



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Геоэкологии и природопользования полярных областей

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистерская диссертация

На тему Оценка экологического состояния Лахтинского разлива

Исполнитель Журкина Ксения Александровна

(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)

« 19 июни 2016 г.

Санкт-Петербург

2016



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Геоэкологии и природопользования полярных областей

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистерская диссертация

На тему Оценка экологического состояния Лахтинского разлива

Исполнитель _____ Журкина Ксения Александровна _____

(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)

«__» _____ 20__ г.

Санкт–Петербург

2016

Содержание

Введение	4
Глава 1. Сведения о Лахте и Лахтинском разливе	7
1.1 История развития Лахты	7
1.2 Юнтоловский заказник - заповедная зона.....	12
1.3 Озеро Лахтинский разлив	14
Глава 2. Объекты и методы исследования	17
2.1 Характеристика точек отбора и пробоотбор	17
2.2 Методы исследования и нормирование показателей качества воды	25
Глава 3. Результаты химико-аналитических исследований проб воды.....	28
3.1 Основные гидрохимические показатели качества воды.....	28
3.2 Содержание биогенных элементов	42
3.3 Концентрация тяжелых металлов.....	49
3.4 Концентрация нефтепродуктов и фенолов.....	57
Глава 4. Расчет индексов и оценка степени загрязненности Лахтинского разлива	61
4.1 Расчет индексов загрязнения воды Лахтинского разлива	61
4.2 Оценка степени загрязненности вод Лахтинского разлива и Финского залива.....	64
Глава 5. Оценка качества донных отложений озера Лахтинский разлив ..	73
5.1 Нормирование загрязняющих веществ в донных отложениях	73
5.2. Результаты химико-аналитических исследований	75
Глава 6. Оценка качества почв прибрежной зоны Лахтинского разлива и Финского залива.....	79
6.1 Нормирование загрязняющих веществ в почве	79
6.2 Методы химико-аналитических исследований.....	80
6.3 Результаты химико-аналитических исследований почв	81
6.3.1 Концентрации кислоторастворимых и подвижных форм металлов в почвах прибрежной зоны Лахтинского разлива	84
6.4 Расчет суммарного показателя загрязнения почвы	87
Заключение.....	90
Список используемой литературы	93

Приложение А	98
Приложение Б	102
Приложение В	105
Приложение Г	110

Введение

Государственный природный заказник «Юнтоловский» является уникальным местом. Расположенный в черте города он представляет собой естественный прибрежный пояс приморских ландшафтов восточной части Финского залива. Юнтоловский заказник одно из немногих мест, где представлены ландшафты, существовавшие здесь еще до основания Санкт-Петербурга. Заказник занимает акваторию Лахтинского разлива и большую часть болот, где можно увидеть почти все биотопы Ленинградской области. С древних времен разлив является пристанищем для перелетных птиц.

Болотистые системы Юнтоловского заказника играют роль стабилизирующего компонента ландшафта, оказывая влияние на формирование водного баланса Лахтинского разлива и поддержание биологического разнообразия.

Во всем мире сохранение болотных территорий рассматривается, как одно из важнейших условий поддержания естественного равновесия природных комплексов и сохранении биоразнообразия биосферы. Водно-болотные угодья, которые являются местообитаниями большого числа разнообразных водоплавающих птиц во все сезоны года, нуждаются в особой охране.

В виду того, что территория заказника находится в черте города, она подвержена техногенной нагрузке. Наличие свободных площадей, красивые виды, открывающиеся на Юнтоловский лесной массив и Лахтинский разлив, чистый воздух, хорошие места для отдыха, все эти факторы, влияют на выбор места под застройки и делают ближайшую территорию выгодным местом для различных строительных проектов.

Плотная застройка на границе с заказником оказывает влияние на экологическое состояние водно-болотистых систем так, как в районах строительства обычно наблюдается высокий уровень загрязнения различными загрязняющими веществами. Попадая в атмосферу, почву, воду они могут,

накапливаться в донных отложениях, мигрировать по пищевым цепям, оказывать негативное воздействие на флору и фауну заказника и образовывать новые более опасные химические соединения. Кроме этого, строительство зданий и сооружений ведёт к изменению гидрологического режима и нарушает способность водно-болотистых систем к самоочищению.

Поскольку на территории Юнтоловского заказника представлены редкие виды флоры и фауны, занесенные в красную книгу то, безусловно, необходим контроль экологического состояния.

Исследование Лахтинского разлива и его прибрежных территорий является одним из этапов в комплексной оценке экологического состояния Юнтоловского заказника.

Из выше изложенного, на мой взгляд, исследование качества состояния Лахтинского разлива является своевременной и актуальной.

Объектом исследования являются пробы воды, донных отложений из Лахтинского разлива и почвы прибрежной территории.

Целью исследования является оценка степени загрязненности водного объекта и прилегающей территории Лахтинского разлива, как объекта расположенного на границе Юнтоловского заказника и зоны активного строительства в городе Санкт-Петербург.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Изучена история Лахты как пригородной части Санкт-Петербурга;
2. Проведен отбор проб на акватории озера Лахтинский разлив и Финского залива;
3. Проведен отбор проб почвы в прибрежной зоне Лахтинского залива;
4. Выполнены химико-аналитические исследования и получены результаты проб воды, донных отложений и почвы;
5. На основании собственных результатов рассчитаны индексы (КИЗВ, УКИЗВ) в соответствии с РД 52.24.643-2002;
6. Оценена степень загрязненности воды Лахтинского разлива;

7. Проведена оценка загрязненности донных отложений в соответствии с Региональными нормативами;
8. Рассчитан показатель загрязненности почв прибрежных территорий.

Элементом новизны данного исследования является то, что впервые дана оценка экологического состояния Лахтинского разлива за период с 2011 по 2016 год. Были рассчитаны индексы и критерии загрязненности, а также дана оценка качества воды и донных отложений Лахтинского разлива и почв их прибрежных территорий.

Личный вклад автора: автор принимал участие во всех этапах проведения исследования, самостоятельно отбирал почвенные пробы и пробы воды, проводил пробоподготовку, химико-аналитические исследования проб воды и почвы, обрабатывал полученные результаты, проводил анализ литературных данных.

В работе использованы следующие материалы: научные публикации, интернет-ресурсы, аналитические обзоры, материалы отчетов Дирекции особо охраняемых природных территорий СПб, результаты собственных химико-аналитических исследований, проведенные совместно с Эколого-аналитической лабораторией РГГМУ.

Глава 1. Сведения о Лахте и Лахтинском разливе

1.1 История развития Лахты

Первые жители в Лахте появились предположительно еще три тысячи лет назад. Поселенцы обосновались около мелководного залива, в который впадали речки, сейчас известные под названиями Юнтоловка и Глухая (Глухарка, Каменка). Первое упоминание о небольшой деревне, положившей начало современной Лахте, относится к 1500 году. В поселение насчитывалось десять дворов, и принадлежало оно «из старины» ореховским наместникам[17].

В 1617 году Лахта, как и вся Ижорская земля, вошла в состав Швеции и вновь вернулась в состав России лишь в начале XVIII века. За время пребывания в составе Швеции население Лахты подверглось финнизации [17].

В начале восемнадцатого века недалеко от Лахты находилась усадьба Петра I Ближние Дубки. Деятельность Петра I по созданию ближних пригородов, начавшаяся в Лахте, там же и закончилась. Именно здесь в 1724 году царь, возвращавшийся в Петербург, оказался свидетелем того, как плывший из Кронштадта корабль с солдатами сел на мель. В память о подвиге Петра I на стволе сосны, стоявшей на берегу, был укреплен киот, уставленный иконами разных размеров, перед которыми долгие годы светила лампада [17].

Годы затишья в Лахте пришлось на время после смерти Петра. Вспомнили о Лахте только в годы царствования Екатерины II — при создании Медного Всадника. Найденный и послуживший пьедесталом памятнику Петру I валун, называли Гром-камень. В последующие годы в Лахте снова наступает затишье, получения прав на эти земли фаворитом императрицы Екатерины II графу Орлову, но он предпочитал Петербург и почти не посещал свои земли. После Орлова земли перешли Брюс Якову, сподвижнику Петра [17].

Первые дачники в Лахте по сообщению Алексеевой Е.А. «появились в 1830-х годах - к середине девятнадцатого века появился класс людей среднего достатка, которые с удовольствием съезжали на лето на дачи, обходившиеся дешевле городских квартир. И постепенно сдача помещений стала выгодным промыслом для лахтинских жителей. Главными съемщиками во второй

половине прошлого столетия были немцы и англичане, предпочитавшие патриархальную тишину модным и шумным дачным местам» [1].

К середине девятнадцатого века для удобства отдыхающих дороги к Лахте укрепили и расширили. По сторонам Конно-Лахтинской улицы были выкопаны канавы для стоков воды, через Лахтинский залив был наведен плавучий мост длиной 640 метров, который был так устроен, что держась между двумя рядами вбитых поперек разлива свай, постепенно поднимался в зависимости от уровня воды.[1]

В 1860-х годах в Лахте появляется частная пароводная пристань. После того, как в 1894 году была построена Приморская железная дорога, Лахта становится доступнее для горожан. Незадолго до конца столетия к землям Лахты было привлечено внимание общественности так, как местные жители и дачники задумали построить здесь приходской храм, вспомнив о том, что на этих землях Петр I был поражен смертельной болезнью. На сооружения храма организовали сбор пожертвований. В 1893 году в праздник апостолов Петра и Павла, высшее духовное лицо Палладий заложил в присутствии горожан первый кирпич в основание церкви Святого апостола Петра. В тот же день церковь была освещена под гром салюта с судов местного яхт-клуба. На церкви предполагалось повесить колокол для предупреждения о надвигающейся буре. Осуществилось ли это намерение, неизвестно, но колокол ко времени освящения был готов [1].

На конец девятнадцатого века пришелся настоящий рассвет Лахты. В 1890-е годы владельцем земель стал граф Владимир Стенбок-Фермор, который на берегу залива выстроил себе каменный двухэтажный особняк, получивший название Охотничий замок. В 1905 году Стенбок-Фермор распродал свои земли под участки для дач так возникли поселки Ольгино (назван в честь жены), Владимировка (в честь отца хозяина; ныне входит в поселок Лисий Нос) и Александровка (в честь владельца). Так же в это время открывается первый в России клуб по лаун-теннису называвшийся «Клеверный листок», и который

считался одним из самых энергичных пропагандистов нового для России вида спорта [17].

В конце двадцатого века застройка Лахты регулировалась специальными распоряжениями, которые препятствовали самовольному и хаотичному строительству, а так же предусматривали противопожарные меры. Прежде чем приступить к постройке дома, жители обязались получить на то разрешения Санкт-Петербургской уездной земской управы и представить план будущего дома. Без утвержденного плана любая постройка приостанавливалась распоряжением местной полиции, нарушителей привлекали к ответственности.

С начала I мировой войны мать Александра в кратчайшие сроки — к 1915 году - переоборудовала свою лахтинскую резиденцию под лазарет. После первой мировой войны и революций бывшие владельцы Лахты в Россию не возвращались. В 1917 году Охотничий замок решили использовать для народного просвещения. Под руководством профессора Виттенбурга в 1919 году основали и оборудовали Лахтинскую экскурсионную станцию (ЛЭС). Позже при этой станции основали «Музей природы северного побережья Невской губы». «Задачей станции было — прививать школьникам любовь к родной природе». Из-за того что в учреждении отсутствовала пролетарская идеология, музей считался «классово чуждым» и его пришлось закрыть. В 1930 году арестовали и самого Виттенбурга, а в 1932 году экскурсионная станция и музей окончательно прекратили свое существование. Все коллекции собранные за время существования музея были разобраны и вывезены [1].

В 1930-е годы на Лахтинском болоте начались разработки торфа. Тогда же приступили к работам по осушению Лахтинского торфяника для использования этих мест под луга, огороды и пашни. Одновременно начали уничтожаться памятники истории и культуры. Но окончательно и до неузнаваемости облик этих мест изменила война [1].

В ноябре 1941 - весной 1942 годов все жители Лахты и Ольгино с нерусскими фамилиями (преимущественно, финны и немцы) были выселены. После войны Лахту передали в курортную зону Ленинграда. Вдоль железной

дороги снесли многие дома и проложили еще одно шоссе. В те же годы началось и изменение береговой линии [1].

