0,80
Кальций	мг/дм ³	1,0	180	20	11
Магний (расчет)	мг/дм ³	1,0	40	-	3,0
Фториды (F) ⁻	мг/дм ³	0,1	0,75	0,70	0,46
Бензапирен	нг/дм ³	0,5	отсутв.	<0,5	

Приложение 3

Продолжение

Таблица 3 - Результаты химико-аналитических исследований проб (точка О-3), канал сброса из ГБП, 7 метров выше впадения в р. Черную, 60 м восточнее моста

Определяемые показатели	Ед. измерения	Предел обнаружения МИ	ПДК, р.х.	г.К-3	г.К-3
				07.11.2016	30.03.2017
Температура	°С	50	не норм.	2,8	0,5
рН	Ед. рН	14	не норм.	6,7	6,4
Растворенный кислород	мг/дм ³	1,0	>4,0	10,5	10,3
УЭП	мкСм/см	5,0	не норм.	450	150
Сульфаты (SO ₄) ²⁻	мг/дм ³	0,5	100	14,6	11
Хлориды (Cl) ⁻	мг/дм ³	0,5	300	39	17
Фосфаты (P-PO ₄)	мг /дм ³	0,01	0,05**	0,048	0,046
Аммоний (N-NH ₄)	мг/дм ³	0,04	0,4	0,94	0,9
Нитриты (N-NO ₂)	мг/дм ³	0,01	0,02	0,018	0,02
Нитраты (N-NO ₃)	мг/дм ³	0,05	9,1	0,56	0,54
Цветность	Цв. Град.	5	не норм.	106	118,0
ХПК	мг О/дм ³	10	15	56	37
БПК ₅	мг О ₂ /дм ³	0,1	>2,0	2,2	2,6
Взвешенные вещества	мг/дм ³	5	12,6*	<5	<5
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	0,005	0,05	0,033	0,470
Ртуть раств.	мг/дм ³	0,00001	0,00001	0,00018	0,00033
Кадмий	мг/дм ³	0,0002	0,005	<0,0002	<0,0002
Мышьяк раств.	мг/дм ³	0,005	0,05	<0,0050	<0,0050
Никель раств.	мг/дм ³	0,005	0,01	<0,0050	<0,0050
Медь	мг/дм ³	0,001	0,001	0,0011	0,0024
Свинец	мг/дм ³	0,002	0,006	<0,002	<0,002
Хром общ. раств.	мг/дм ³	0,0025	0,02	<0,0025	<0,0025
Цинк	мг/дм ³	0,005	0,01	<0,005	<0,005
Железо общее	мг/дм ³	0,02	0,10	2,5	2,1
Фенолы общие	мг/дм ³	0,0005	0,001	0,006	0,003
Щелочность общ.	ммоль/дм ³ КВЭ	0,17	не норм.	0,83	0,55
Гидрокарбонаты	мг/дм ³ КВЭ	10	не норм.	48	33
Жесткость	ммоль/дм ³	0,06	не норм.	1,17	0,81
Кальций	мг/дм ³	1,0	180	15	11
Магний (расчет)	мг/дм ³	1,0	40	5,1	2,9
Фториды (F) ⁻	мг/дм ³	0,1	0,75	0,49	0,46
Бензапирен	нг/дм ³	0,5	отсутв.	<0,5	

** для олиготрофных водных объектов

Таблица 4 – Результаты химико-аналитических исследований проб воды из дренажного канала, 1,0 м ниже фильтра биоотстойника ГБП