С 1960-х годов в Лахте стали намыывать грунт прибрежных территорий — в советские годы рассматривались разнообразные проекты превращения этой местности то в «жилищный массив с общественными зданиями», то в «крупный общественно-деловой центр общегородского назначения с выставочными и спортивными комплексами», то в «советско-канадский Центр развлечений, культуры и знаний» с гостиницами на четыре тысячи человек, океанариум и крытым развлекательно-оздоровительным центром. В июне 2000 г. на юго-восточном берегу Лахтинского разлива была построена обзорная орнитологическая вышка высотой 10 м [1].

Пострадала местность и из-за развития инженерной инфраструктуры. В конце 70-х были варварски срублены сотни гектаров соснового леса под очистные сооружения станции аэрации, рядом появилась Северо-Западная ТЭЦ. Район Лахты, являющийся местом обитания редких птиц (каждую весну здесь останавливаются перелетные стаи) стал планомерно деградировать, а природная среда — уничтожаться [13].

В 2004 году началась застройка коттеджного поселка Северный Версаль общей площадью 25 тыс. м² [1].

10 марта 2011 года «Газпром» приобрел участок площадью 140 тыс. м² на Лахтинском проспекте, д. 2 под строительство небоскрёба Лахта-центр (Рисунок 1) высотой 462,7 м. В октябре 2012 года — начался нулевой цикл строительных работ. Комплекс будет включать в себя офисные пространства, многофункциональный зрительный зал, гостиничный комплекс, открытый амфитеатр для просмотра водных шоу, магазины, кафе, панорамный ресторан, планетарий в форме шара и т.п. В сентябрь 2013 — стало известно, что общая площадь территории увеличилась до 400 тыс. м² — за счет паркинга, вместимость которого увеличат ещё на 700 машин. Чтобы обеспечить доступность комплекса будет проводиться расширение Приморского шоссе в районе Лахты с двух полос до шести, строительство и расширение

существующих развязок, развитие новых видов транспорта(наземного рельсового экспресса и водного сообщения) и прокладка новых 32-й и 49-й автомагистралей положит начало решению проблемы транспортного затора у Лахтинского разлива. Так же будет построен пешеходный мост, мост через протоку между Финским заливом и Лахтинским разливом соединяющий «Лахта-центр» с Парком 300-летия Петербурга. Приблизительный год окончания строительства 2017 год, а 16 марта 2012 года стало известно, что недалеко от «Лахта-центра» планируется расположить новую станцию метро «Лахта» [14].

Еще один из крупных проектов Кольцевая автомагистраль, Западный скоростной диаметр которой пройдет по «буферной зоне» Юнтоловского заказника. Строительство западного скоростного диаметра (ЗСД) пересекает верховой торфяник в буферной зоне Юнтоловского заказника, нарушая сток болотных и грунтовых вод. В результате возникнут нарушения стока: выше дороги будет происходить подтопление территории, а территория заказника может быть частично подвержена обсыханию. При этом возможно загрязнение первого водоносного горизонта с дальнейшим транспортом загрязняющих компонентов в Лахтинский разлив. Изменение водного питания Лахтинской низины приведет к деградации болотных комплексов и к снижению аккумулярующей роли низины в отношении загрязняющих веществ, что повлечёт ухудшение экологического состояния прибрежной зоны Финского залива. Вдоль южной части берега проходит железная дорога и шоссе, а также расположены склады коммунальных предприятий [13].

Таким образом, Лахта представляет собой территорию с уникальным природным комплексом, которая в настоящее время испытывает серьезную техногенную нагрузку.



Рис.1. Проект комплекса Лахта-центр

1.2 Юнтоловский заказник - заповедная зона

Идея создания в районе Лахты заповедной зоны имеет без малого трёхсотлетнюю историю. 24 февраля 1720 года Петр I издал указ, в котором предписывалось: «...от мызы Лахты вверх по речке Каменке ...лесу стоячего никому и ни на какие потребности не рубить...». Этим указом все леса (около 700 км²) по северному побережью Невской Губы были объявлены заповедными [20].

В советской время в 1919 году по инициативе музея Петроградского края был подготовлен проект учреждения заповедника местной природы площадью около 33 км². Проект обсуждался на биологической секции Коллегии по делам научных музеев Наркомпроса с участием крупнейших естествоиспытателей Петрограда. Проект пошёл по инстанциям, но так и не получил поддержки властей.

Была организована Лахтинская экологическая станция (ЛЭС), совмещавшая функции детского образовательного учреждения, центра научных исследований северного побережья Невской губы и музея. Известный полярный исследователь Виттенбург основал при ЛЭС «Музей природы

северного побережья Невской губы», при котором были организованы зоологический и ботанический отделы.

В 1920 году на ЛЭС создаются энтомологическая и зоологическая лаборатории, открывается библиотека, ведётся подготовка к открытию исторического отдела, создаётся метеостанция. Для изучения была отведена территория общей площадью более 2700 га.

Озабоченные угрозой уничтожения природных комплексов в ходе исполнения проекта планировки северо-западных районов Ленинграда ученые, в конце 1970-х, снова готовят предложение по созданию природного заказника. И снова власть не прислушалась к предложениям учёных [13].

Проблема защиты от варварского уничтожения уникальной природы и ландшафтов Лахты получила широкий отклик на страницах Ленинградской прессы. В 1989 году 31 августа в газете «Смена» публикуется обращение к ленинградцам «Спасём Лахтинский разлив!». Это обращение подписали известные в городе люди. Протесты ленинградцев против уничтожения природы переросли в организацию неформального общественного движения. На этой волне, общественного интереса к проблеме сохранения природы, голоса ленинградских учёных геоботаника из Ботанического института. СССР Боч М. С. и зоолога из ЛГУ. Носкова Г. А. были, наконец услышаны. Эти ученые боролись за создание охраняемой природной территории в районе Лахтинского разлива (рисунок 3) уже несколько десятилетий.

В конце 1980-х гг. под руководством Носкова были проведены предпроектные изыскания, которые стали основанием для решения Президиума Ленинградского городского Совета народных депутатов от 20 июля 1990г. №71 г «О создании государственного комплексного заказника «Юнтоловский» [17]. Современные границы Юнтоловского заказника представлены на рисунке 2.

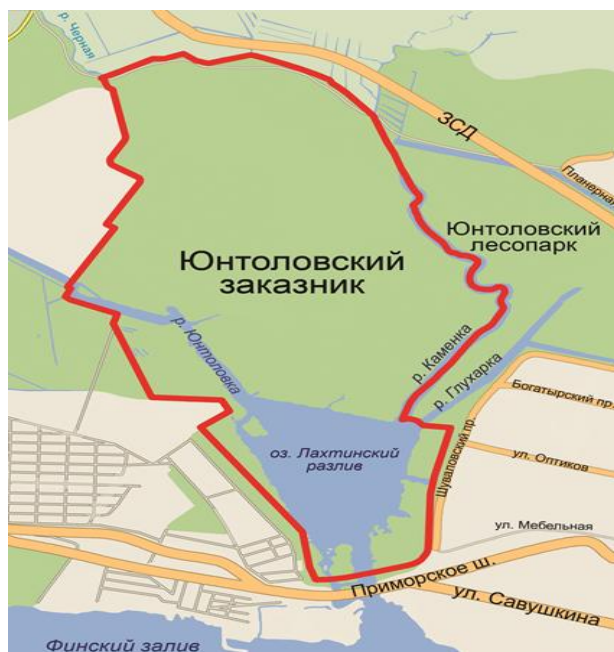


Рис.2. Граница Юнтоловского заказника



Рис.3. Лахтинский разлив на границе особо охраняемой территории
«Юнтоловский заказник»

1.3 Озеро Лахтинский разлив

Лахтинский Разлив как водный объект по разным источникам информации называют озеро Лахтинский разлив или залив Лахтинский разлив.

Озеро Лахтинский разлив лагунно - лиманного типа расположено в Приморском районе Санкт-Петербурга, на северном берегу Невской губы Финского залива, в ходит в состав «Юнтоловского» заказника [20].

Он представляет собой водоём неправильной трапецевидной формы, глубоко вдающийся в материковую территорию. Котловина вытянута с северо-запада на юго-восток. Площадь водного зеркала — 1,8 км². Длина — 2,5 км, максимальная ширина — 1,5 км. Средняя глубина 4,3 м, наибольшая глубина — 8,3 м. Северная часть Лахтинского разлива мелководная (глубины до 4 м), увеличение глубины происходит постепенно от северной части к середине озера. Дно озера весьма мозаично, нарушенное углублениями и поднятиями (колебания от 0,5 м до 5 м) [3].

В течение всего года Лахтинский разлив имеет гидравлическую связь с Финским заливом в виде протоки, длиной около 500 м. Отделен от Невской губы песчаной пересыпью, по укрепленной части которой проходят Сестрорецкая ж.-д. линия и Приморское шоссе. Гидрологический режим Лахтинского разлива формируется под влиянием взаимодействия воздушных масс с Финского залива, стока с водосборного бассейна водоема и его морфометрических особенностей. Естественное течение в Лахтинском разливе отсутствует и обуславливается результатом действия ветров, а так же сгонно-нагонными процессами. Скорость течений в период сгона выше нагонных при тех же объёмах стока в протоке между Лахтинским разливом и Невской губой. Объём притока воды по рекам составляет около 36,8 млн. м/год; приток воды из Невской губы в период двусторонней связи Лахтинского разлива с Невской губой - 32,0 млн. м/год. Таким образом, можно сказать, что уровень воды в разливе и Невской губе изменяется почти синхронно. Специфический гидрологический режим Лахтинского разлива обуславливает важнейшие особенности прибрежных природных комплексов [13].

В Лахтинский разлив впадают реки Каменка, Юнтоловка, Глухарка, а также ряд временно действующих водотоков и дренажных канав, стекающих с

болотных массивов. Реки Юнтоловка и Глухарка представляют собой заливы Лахтинского разлива. Водосборная площадь разлива составляет 141,2 км [3].

Берега Лахтинского разлива низменные, болотистые, частично занятые зарослями тростника и камыша. Озеро имеет статус эфтрофного (низинное). Во время нагонов вод из Невской губы уровень воды в Лахтинском разливе поднимается почти на 3 метра над меженным. По свидетельствам исследователей начала XX века «Лахтинский разлив представлял собой мелководный водоём с монотонными глубинами, не превосходящими (2 - 2,5) м». В настоящее время, результате работы земснарядов, рельеф дна водоёма значительно изменился. По плану застройки северный берег Невской губы интенсивно намывался, вследствие чего первоначальная площадь Лахтинского разлива (около 13 км²) значительно уменьшилась [2].

На западном берегу озера расположен посёлок Лахта, лесопитомник, усадебная застройка, садоводства. На северо-западном — комплекс очистных сооружений, комплекс «Северный Версаль» (Рисунок 4) на северном - лесной массив Юнтоловская лесная дача, к восточному берегу подступают кварталы нового жилищного строительства. На южном берегу ведется строительство бизнес центра Лахта-центр.



Рис.4. Лахтинский разлив, вид на комплекс «Северный Версаль»

Глава 2. Объекты и методы исследования

2.1 Характеристика точек отбора и пробоотбор

Экологическая оценка состояния Лахтинского разлива проводилась на двух станциях мониторинга в составе работ по Государственным контрактам «Мониторинг состояния и загрязнения водных объектов особо охраняемых природных территорий г. Санкт-Петербурга» в 2011 и 2012 годах по заказу Дирекции «Особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга» (ДООПТ). В 2015-2016 годах мною проводились наблюдения за состоянием качества воды Лахтинского разлива и участок Финского залива в месте соединения с Лахтинским озером, а также почвы их прибрежных зон.

Отбор и анализ проб воды Лахтинского разлива в 2012 г. проводился лабораторией химического анализа природных сред Научно-исследовательского центра ГПА в соответствии с нормативными документами, принятыми при выполнении экологического мониторинга за водными объектами и его водоохраной зоной. В 2015-2016 гг. отобрано 16 проб воды и 4 объединенных пробы почв. Реестр проб представлен в таблице № 1. Расположение точек отбора проб Лахтинского разлива и Финского залива в 2015-2016 гг. указано на рисунке 5.



Рис. 5. Расположение точек отбора проб в 2015-2016 гг.

Таблица 1- Реестр точек отбора проб воды, донных отложений Лахтинского разлива и почв прибрежной территории

Обозначение пробы	Место отбора	Координаты точек отбора		Дата отбора	Время отбора	Горизонт отбора	Температура, °С	Прозрачность, м	Донные отложения	
		Вода	Почва, (0-5) см						Глубина отбора, м	Характеристика
ЮЗ-1	Лахтинский разлив, участок с максимальной глубиной (270 м от западного берега, напротив комплекса «Северный Версаль»)	60°00,023`с.ш. 30°10,494`в..	—	07.05.11	12-45	Поверх. 02-05 м	7,0		9,0	зеленовато-серый
				04.07.11	12-30		21,0		9,0	-
				09.08.11	13-05		19,5		9,0	-
				19.10.11	13-40		6,0		9,0	-
				05.05.12	12-30		7,5	0,2	5,1	-
				13.07.12	13-05		22,5	0,6	5,0	-
				24.09.12	14-35		14,0	0,6	6,0	Ил темно-серый
				26.11.12	13-25		4,0	0,45	5,9	Ил темно-серый
т. Л1	Восточная часть Лахтинского озера на границе Юнтоловского, заказника, 3 м от берега	60° 0' 5.58" с. ш. 30° 11' 20.14" в. д.	60° 0' 5.51" с. ш. 30° 11' 20.45" в. д.	17.05.2015	12-45	поверх. 0,2-0,25 м.	12,0	-	5,0	-
				27.07.2015	17-10		23,0	-	5,0	-
				14.09.2015	14-50		15,0	-	5,0	-
				23.11.2015	15-30		5,0	-	5,0	-
				17.04.16	14-50		13,0	-	-	-
т. Л2	Западная часть Лахтинского озера на границе Юнтоловского, заказника, 3 м от берега	59° 59' 45,15" с. ш. 30° 10' 20,77" в. д.	59° 59' 44,38" с. ш. 30° 10' 21,05" в. д.	07.05.11	14-05	поверх. 0,2-0,25 м.	7,0	-	-	Зеленовато-серый
				04.07.11	15-15		21,0	-	-	-
				09.08.11	13-25		19,0	-	-	-
				19.10.11	14-42		5,5	-	-	-
				17.05.15	14-05		12,0	-	-	-
				27.07.2015	18-30		22,0	-	-	-
				14.09.2015	15-30		14,0	-	-	-

Обозначение пробы	Место отбора	Координаты точек отбора		Дата отбора	Время отбора	Горизонт отбора	Температура, °С	Прозрачность, м	Донные отложения		
		Вода	Почва, (0-5) см						Глубина отбора, м	Характеристика	
т. ЛЗ	Южная часть Лахтиского озера, в протоке, соединяющей озеро и Финский залив. 50 м от моста, 3 м от берега	59° 59' 25,48" с. ш. 30° 10' 42,27" в. д.	59° 59' 25,92" с. ш. 30° 10' 41,50" в. д.	23.11.2015	16-40	поверх . 0,2-0,25 м.	4,0	-	-	-	
				17.04.16	15-50		10,0	-	-	-	
				07.05.11	12-40		7,0	-	1,0	Серо-желтый	
				04.07.11	15-35	поверх . 0,2-0,25 м.	21,0	-	1,0	-	
				09.08.11	12-40		19,0	-	1,0	-	
				19.10.11	12-25		4,5	-	1,0	-	
				10.05.12	12-20		11,0	0,35	1,7	-	
				16.07.12	13-40			19,0	0,75	2,35	-
				24.09.12	12-05			14,0	0,9	2,5	Песок светло-коричневый
				26.11.12	13-50			4,0	0,45	2,1	Песок светло-коричневый
				17.05.15	14-28			11,0	-	-	-
				27.07.2015	18-12			22,0	-	-	-
				14.09.2015	16-40				-	-	-
				23.11.2015	17-08	4,0		-	-	-	
				17.04.16	16-15	11,0		-	-	-	
т. Л4	Финский залив в месте соединения с Лахтинским озером, на территории парка 300-летия СПб, 5 м от берега	59° 59' 19,91" с. ш. 30° 11' 6,31" в. д.	59° 59' 19,99" с. ш. 30° 10' 17,40" в. д.	17.05.15	15-00	поверх . 0,2-0,25 м.	12,0	-	-	-	
				27.07.2015	19-30		23,0	-	-	-	
				14.09.2015	17-25		14,0	-	-	-	
				23.11.2015	17-50		4,0	-	-	-	
				17.04.16	17-00		8,0	-	-	-	

Отбор проб проводился в соответствии с ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» с учетом Рекомендаций РД 52.24.353-2012 «Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод», РД 52.24.309-2011 «Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши», утвержденных Росгидрометом.

Точка ЮЗ-1 расположена на озере Лахтинский разлив. Точка отбора проб соответствует участку с максимальной глубиной, расположенному в 270 м от западного берега, напротив комплекса «Северный Версаль».

Точка отбора Л1 (рисунок 6) расположена в восточной части Лахтинского разлива на границе Юнтоловского заказника. На берегу озера растут кустарниковые ивы и заросли, в заболоченных местах - тростник. Травяной покров средней плотности с вытоптанymi и выжженными кострищами участками. Территория сильно замусорена и является излюбленным местом отдыха для населения. Наблюдается наличие свалок. Для ограничения территории от транспортных средств имеется ограждения в виде забора простирающегося по всей восточной части водоема. Берег пологий с залеганием на дне глины с песком. Почвенные площадки были заложены на этих территориях (рисунок 7).



Рис. 6. Лахтинский разлив, подход к точке Л1



Рис. 7. Прибрежная зона восточной части Лахтинского разлива.

Точка отбора Л2 (рисунок 8) расположена в западной части Лахтинского разлива со стороны застройки комплекса «Северный версаль». Редкий травяной покров отделяет водную гладь от песчаного пляжа. По сторонам пляжа растут кустарниковые ивы и тростник. Берег является излюбленным местом отдыха для людей. Замусоренность территории наблюдается вдоль береговой линии в сторону южной части озера. На восточной стороне Лахтинского разлива отсутствуют ограничения доступа транспортных средств. Присутствуют выжженные костром участки и следы от протектора машин, что говорит о нарушении правил ООПТ. Дно песчаное. Почвенные площадки были заложены на этих территориях (рисунок 9).



Рис.8. Лахтинский разлив, подход к точке Л2



Рис. 9. Прибрежная зона западной части Лахтинского разлива

Точка ЛЗ (рисунок 10) расположена в южной часть Лахтиского разлива, в протоке, соединяющей озеро и Финский залив. На расстоянии 50 метров от моста. Песчаный берег со скудным травяным покровом. На берегу растет береза и ольха, подлесок и кустарниковые ивы. Правый берег зарос тростником. По всему берегу разбросан мелкий мусор в виде пластиковой тары и стеклянных бутылок. Так же можно увидеть неглубокие траншеи. Берег является излюбленным местом для рыбаков. Почвенные площадки были заложены на этих территориях (рисунок 11).

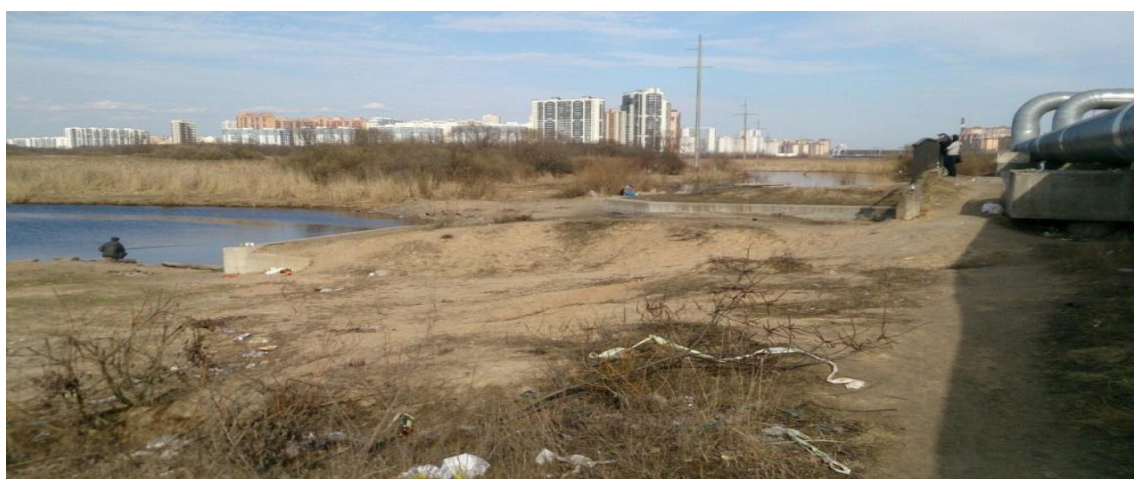


Рис.10. Протока соединяющая озеро и Финский залив, подход к точке ЛЗ



Рис.11. Прибрежная зона южной части Лахтинского разлива

Точка Л4 (рисунок 12) Финский залив в месте соединения с Лахтинским озером, расположена на территории парка 300-летия СПб. Напротив места отбора идет активное строительство. Берег крутой с глыбами разных размеров, галькой. На берегу присутствует строительный мусор в виде бетонных плит, труб и отходы жизнедеятельности человека. Травяной покров почти отсутствует, редко растут кустарниковые ивы. Дно каменистое. Почвенные площадки были заложены на этих территориях (рисунок 13).



Рис. 12. Финский залив в месте соединения с Лахтинским разливом, на территории парка 300-летия, подход к точке Л4



Рис.13. Прибрежная зона Финского залива в месте соединения с Лахтинским озером, на территории парка 300-летия

Отбор проб воды для химико-аналитических исследований в 2015-2016 гг. проводился с поверхностного горизонта, со слоя воды 0,2-0,25 м. Отбор проб проводился с целью оценки качества воды по отношению к нормативам содержания (ПДК) показателей в воде, установленных в НД. В 2011-2012 годах в период с мая по октябрь проведено 8 отборов проб воды озера Лахтинский разлив с поверхностного и придонного горизонтов согласно календарному плану. Всего отобрано 16 проб. Отчет о выполненных работах представлялся в Комитет по природопользованию, охране окружающей среды обеспечению экологической безопасности Администрации Санкт-Петербурга (1-4 этапы) [23].

В 2015-2016 годах в период с мая по ноябрь проведено 4 отбора проб воды озера Лахтинский разлив и Финского залива с поверхностного горизонта согласно календарному плану. Всего отобрано 20 проб.

На месте отбора проб измеряли температуру и фиксировали растворенный кислород. Емкости для отбора проб были подготовлены в соответствии с методиками измерения. В приложении А приведен список использованных методик.

Все записи полевых исследований вносились в журнал. В журнал записывали дату и время отбора, метеорологические условия, глубину взятия

пробы. На основании данных журнала сформирован «Реестр точек отбора проб воды, донных отложений Лахтинского разлива и почв прибрежной территории» (таблица 1).

Донные отложения из Лахтинского разлива отбирались одновременно с пробами воды в 2011-2012 гг. Отбор проб донных отложений проводился при помощи штангового дночерпателя ГР-91, в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01-80 «Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность» [23]. Всего было отобрано 20 проб.

Доставленные в лабораторию образцы высушивались в комнатных условиях при температуре (20-22)° С. Гранулометрический анализ проводился из влажных проб, после удаления посторонних включений и органических остатков в соответствии с ГОСТ 12536-79. В 2015-2016 гг. отбор донных отложений Лахтинского разлива не проводился.

Отбор и подготовка к анализу почвенных проб проводились в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа»

В 2011-2012 гг. отбор проб с прибрежной территории Лахтинского разлива и Финского залива не проводился. В ноябре 2015 года пробы почвы отбирались со слоя (0-5) см на площадках 10х20 м. С каждой почвенной площадки отбирали пять точечных проб с последующим приготовлением одной объединенной пробы. Доставленные в лабораторию образцы высушивались в комнатных условиях при температуре (20-22)° С. Всего отобрано 20 почвенных проб.