Определяемые показатели	Размерность	Предел обнаружения МИ	ПДК, р.х.	т. К-4	т. К-4
				07.11.2016	30.03.2017
Температура	°С	50	не норм.	2,8	0,5
рН	Ед. рН	14	не норм.	6,9	6,5
Растворенный кислород	мг/дм ³	1,0	>4,0	3,3	9,4
УЭП	мкСм/см	5,0	не норм.	503	814
Сульфаты (SO ₄) ²⁻	мг/дм ³	0,5	100	5,0	10,0
Хлориды (Cl) ⁻	мг/дм ³	0,5	300	80	160
Фосфаты (P-PO ₄)	мг P/дм ³	0,01	0,05**	0,071	0,040
Аммоний (N-NH ₄)	мг/дм ³	0,04	0,4	1,52	0,7
Нитриты (N-NO ₂)	мг/дм ³	0,01	0,02	0,021	0,02
Нитраты (N-NO ₃)	мг/дм ³	0,05	9,1	0,18	0,45
Цветность	Цв. Град.	5	не норм.	70,0	83,0
ХПК	мг O/дм ³	10	15	49	31
БПК ₅	мг O ₂ /дм ³	0,1	>2,0	2,0	2,9
Взвешенные вещества	мг/дм ³	5	12,6*	<5	<5
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	0,005	0,05	0,100	2,35
Ртуть раств.	мг/дм ³	0,00001	0,00001	0,0015	0,0011
Кадмий	мг/дм ³	0,0002	0,005	<0,0002	<0,0002
Мышьяк раств.	мг/дм ³	0,005	0,05	<0,0050	<0,0050
Никель раств.	мг/дм ³	0,005	0,01	<0,0050	<0,0050
Медь	мг/дм ³	0,001	0,001	0,0034	0,0027
Свинец	мг/дм ³	0,002	0,006	<0,002	<0,002
Хром общ. раств.	мг/дм ³	0,0025	0,02	<0,0025	<0,0025
Цинк	мг/дм ³	0,005	0,01	0,06	0,14
Железо общее	мг/дм ³	0,02	0,10	0,95	1,7
Фенолы общие	мг/дм ³	0,0005	0,001	0,055	0,005
Щелочность общ.	ммоль/дм ³ КВЭ	0,17	не норм.	1,05	0,70
Гидрокарбонаты	мг/дм ³ КВЭ	10	не норм.	26	38
Жесткость	ммоль/дм ³	0,06	не норм.	1,21	1,21
Кальций	мг/дм ³	1,0	180	16	18
Магний (расчет)	мг/дм ³	1,0	40	5,0	3,9
Фториды (F) ⁻	мг/дм ³	0,1	0,75	0,28	0,24
Бензапирен	нг/дм ³	0,5	отсутв.	<0,5	<0,5

** для олиготрофных водных объектов

Таблица 5 – Результаты химико-аналитических исследований проб воды из биоотстойника ГБП (точка О-5)

Определяемые показатели	Размерность	Предел обнаружения МИ	ПДК, р.х.	г. О-5	
				07.11.2016	30.03.2017
Температура	°С	50	не норм.	2,9	0,5
рН	Ед. рН	14	не норм.	6,8	6,4
Растворенный кислород	мг/дм ³	1,0	>4,0	3	7,3
УЭП	мкСм/см	5,0	не норм.	643	930
Сульфаты (SO ₄) ²⁻	мг/дм ³	0,5	100	5,3	12,0
Хлориды (Cl) ⁻	мг/дм ³	0,5	300	90	176
Фосфаты (P-PO ₄)	мг P/дм ³	0,01	0,05**	0,063	0,036
Аммоний (N-NH ₄)	мг/дм ³	0,04	0,4	1,72	0,8
Нитриты (N-NO ₂)	мг/дм ³	0,01	0,02	0,018	0,02
Нитраты (N-NO ₃)	мг/дм ³	0,05	9,1	0,16	0,20
Цветность	Цв. Град.	5	не норм.	64	81,0
ХПК	мг О/дм ³	10	15	41	33
БПК ₅	мг О ₂ /дм ³	0,1	>2,0	2,2	3,0
Взвешенные вещества	мг/дм ³	5	12,6*	<5	<5
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	0,005	0,05	0,097	2,84
Ртуть раств.	мг/дм ³	0,00001	0,00001	0,00132	0,0010
Кадмий	мг/дм ³	0,0002	0,005	<0,00020	<0,0002
Мышьяк раств.	мг/дм ³	0,005	0,05	<0,0050	<0,0050
Никель раств.	мг/дм ³	0,005	0,01	<0,0050	<0,0050
Медь	мг/дм ³	0,001	0,001	0,0038	0,0030
Свинец	мг/дм ³	0,002	0,006	<0,0020	<0,002
Хром общ. раств.	мг/дм ³	0,0025	0,02	<0,0025	<0,0025
Цинк	мг/дм ³	0,005	0,01	0,064	0,12
Железо общее	мг/дм ³	0,02	0,10	0,83	1,6
Фенолы общие	мг/дм ³	0,0005	0,001	0,061	0,006
Щелочность общ.	ммоль/дм ³ КВЭ	0,17	не норм.	1,00	0,76
Гидрокарбонаты	мг/дм ³ КВЭ	10	не норм.	26	38
Жесткость	ммоль/дм ³	0,06	не норм.	1,20	1,21
Кальций	мг/дм ³	1,0	180	16	18
Магний (расчет)	мг/дм ³	1,0	40	5	3,9
Фториды (F) ⁻	мг/дм ³	0,1	0,75	0,28	0,22
Бензапирен	нг/дм ³	0,5	отсутв.	<0,5	<0,5