2.2 Методы исследования и нормирование показателей качества воды

После отбора пробы доставлялись в Эколого-Аналитическую лабораторию РГГМУ. Анализе проб воды проводились по следующим физико-химическим показателям:

- цветность, рН, взвешенные вещества;
- растворенный кислород, биохимическое потребление кислорода (БПК), химическое потребление кислорода (ХПК);
- биогены (нитриты, нитраты, аммоний, фосфаты)
- минеральный состав (хлориды, сульфаты, гидрокарбонаты, общая жесткость, кальций);
- тяжелые металлы (железо общее, марганец, медь, цинк, никель, ртуть, мышьяк, кадмий);
- нефтепродукты, фенолы общие.

Анализ отобранных проб воды выполнялся по методикам, внесенным в Государственный реестр методик количественного химического анализа и оценки состояния объектов окружающей среды, допущенных для целей государственного контроля и мониторинга (методики 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 изм.1,2,3). В приложении А приведен список использованных методик.

Совокупность показателей, характеризующих химические, физические, органолептические, бактериологические и другие свойства воды, в том числе и ее температуру, называются качеством воды. Качество воды используется для характеристики состава и свойств воды, определяющей ее пригодность для определенных видов водопользования [8].

В таблице 2 приведены «предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ для рыбохозяйственных водоемов» [22]. и для «водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» [4], которые используются в качестве нормативов контроля качества воды.

Таблица 2 - Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ

Показатель	ПДК	Показатель	ПДК
рН	6,5-8,5	Фенолы летучие*	0,001
Взвешенные в-ва*	10	Нефтепродукты*	0,5
Раств. кислород**	>4	Железо*	0,1
БПК ₅ **	<2	Медь*	0,001
ХПК**	15	Цинк*	0,01
Кальций*	180	Ртуть*	
Нитрит-ион*	40	Кадмий***	0,001
Нитрат-ион*	0,08	Мышьяк***	0,01
Аммоний-ион*	0,5	Никель*	0,01
Хлорид-ион*	300	Марганец*	0,01
Сульфат-ион*	100	Хром*	0,02
Фосфаты*		Свинец*	0,006

*-Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействий (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение

** - СанПиН 2.1.5.980-00

***- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30.04.2003 №78 «Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»

Глава 3. Результаты химико-аналитических исследований проб воды

3.1 Основные гидрохимические показатели качества воды

Одной из важнейших характеристик водоема является его температура, характеризующаяся ярко выраженной динамикой по сезонам года характерным для нашего региона. Нарушение динамики обычно характерно для водоемов испытывающих тепловое загрязнение. Измерения температуры воды необходимы также при выполнении некоторых гидрохимических анализов (растворенный кислород, БПК). Тепловое загрязнение водоема происходит обычно в результате использования воды для отвода избыточного тепла и при сбрасывании воды с температурой выше, чем температура воды в водоеме. При тепловом загрязнении происходит повышение температуры воды по сравнению с естественными значениями температур в тех же точках в соответствующие периоды сезона. По Муравьеву А.Г. «тепловое загрязнение опасно тем, что вызывает интенсификацию процессов жизнедеятельности и ускорение естественных жизненных циклов водных организмов, изменение скоростей химических и биохимических реакций, протекающих в водоеме. В условиях теплового загрязнения значительно изменяются кислородный режим и интенсивность процессов самоочищения водоема, изменяется интенсивность фотосинтеза и др. В результате этого нарушается, часто необратимо, природный баланс водоема, складываются особые экологические условия, негативно сказывающиеся на животном и растительном сообществе»[19].

В РД 52.24.495-2005 еще «одним из важнейших показателей качества воды является величина рН характеризующая состояние кислотно-основного равновесия воды. От величины рН зависит развитие и жизнедеятельность водной биоты, формы миграции различных элементов, агрессивное действие воды на вмещающие породы, металлы, бетон. На величину рН поверхностных вод влияет состояние карбонатного равновесия, интенсивность процессов фотосинтеза и распада органических веществ, содержание гумусовых веществ. В большинстве водных объектов рН воды обычно колеблется в пределах от 6,3 до 8,5. В речных и озерных водах зимой отмечаются более низкие по

сравнению с летним периодом значения рН. Величина рН поверхностных вод, подверженных интенсивному загрязнению сточными водами или влиянию подземных вод, может изменяться в более широких пределах из-за наличия в их составе сильных кислот или оснований» [52].

В книге Муравьева А.Г. говорится о том, что «пониженное значение рН характерно для болотных вод за счет повышенного содержания гуминовых и других природных кислот»[19]. рН в пробах воды в лаборатории определяли с помощью рН метра – 410.

В точке Л1 рН воды колеблется в пределах 6,6-7,6. В точке Л2 в течение 2011 года величина рН составляет в среднем 7,6, в 2015 году 6,9-7,6. В 2011-2012 гг. в точке Л3 величина рН колеблется в пределах 7,2-7,8. В 2015 году – от 6,4 до 7,5 единиц рН. В точке Л4 величина рН колеблется от 6,3 до 7,6. Наибольшая величина рН за 2011-2012 гг. и 2015-2016 гг. отмечается в весенне-летний период.

Величина рН воды в Лахтинском разливе имеет неустойчивый характер. В 2015 году прослеживается тенденция снижения рН по сравнению с данными за 2011-2012 года. Понижение рН можно объяснить увеличением поступления атмосферных осадков, которые имеют более низкую величину рН. Не исключен также и антропогенный фактор.

Удельная электрическая проводимость (УЭП) - количественная характеристика способности воды проводить электрический ток. Для воды в качестве единицы измерения используют производные величины - миллиСимменс на 1м (мСм/м) или мкСм/см. Удельная электрическая проводимость поверхностных вод суши в большинстве случаев является приблизительной характеристикой концентрации в воде неорганических электролитов - катионов Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} и анионов Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Присутствие других ионов обычно мало сказывается на величине удельной электропроводности, так как эти ионы редко встречаются в воде в значительных количествах. Водородные и гидроксильные ионы в диапазоне их обычных концентраций в поверхностных водах суши на удельную

электрическую проводимость практически не влияют. Столь же мало и влияние растворенных газов[52].

«Таким образом, удельная электрическая проводимость поверхностных вод суши зависит в основном от их минерализации и обычно колеблется в пределах (50 - 10000) мкСм/см» [19]. Показатель УЭП в пробах воды измеряли с помощью кондуктометра АНИОН-4100.

В Лахтинском разливе (точки Л1, Л2, Л3) в течение 2015 года УЭП изменяется в пределах от 118 мкСм/см до 621 мкСм/см. В Финском заливе пределы колебания УЭП составили от 122 мкСм/см до 396 мкСм/см.

Цветность поверхностных вод суши обусловлена, главным образом, присутствием в них гумусовых веществ и соединений трехвалентного железа. Различают «истинную» цветность, обусловленную только растворенными веществами и «кажущуюся», вызванную присутствием в воде растворенных, коллоидных и взвешенных веществ. Вещества, обуславливающие цветность, поступают в поверхностные воды с подземным стоком, при вымывании из почв и торфяников. Вызывать довольно интенсивную окраску воды также могут сточные воды некоторых предприятий [54].

Так же цветность воды, по мнению Муравьева А.Г. может «определяться свойствами и структурой дна водоема, характером водной растительности, прилегающих к водоему почв, наличием в водосборном бассейне болот и торфяников и др.» [19].

Результаты определения цветности выражаются в градусах цветности. Цветность поверхностных вод колеблется в широких пределах – от нескольких единиц до сотен градусов. Повышенная цветность характерна для водных объектов расположенных в болотистых и лесной местностях, за счет поверхностного стока гумусовых веществ. Высокая цветность воды может снижать концентрацию растворенного кислорода в водном объекте [54].

В течение 2011 года цветность в точке Л2 колебалась в пределах (90-240)° цветности, в точке Л3 в пределах (73-215)° цветности. В 2012 году пределы колебания цветности составляли (34-201)° цветности. В течение 2015 года в

Лахтинском разливе цветность воды колебалась в пределах (65-303)[°] цветности. Наибольшая цветность вод наблюдалась в точках Л1 и Л2. Повышенная цветность в этих точках характеризуется близким расположением болот Юнтоловского заказника и поступлением из них стока вод. Понижение цветности в точке Л3 обусловлено поступлением и смешением с более светлыми водами Финского залива (точка Л4). По сравнению с предыдущими годами в 2015 цветность ниже, что можно объяснить уменьшением стока болотных вод. Повышение цветности в летний период характеризуется наличием повышенным содержанием гумусовых веществ и железа. На рисунках 14-17 отображены изменения цветности в Лахтинском разливе и Финском заливе.

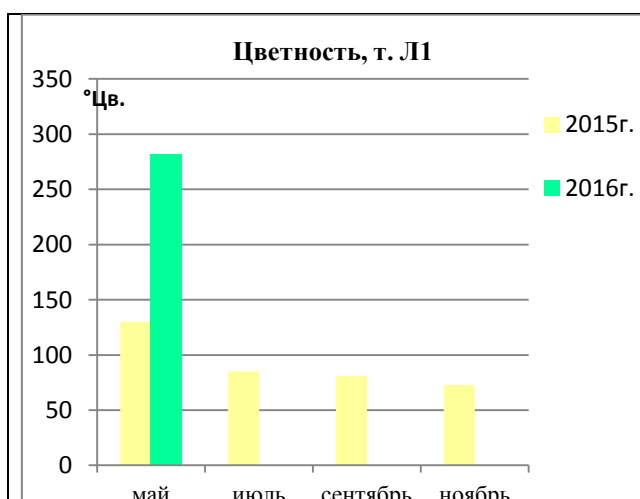


Рис. 14. Показатель цветности в т. Л1

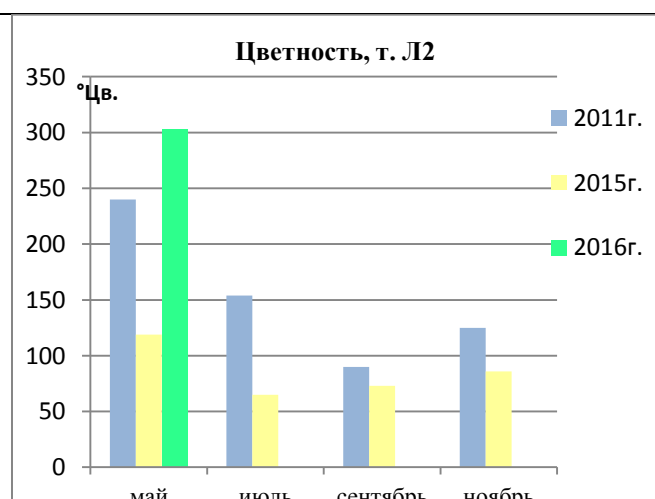


Рис.15. Показатель цветности в т. Л2

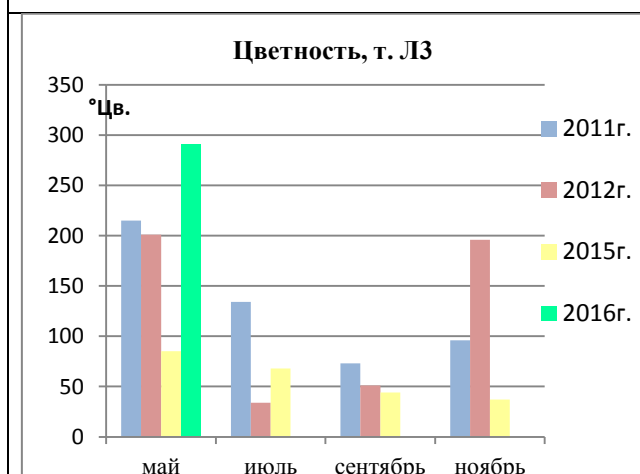


Рис.16. Показатель цветности в т. Л3

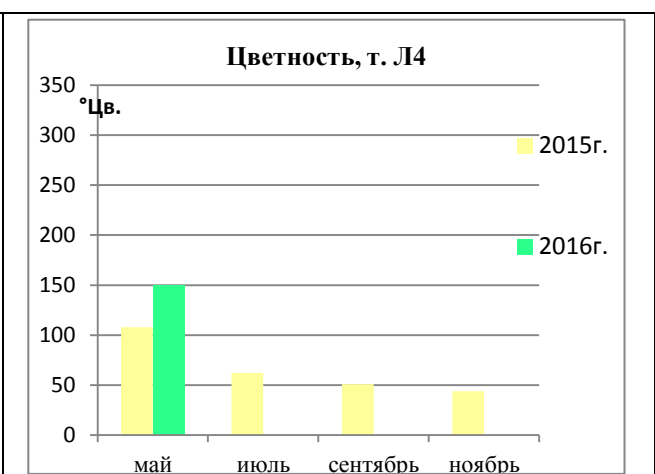


Рис.17. Показатель цветности в т. Л4

Вещества находятся в воде в растворенном и взвешенном состоянии. Растворенные вещества не задерживаются на фильтре при фильтровании пробы и переходят в фильтрат пробы. Взвешенные вещества при использовании любого способа фильтрования остаются на фильтре, как правило, это частицы органического и минерального происхождения. В соответствии с методикой РД использовали фильтр синяя лента с диаметром пор 0,45 мкм [48].

Содержание взвешенных веществ в анализируемых пробах (рисунок 18) превышает допустимое значение ПДК – 10 мг/дм³. Превышение наблюдается во всех точках и приходится на весенне-летний период. Максимальное значение (4,1 ПДК) в точке Л1 приходится на май 2015 г.

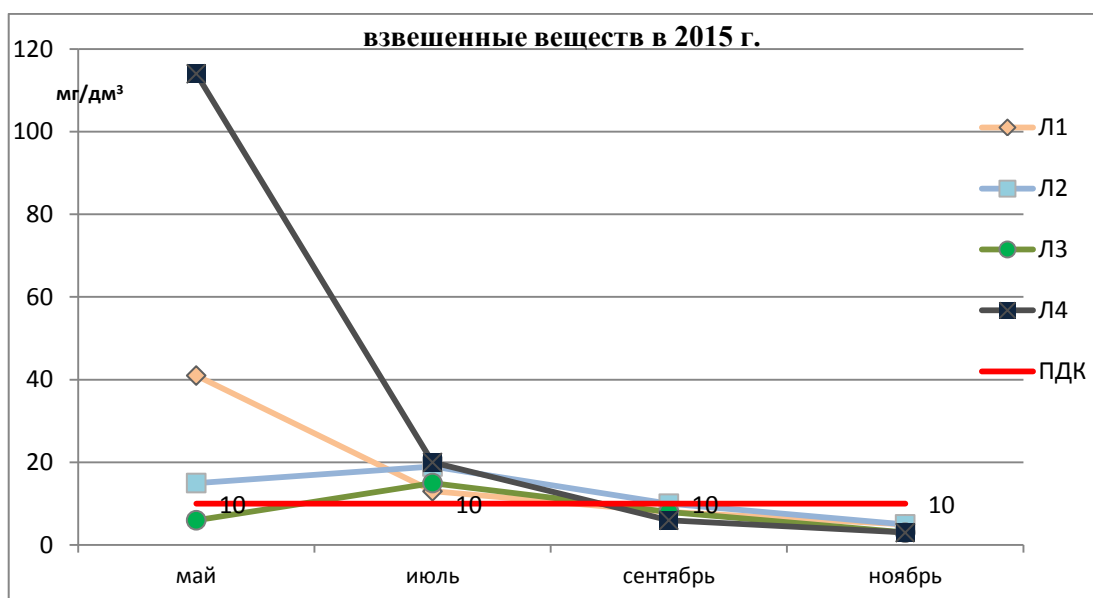


Рис.18. Содержание взвешенных веществ в пробах воды Лихтинского залива и Финского залива

Повышенное содержание взвешенных веществ можно объяснить поступлением песчаных и глинистых частиц со смыва с берегов во время дождей и с талыми водами, а так же в результате весеннего половодья. Нельзя исключать антропогенное воздействие, например оседание пыли со строительных площадок расположенных в прибрежной зоне.

Обогащение воды кислородом происходит в процессе его абсорбции из атмосферного воздуха, в результате фотосинтеза водными растениями, а так же с дождевыми и талыми водами перенасыщенными кислородом. Согласно Муравьеву А.Г. «содержание растворенного кислорода в воде характеризует кислородный режим водоема и имеет важнейшее значение для оценки его экологического и санитарного состояния. Содержание кислорода в достаточном количестве необходимо для гидробионтов и самоочищения водоемов, так как участвует в процессах окисления органических и других примесей и разложения отмерших организмов. Снижение концентрации свидетельствует об изменении биологических процессов в водоеме, о загрязнении водоема биохимически интенсивно окисляющимися веществами. Концентрация кислорода определяет величину окислительно-восстановительного потенциала и в значительной мере направление и скорость процессов химического и биохимического окисления органических и неорганических соединений»[19].

Растворенный в воде кислород находится в виде молекул O_2 . Растворимость кислорода зависит от температуры, давления и минерализации. С уменьшением температуры воды, минерализации и увеличением давления растворимость кислорода возрастает. Равновесная концентрация растворенного кислорода (mg/dm^3) зависит от температуры воды. В поверхностных водах концентрация растворенного кислорода может колебаться (0 – 15) mg/dm^3 и подвержена значительным сезонным и суточным колебаниям. В эвтрофированных и сильно загрязнённых органическими соединениями водных объектах, а также в конце длительного подледного периода имеет место быть значительный дефицит кислорода. Уменьшение концентрации растворённого кислорода до 2 mg/dm^3 вызывает массовую гибель рыб и других гидробионтов. Определение кислорода в водах включено во все программы наблюдения и контроля состояния водных объектов [45]. В лабораторных условиях растворенный кислород определяли методом йодометрического титрования по Винклеру.

Кислородный режим в анализируемых пробах воды благоприятный. Концентрация растворенного кислорода колебалась от 5,6 мг/дм³ до 11,8 мг/дм³. Максимальное значение в точке Л4 приходится на ноябрь 2015 года. Минимальное значение в точке Л3 приходится на июль 2011 года.

Находящиеся в воде микроорганизмы в процессе своей жизнедеятельности используют растворенный в воде кислород для биохимического окисления органических соединений, в том числе загрязняющих веществ. Количество кислорода, израсходованное в определенный промежуток времени в процессе биохимического окисления органических веществ, содержащихся в анализируемой воде, называется биохимическим потреблением кислорода. Этот показатель является некоторой условной мерой загрязнения вод органическими соединениями, в особенности достаточно легко поддающимися биохимической деградации [46].

Определение БПК основано на измерении разности концентрации растворенного кислорода в пробе воды до и после инкубации. Инкубацию пробы проводят без доступа воздуха в кислородной склянке в течение, необходимого для протекания реакции биохимического окисления времени [19]. В среднем полагают, что при 20° С за 5 суток окисляется около 70% соединений, за 10 суток и 20 суток - соответственно 90% и 99%. Однако для практических целей полное окисление является слишком длительным и его как правило не используют. Потребление кислорода, продолжительность инкубации в 5 суток, определенное при заданных условиях называется пятисуточным биохимическим потреблением кислорода (БПК₅) [46]. В лабораторных условиях растворенный кислород определяли методом йодометрического титрования по Винклеру.

На рисунках 19-22 показана динамика биохимического потребления кислорода в Лахтинском разливе и Финском заливе. Колебание содержания БПК в 2011-2012 гг. составило от 2,3 мг/дм³ до 8,1 мг/дм³, в 2015-2016 гг. – от 0,5 мг/дм³ до 4,8 мг/дм³. На гистограммах можно видеть, что в 2012 году содержание БПК стало ниже, чем в 2011, но в 2015-2016 гг. оно возросло.

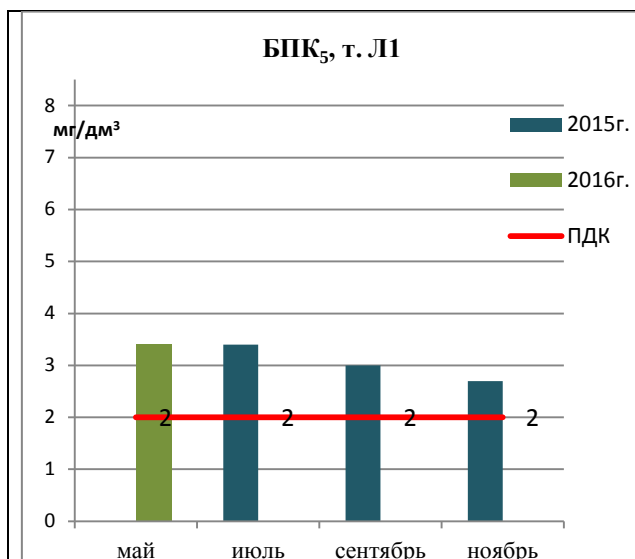


Рис. 19. Значение БПК₅ в т. Л1

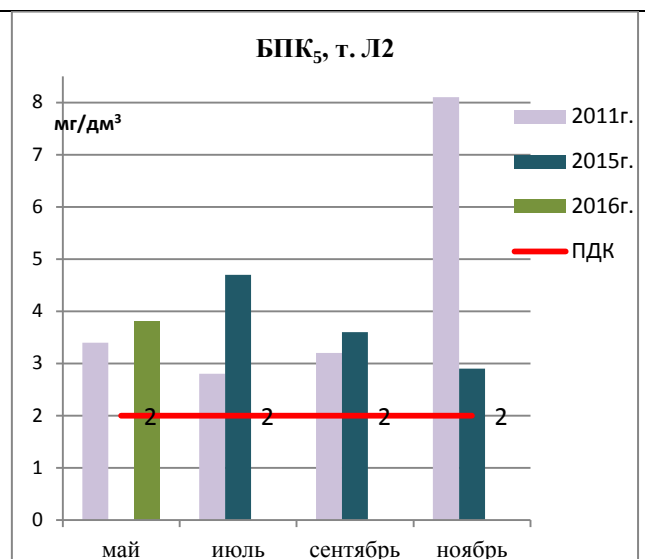


Рис.20. Значение БПК₅ в т. Л2

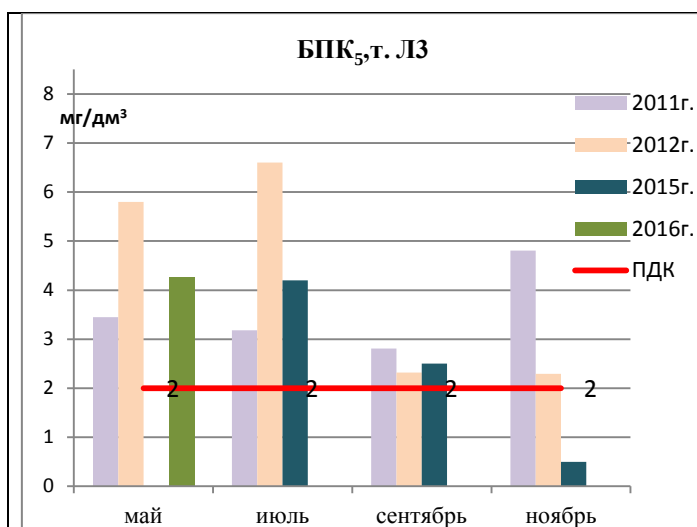


Рис.21. Значение БПК₅ в т. Л3

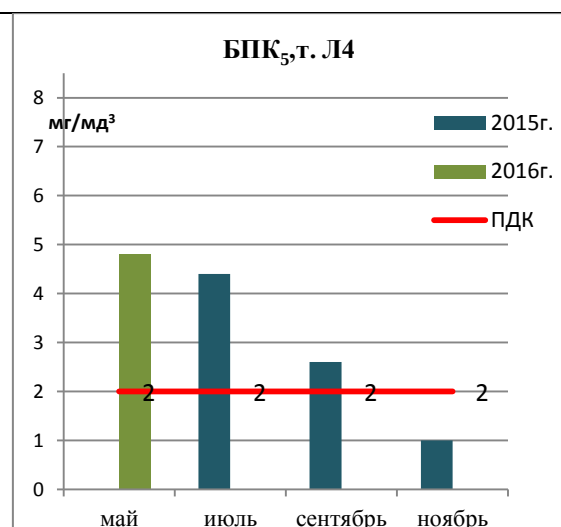


Рис.22. Значение БПК₅ в т. Л4

Значение БПК распределены неравномерно. В большинстве проб, особенно в весенне-летний период, БПК превышает допустимое значение ПДК - 2 мг/дм³. В среднем превышение кратности ПДК составило 1,9ПДК.