** для олиготрофных водных объектов

Приложение 4

Выписка из перечня «Об утверждении Перечней водных объектов на территории Санкт-Петербурга, подлежащих региональному государственному надзору в области использования и охраны водных объектов». Распоряжению Правительства СПб от 15 апреля 2008 года N 52-р (с изменениями на 18 июля 2016 года)

№ п/п	Идентификатор ВО	Тип водотока	Название	Районы СПб, по которым протекает водоток	ВО, в который впадает (идентификатор, вид, название, берег, расстояние от устья в метрах)	Притоки (расстояние места впадения от устья в метрах, берег, вид притока, название, идентификатор притока)
19	560	ручей	б/н	Курортный	1245, река, Черная (Песочное), правый, 1885	
114	1201	ручей	б/н	Выборгский	1198, река, Черная (Парголово), левый, 9540	
115	1203	ручей	б/н	Выборгский	1198, река, Черная (Парголово), правый, 4314	163, правый, ручей, Хайзовый, 1282 2507, левый, ручей, б/н, 1206
117	1211	канал	Левашовский	Выборгский	1245, река, Черная, левый, 5847	
247	1701	ручей	б/н	Курортный	1247, река, Черная, правый, 4814	

Перечень методик измерений

№ п/п	Измеряемый показатель	Обозначение НД	Название НД
1	Температура	РД 52.24.496-2005	Температура, прозрачность и запах поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений
2	Водородный показатель (рН)	РД 52.24.495-2005	Водородный показатель и удельная электрическая проводимость вод. Методика выполнения измерений электрометрическим методом.
3	Удельная электрическая проводимость (УЭП)		
4	Цветность	ГОСТ Р 52769-2007	Методы определения цветности. Метод Б – фотометрический.
5	Взвешенные вещества	РД 52.24.468-2005	Взвешенные вещества и общее содержание примесей в водах. Методика выполнения измерений массовой концентрации гравиметрическим методом
6	Растворенный кислород	РД 52.24.419-2005	Массовая концентрация растворенного кислорода в водах. Методика выполнения измерений иодометрическим методом.
7	Биологическое потребление кислорода (БПК ₅)	РД 52.24.420-2006	Биохимическое потребление кислорода в водах. Методика выполнения измерений скляночным методом.
8	Химическое потребление кислорода (ХПК)	ПНД Ф 14.1:2:4.190-03 (2012)	Методика измерений химического потребления кислорода в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом
9	Жесткость общая	РД 52.24.395-2007	Жесткость воды. Методика выполнения измерений титриметрическим методом с Трилоном Б.
10	Кальций (Ca ²⁺)	РД 52.24.403-2007	Массовая концентрация кальция в водах. Методика выполнения измерений титриметрическим методом с Трилоном Б
11	Щелочность	РД 52.24.493-2006	Массовая концентрация гидрокарбонатов и величина щелочности поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. Методика выполнения измерений титриметрическим методом.
12	Гидрокарбонаты		
13	Нитриты (NO ₂) ⁻	РД 52.24.381-2006	Массовая концентрация нитритов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса.