При наличии в пробе воды сильных окислителей и соответствующих условий протекают химические реакции окисления органических веществ, причем характеристикой процесса химического окисления, а также мерой содержания в пробе органических веществ является потребление в реакции кислорода, химически связанного в окислителях. Муравьев пишет, что

«показатель, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ по количеству израсходованного на окисление химически связанного кислорода, называется химическим потреблением кислорода (ХПК). Являясь интегральным (суммарным) показателем, ХПК в настоящее время считается одним из наиболее информативных показателей антропогенного загрязнения вод. Этот показатель, в том или ином варианте, используется повсеместно при контроле качества природных вод, исследовании сточных вод и др.» [19].

Величина ХПК подвержена довольно значительным и закономерным сезонным колебаниям. Их характер определяется, с одной стороны, гидрологическим режимом и зависящим от него поступлением органических веществ аллохтонного происхождения с поверхности водосбора, с другой стороны - гидробиологической активностью, обуславливающей процессы продуцирования, трансформации и минерализации органических веществ в водном объекте. В водных объектах, подверженных сильному антропогенному воздействию, на изменения величины ХПК значительное влияние оказывает объем и режим поступления сточных вод [47]. Значение ХПК в пробах воды в лабораторных условиях мы определяли фотометрическим методом, окисление проб проводили в термореакторе «Термион» при температуре 150°C в течение 2 часов.

На гистограммах изображено (рисунки 23-26) распределение химического потребления кислорода в Лахтинском разливе. Диапазон содержания ХПК в анализируемых пробах воды колеблется от 16 мг/дм³ до 71 мг/дм³. Во всех пробах значение ХПК превышает допустимое значение ПДК – 15 мг/дм³. На рисунке 24 в точке Л2 можно наблюдать динамику увеличения ХПК. В точке Л3 в 2015 году наблюдалось снижение ХПК, однако в мае 2016 года содержание ХПК имеет наибольшее значение за весь период наблюдений. Во всех точках наиболее превышение ПДК приходится на весенне-летний период.

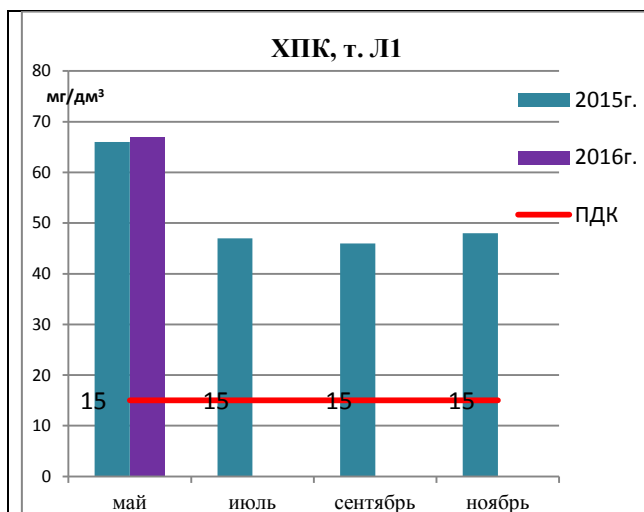


Рис.23. Содержание ХПК в т. Л1

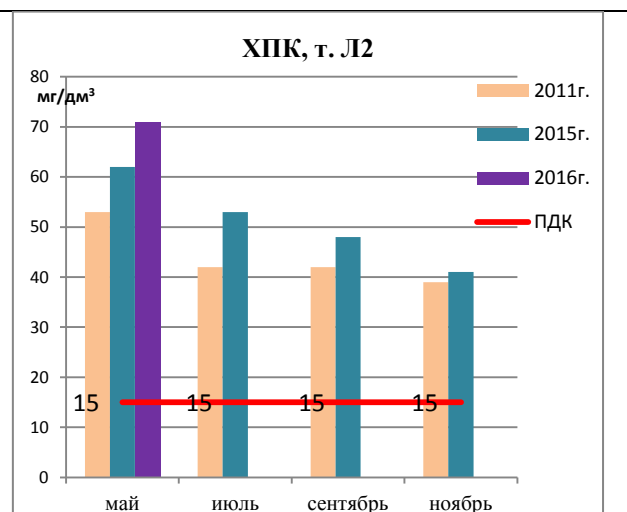


Рис.24. Содержание ХПК в т. Л2

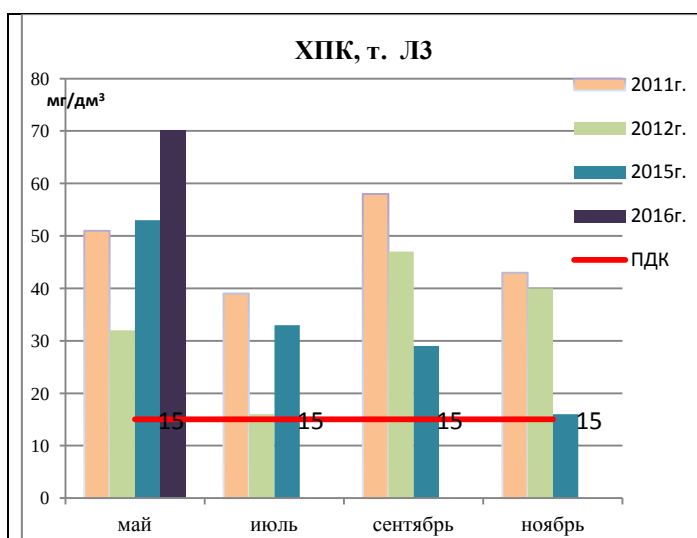


Рис.25. Содержание ХПК в т. Л3

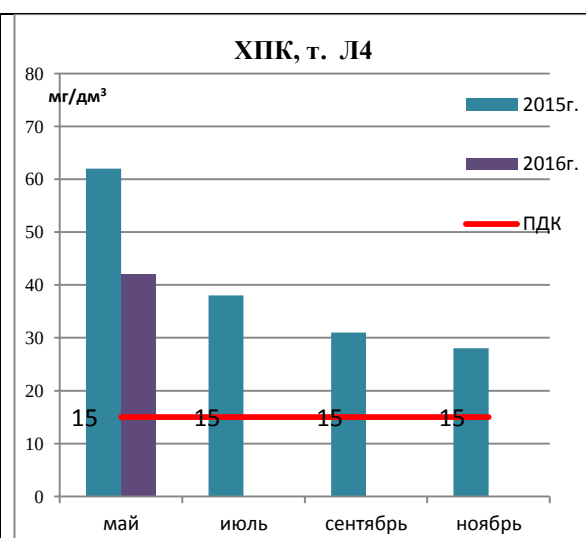


Рис.26. Содержание ХПК в т. Л4

Присутствие растворимых и малорастворимых солей и минералов, в основном кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}) характеризует жесткость воды. Эти катионы присутствуют в поверхностных природных водах в заметных концентрациях. Концентрация солей жесткости, измеряется в моль/дм³ или ммоль/дм³, из-за того, что солями жесткости являются соли разных катионов, которые имеют разную молекулярную массу. «При жесткости до 4 ммоль/л экв. вода считается мягкой; от 4 ммоль/л эк до 8 ммоль/л экв. – средней жесткости; от 8 ммоль/л эк до 12 ммоль/л экв. – жесткой; более 12 ммоль/л экв. – очень жесткой» [43]. Величина жесткости воды может меняться в широких

диапазонах, зависящих от типа пород и почв, слагающих дно водосбора, а также от времен года и погодных условий. Из всех солей, наибольшее содержание в водах приходится на гидрокарбонаты, сульфаты и хлориды.

Жесткость, придаваемая воде гидрокарбонатами, называется гидрокарбонатной, а вызванная хлоридами или сульфатами, называется неустранимой (постоянной). Общее содержание растворимых солей кальция и магния (т.е. суммарная жесткость воды), получила название общей жесткости [19].

Общая жесткость поверхностных вод согласно РД «колеблется в основном от единиц до десятков ммоль /дм³ КВЭ, обычно карбонатная жесткость часто составляет (70-80) % от общей жесткости. Подверженная заметным сезонным колебаниям, достигает обычно наибольшего значения в конце зимы и наименьшего в период паводка» [43].

Значение жесткости в анализируемых пробах колеблется в пределах (0,7 – 1,7) ммоль/дм³ КВЭ. По классификации воды по степеням жесткости, воду Лахтинского разлива относится к «мягкой».

Кальций является одним из самых распространенных элементов земной коры. В связи с высокой химической активностью в природе кальций встречается только в виде соединений. Карбонат кальция CaCO_3 - одно из самых распространенных на земле соединений. Источниками поступления ионов кальция в водные объекты являются сточные воды силикатной, химической промышленности и со стоками с сельскохозяйственных территорий, особенно при использовании кальцийсодержащих минеральных удобрений. В естественных условиях изменение концентрации растворенного кальция обусловлено главным образом равновесием углекислых солей и двуокиси углерода. Ионная форма кальция характерна только для маломинерализованных вод. В речных и озерных водах содержание кальция в большинстве случаев находится в пределах от 10 мг/дм³ до 100 мг/дм³ [44].

Содержание кальция в анализируемых пробах воды не превышает ПДК. Уровень содержания кальция находился в пределах от 10 мг/дм³ до 21 мг/дм³.

Концентрация кальция, магния и гидрокарбонатов в 2011-2012 годах почти не изменялась, в мае 2016 года напротив зафиксировано резкое увеличение концентрации гидрокарбонатов.

Хлориды относятся к главным ионам природных вод и присутствуют в водах любых типов. Содержание хлоридов в речных и озерных водах колеблется от мг/дм³ до г/дм³. Ведущими источниками поступления хлоридов в водные объекты являются отложения, в состав которых входят засоленные почвы, из которых они вымываются атмосферными осадками. Большие количества хлоридов попадают в воду с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами. В воде хлориды не образуют ионных пар. Они обладают высокой миграционной способностью, что обусловлено хорошей растворимостью их в воде, слабо выраженной способностью к сорбции взвесями и донными отложениями и практическим отсутствием накопления водными организмами. Внутригодовые изменения концентрации хлоридов в поверхностных водах суши связаны, в основном, с гидрологическим режимом водных объектов [58].

На рисунках 36-39 изображено распределение концентрации хлоридов в Лахтинском разливе и Финском заливе. Содержание хлоридов в анализируемой пробе воды не превышает значение ПДК - 300 мг/дм³. Пределы колебания содержания в 2011-2012 гг. составили от 3 мг/дм³ до 94 мг/дм³, а в 2015 г. начале 2016 г. – от 11 мг/дм³ до 103 мг/дм³. Наибольшая концентрация приходится на май, что вероятно связано с поступлением хлоридов с поверхностным стоком и талыми водами, которые содержат антигололедные реагенты. Наблюдается тенденция увеличения содержания хлоридов. По сравнению с 2011-2012 гг. содержание хлоридов в 2015-2016 гг. в среднем увеличилось в 3,2 раза.

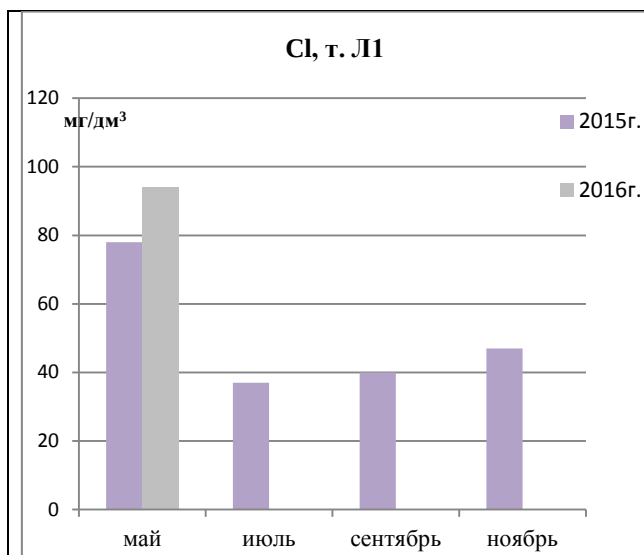


Рис.36. Концентрация хлоридов в т. Л1

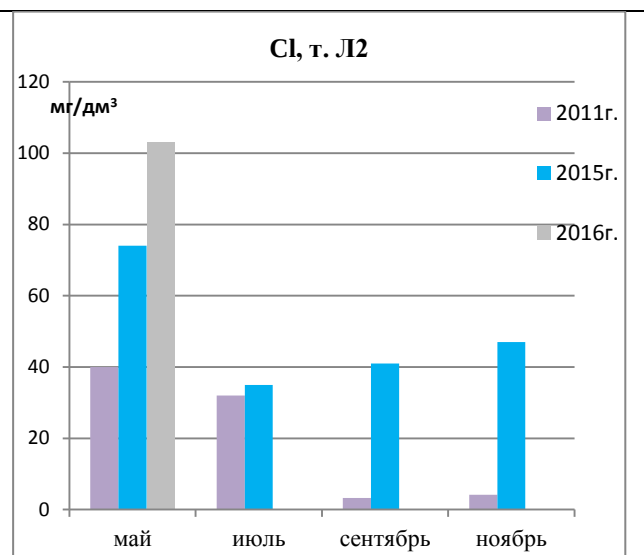


Рис.37. Концентрация хлоридов в т. Л2

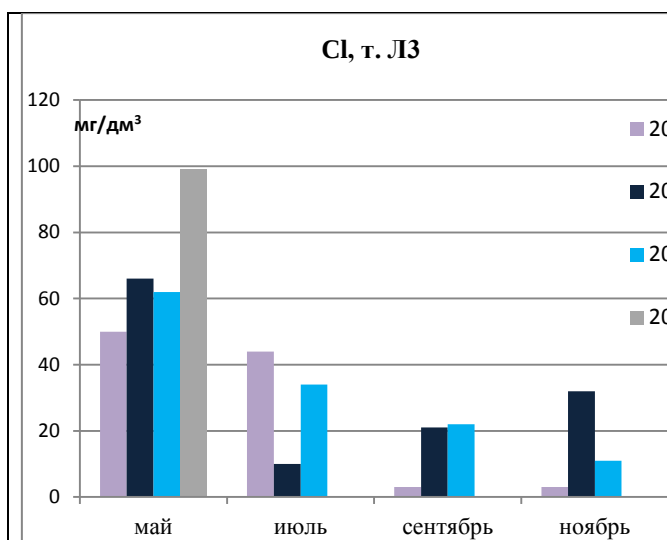


Рис.38. Концентрация хлоридов в т. Л3

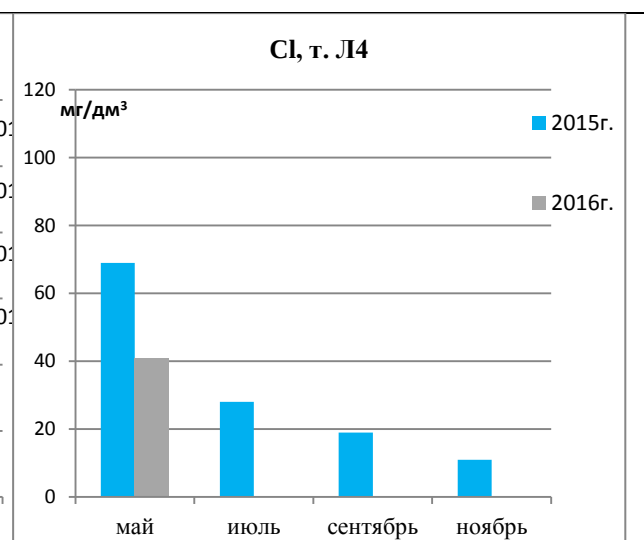


Рис.39. Концентрация хлоридов в т. Л4

Сульфат-ионы являются важнейшим компонентом химического состава поверхностных вод. В маломинерализованных водах сульфаты находятся преимущественно в ионной форме. При увеличении минерализации они стремятся к образованию ассоциированных нейтральных ионных пар. Поступление сульфатов в поверхностные воды обусловлено, как правило, процессами химического выветривания и растворением серосодержащих минералов, а также окислением сульфидных минералов. Значительные количества сульфатов поступают в водные объекты в процессе отмирания

организмов и окисления веществ растительного и животного происхождения, а также с промышленными и бытовыми сточными водами. Согласно руководящему документу содержание сульфатов в незагрязненных речных водах и водах пресных озер зависит от их географического расположения и обычно находится в пределах от 5 мг/дм³ до 500 мг/дм³, в дождевых водах - от 1 мг/дм³ до 10 мг/дм³. Внутригодовые изменения концентрации сульфатов в поверхностных водах суши связаны, в основном, с особенностями гидрологического режима водного объекта [57].

Содержание сульфатов в анализируемых пробах воды не превышает значение ПДК – 100 мг/дм³. Пределы колебания содержания составили в 2011-2012 гг. от 9 мг/дм³ до 26 мг/дм³, а в 2015-2016 от 10 мг/дм³ до 33 мг/дм³. На рисунках 40-43 наблюдается сезонная зависимость содержания сульфатов. В точках Л1, Л2, Л4 прослеживается равномерное снижение значений к зимнему периоду. В точке Л3 отмечается изменчивое содержание сульфатов, характеризующее повышением в мае и ноябре 2012 года и в июле 2015 года.

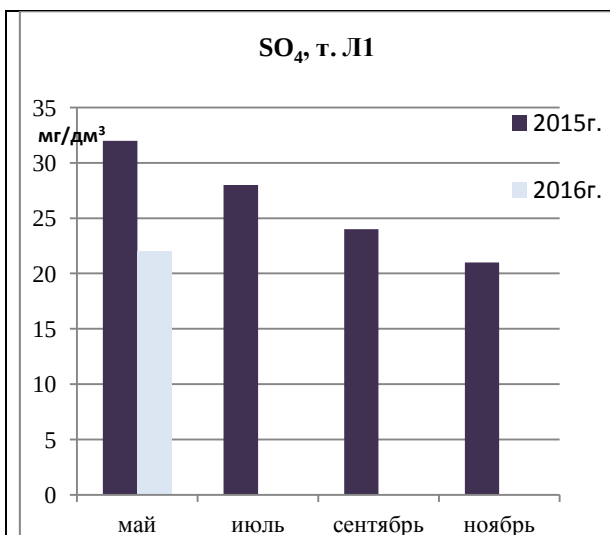


Рис.40. Концентрация сульфатов в т. Л1

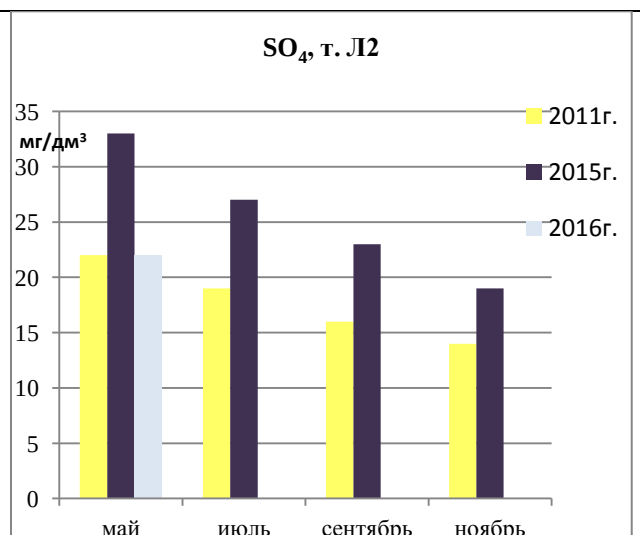
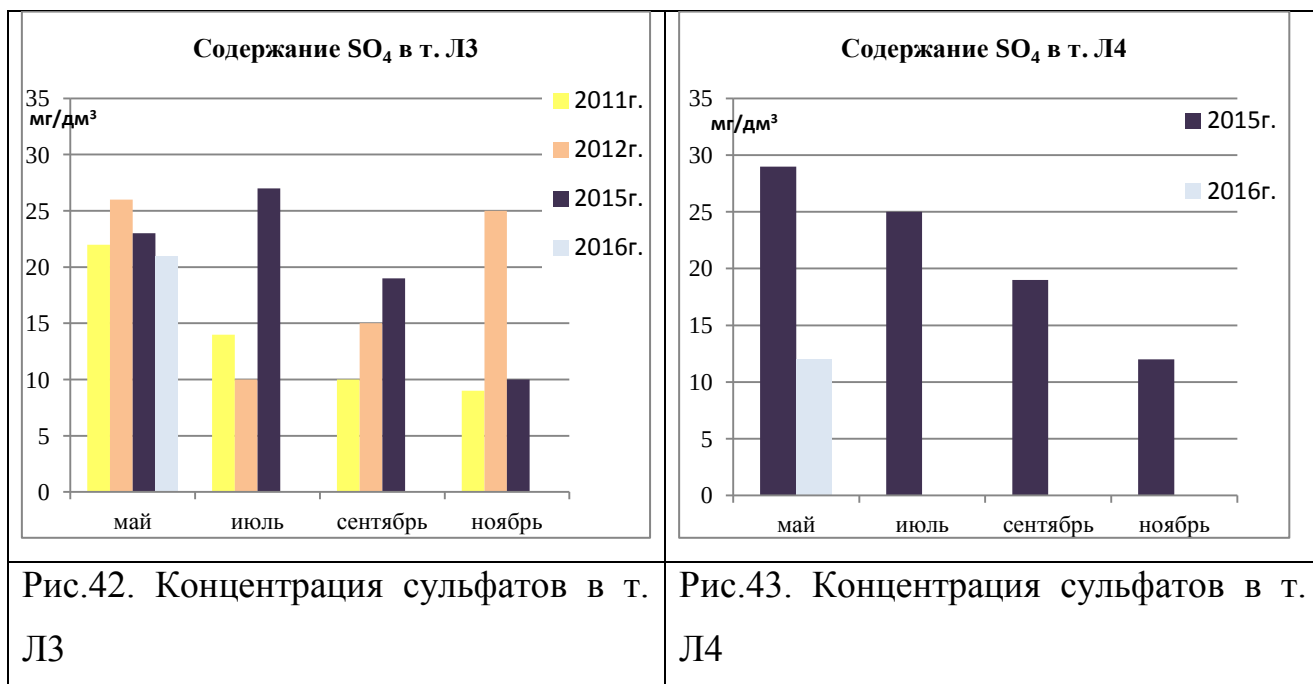


Рис.41. Концентрация сульфатов в т. Л2



Содержание хлоридов и сульфатов превышает фоновое значение - (5-17) мг/дм³ в водах региона в 4-6 раз. Такое содержание, свидетельствует о загрязнении воды строительными отходами.

3.2 Содержание биогенных элементов

Соединения азота относятся к биогенным элементам и имеют особое значение для развития жизни в водных объектах. В РД это объясняется тем, что «при отсутствии азотсодержащих соединений в воде рост и развитие водной растительности прекращается, однако избыток этих соединений также приводит к негативным последствиям, вызывая процессы эвтрофикации водного объекта и ухудшение качества воды. Минеральные формы азота в водных объектах представлены, главным образом нитритами, нитратами, аммиаком и ионами аммония» [38].

Муравьев в своей работе связывает присутствие нитрат-ионов в природных водах с:

- «внутриводоемными процессами нитрификации аммонийных ионов в присутствии кислорода под действием нитрифицирующих бактерий;

- атмосферными осадками, которые поглощают образующиеся при атмосферных электрических разрядах оксиды азота;
- промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами;
- стоком с сельскохозяйственных угодий и со сбросными водами с орошаемых полей, на которых применяются азотные удобрения» [19].

Повышенное содержание нитратов в воде так же служит индикатором загрязнения водоема в результате разнесения фекальных загрязнений. Сточные каналы, содержащие большие концентрации нитритов могут ухудшать качество воды в водоемах и стимулировать массовое развитие водной растительности, что в свою очередь приводит к ускорению эвтрофикации. В поверхностных водах нитраты находятся в растворенной форме. Концентрация нитратов в поверхностных водах подвержена сезонным колебаниям: с минимума в вегетационный период, она увеличивается осенью и достигает максимума зимой, когда при минимальном потреблении азота происходит разложение органических веществ и переход азота из органических форм в минеральные. Амплитуда сезонных колебаний может служить одним из показателей эвтрофирования водного объекта [19].

В соответствии с РД «нитраты являются конечным продуктом минерализации органических азотсодержащих веществ, их содержание в не загрязненных водах не превышает десятых долей мг/дм³, и как правило, превышает содержание ионов аммония и нитритов» [38].

Содержания нитрат-ионов в Лахтинском разливе колебалась в пределах от 0,1 мг/дм³ до 7,5 мг/дм³. Случаев превышения ПДК (>40 мг/дм³) не наблюдалось.

Появление нитритов в природных водах связано, главным образом, с процессами минерализации органических веществ и нитрификации. Они являются промежуточным продуктом биохимического окисления аммиака или восстановления нитратов [55].