Приложение 5
Окончание

№ п/п	Измеряемый показатель	Обозначение НД	Название НД
14	Нитраты (NO ₃) ⁻	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99 (2013)	Методика предназначена для измерений массовой концентрации неорганических анионов: хлорид-, нитрит-, сульфат-, нитрат-, фторид-, фосфат-ионов (в форме растворенных ортофосфатов) в пробах природных, питьевых, в том числе расфасованных в емкости (за исключением нитрита в воде высшей категории) и очищенных сточных вод.
15	Хлориды (Cl) ⁻		
16	Сульфаты (SO ₄) ²⁻		
17	Фториды (F ⁻)		
18	Аммоний-ионы (NH ₄) ⁺	ПНД Ф 14.1:2.4.262-2010	Методика измерений массовой концентрации ионов аммония в питьевых, поверхностных (в том числе морских) и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера.
19	Фосфаты (P-PO ₄)	РД 52.24.382-2006	Массовая концентрация сульфатов и полифосфатов. Методика выполнения измерений фотометрическим методом
20	Железо общее, растворенное	РД 52.24.358-2005	Массовая концентрация железа общего в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с 1,10-фенантролином
21	Нефтепродукты	ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 (2012)	Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02»
22	Фенолы общие	ПНД Ф 14.1:2:4.182-02	Методика выполнения измерений массовой концентрации фенолов в пробах питьевых, природных и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02»
23	Кадмий (Cd ²⁺)	ПНД Ф 14.1:2.253-2009	Методика измерений массовой концентрации взвешенных веществ в пробах природных и сточных вод Гравиметрическим методом
24	Медь (Cu ²⁺)		
25	Свинец (Pb)		
26	Цинк (Zn ²⁺)		
27	Никель (Ni ²⁺)		
28	Хром (Cr)		
29	Мышьяк (As)		
30	Ртуть (Pb)	МИ 01-43-2006	Методика измерений массовой концентрации ртути в пробах природных, питьевых и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрометра с электротермической атомизацией модификаций МГА-915, МГА-915М, МГА-915МД
31	Бенз(а)пирен	ПНД Ф 14.1:2:4.186-02	Методика измерений массовой концентрации бенз(а)пирена в пробах природных, питьевых (в том числе расфасованных в емкости) и сточных вод методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с флуориметрическим детектированием с использованием жидкостного хроматографа «Люмахром»

Приложение 6

Средние значения гидрохимических показателей в р.Черная пос. Дибуны (т. Д-1), т. Ч-1, т. Ч-2 за 2016-2017 года

Показатель	Размерность	Предел обнаружения	ПДК _{р.х.}	т. Д-1	т. Ч-1	т. Ч-2
				Среднее значение		
рН	Ед. рН	14	не норм.	6,9	6,6	6,5
Растворенный кислород	мг/дм ³	1,0	4	10,7	10,6	9,9
УЭП	мкСм/см	5,0	не норм.	222	329	337
Сульфаты (SO ₄) ²⁻	мг/дм ³	0,5	100	11	13	8,7
Хлориды (Cl ⁻)	мг/дм ³	0,5	300	30	32	22
Фосфаты (P-PO ₄)	мг/дм ³	0,01	0,05**	0,053	0,049	0,044
Аммоний (N-NH ₄)	мг/дм ³	0,04	0,4	0,29	0,91	0,93
Нитриты (N-NO ₂)	мг/дм ³	0,010	0,02	0,02	0,018	0,017
Нитраты (N-NO ₃)	мг/дм ³	0,05	9,1	0,55	0,52	0,52
Цветность	Цв. Град.	5	не норм.	135	132	117
ХПК	мгО/дм ³	10	15	43	49	72
БПК ₅	мгО ₂ /дм ³	0,1	> 2,0	2,4	2,5	3,5
Взвешенные вещества	мг/дм ³	5	12,6	14	6,2	6,8
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	0,005	0,05	0,116	0,045	0,060
Ртуть раств. (Hg)	мг/дм ³	0,00001	0,00001	0,00005	0,00008	0,00031
Кадмий (Cd)	мг/дм ³	0,0002	0,005	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Мышьяк раств. (As)	мг/дм ³	0,005	0,05	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050
Никель раств. (Ni)	мг/дм ³	0,005	0,01	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050
Медь (Cu)	мг/дм ³	0,001	0,001	0,0022	0,0020	0,0017

Свинец (Pb)	мг/дм ³	0,002	0,006	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Хром общ. раств. (Cr)	мг/дм ³	0,0025	0,02	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
Цинк (Zn)	мг/дм ³	0,005	0,01	0,0022	< 0,005	< 0,005
Железо общее	мг/дм ³	0,02	0,1	1,57	2,20	1,85
Фенолы общие	мг/дм ³	0,0005	0,001	0,0022	0,0035	0,0040

** для олиготрофных водных объектов