В книге Муравьева процесс образования нитритов описан как «нитрифицирующие бактерии превращают аммонийные соединения в нитриты

в аэробных условиях. Некоторые виды бактерий в процессе своей жизнедеятельности также могут восстанавливать нитраты до нитритов, однако это происходит уже в анаэробных условиях. Нитриты часто используются в промышленности как ингибиторы коррозии, в пищевой промышленности как консерванты. Благодаря способности превращаться в нитраты, нитриты, как правило, отсутствуют в поверхностных водах. Поэтому наличие в анализируемой воде повышенного содержания нитритов свидетельствует о загрязнении воды, причем с учетом частично прошедшей трансформации азотистых соединений из одних форм в другие» [19]. В лабораторных условиях содержание нитритов определяли фотометрическим методом с применением реактива Грисса.

На гистограммах изображено изменение концентрации (рисунки 27-30) нитритов в Лахтинском разливе и Финском заливе. Содержание нитрит-ионов колебалось в 2011-2012 гг. в пределах от 0,03 мг/дм³ до 0,29 мг/дм³, а в 2015-2016 гг. – от 0,03 мг/дм³ до 0,43 мг/дм³. Случаи превышения ПДК – 0,08 мг/дм³ зафиксировано во всех точках. Наибольшее превышение наблюдается за 2015год. Максимальное превышение (5,4ПДК) в точке Л2 за 2015 г.

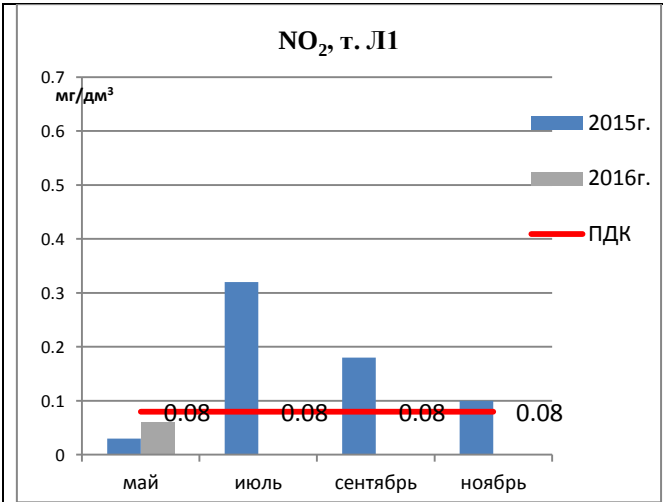


Рис.27. Концентрация нитрит-ионов в т. Л1

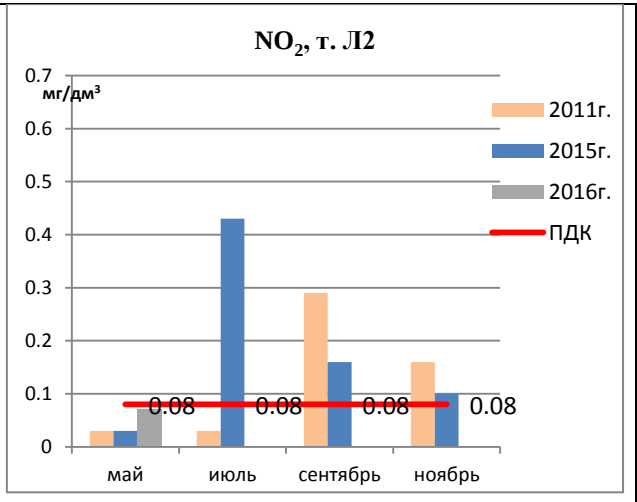
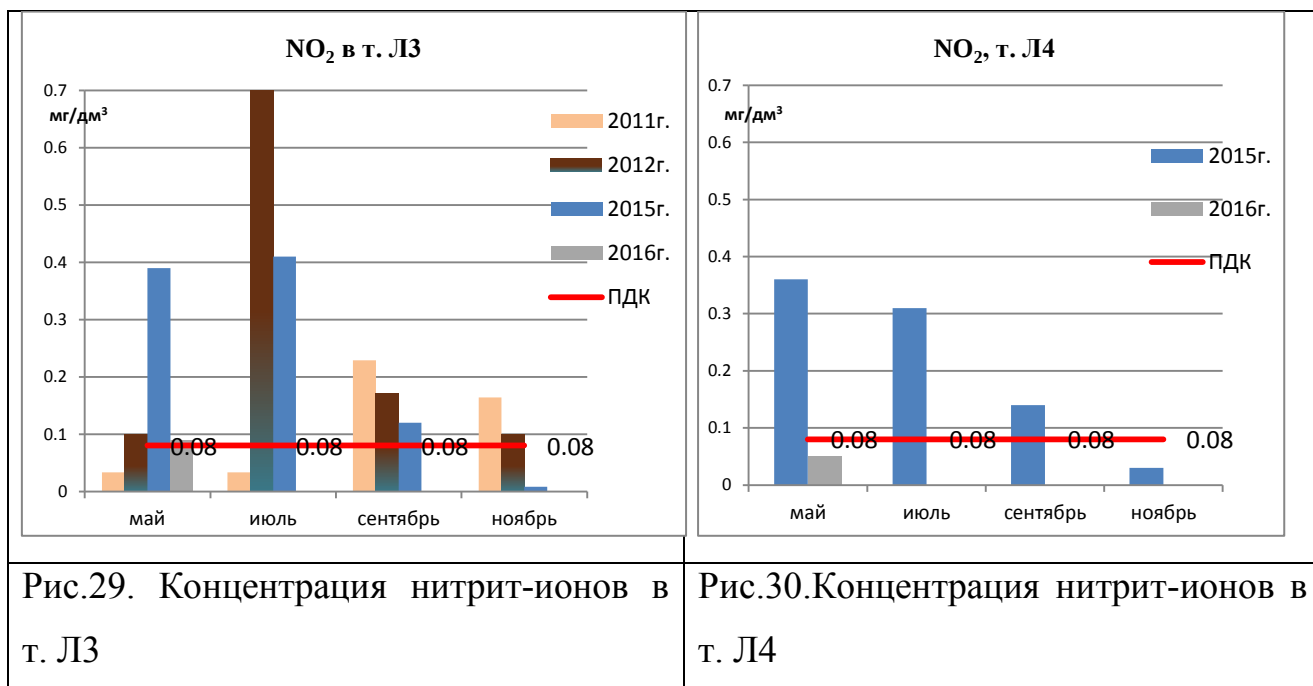


Рис.28. Концентрация нитрит-ионов в т. Л2



Аммонийный азот в водах находится в растворенном состоянии в виде ионов аммония и в виде недиссоциированных молекул NH_4OH , количественное соотношение которых имеет важное экологическое значение и определяется величиной pH и температурой воды. Присутствие в незагрязненных поверхностных водах аммоний-ионов связано, главным образом, с процессами биохимического разложения белковых веществ, мочевины и аминокислот. Сезонные колебания концентрации ионов аммония характеризуются обычно понижением весной и в начале лета, в период интенсивной фотосинтетической деятельности фитопланктона, и повышением в конце лета - начале осени при усилении процессов бактериального разложения органического вещества в периоды отмирания водных организмов. В осенне-зимний период повышенное содержание ионов аммония связано с продолжающейся минерализацией органических веществ в условиях слабого потребления фитопланктоном и уменьшения скорости биохимического окисления из-за низких температур. Аммонийные ионы в водной среде неустойчивы, могут легко переходить до нитритов, затем до нитратов [41].

Муравьев в своей книге описывает следующие источники поступления аммония «существуют два основных источника загрязнения окружающей

среды аммонийными соединениями. Аммонийные соединения в больших количествах входят в состав минеральных и органических удобрений, избыточное и неправильное применение которых приводит к соответствующему загрязнению водоемов. Кроме того, аммонийные соединения в значительных количествах присутствуют в нечистотах (фекалиях). Не утилизированные должным образом нечистоты могут проникать в грунтовые воды или смываться поверхностными стоками в водоемы» [19].

Как написано в РД «повышенное содержание ионов аммония указывает на ухудшение санитарного состояния водного объекта. Увеличение концентрации аммонийного азота в весенне-летний период, как правило, является показателем свежего загрязнения» [41]. Содержание ионов аммония в лабораторных условиях мы определяли фотометрическим методом с применением реактива Несслера.

На рисунках 31-34 изображено изменение концентрации аммония в Лахтинском разливе и Финском заливе. Величина содержания аммоний-ионов в анализируемых пробах воде колеблется в пределах от $0,1 \text{ мг/дм}^3$ до 6 мг/дм^3 . Превышение ПДК – $0,5 \text{ мг/дм}^3$ наблюдается во всех точках. В основном превышения достаточно равномерны. Максимальное превышение ($5,1 \text{ ПДК}$) в точке Л3 за 2012 год. В точках Л1 и Л2 расположенных по берегам активного купания людей, содержание аммония наиболее высокое чем в остальных.

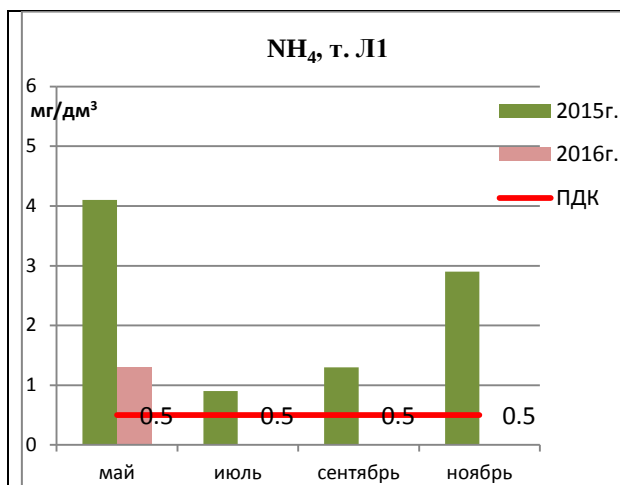


Рис.31. Концентрация аммоний-ион в т. Л1

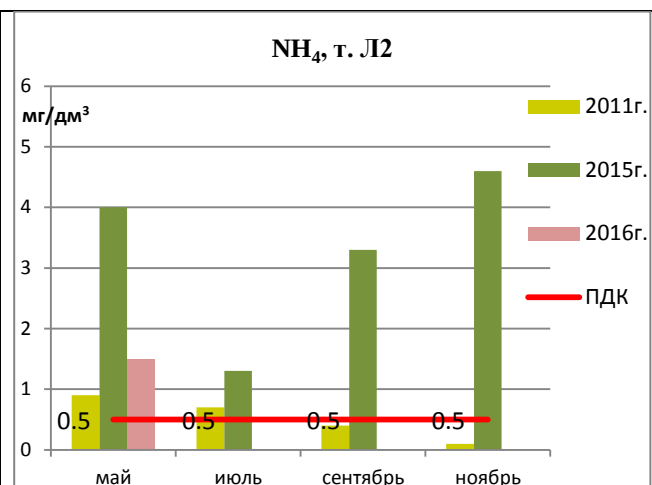


Рис.32. Концентрация аммоний-ион в т. Л2

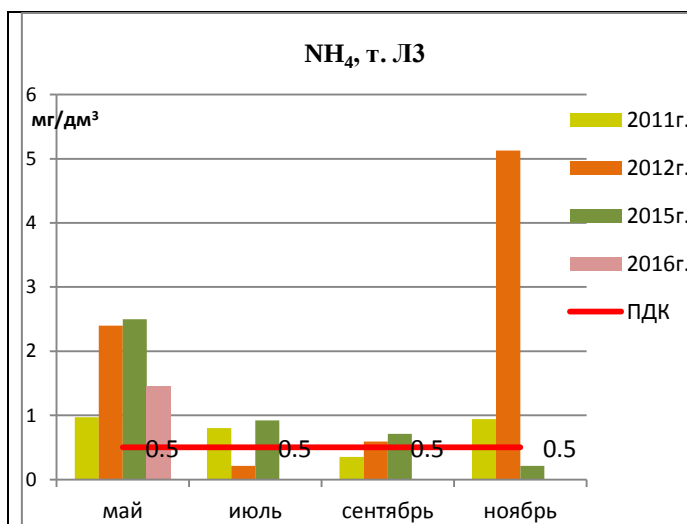


Рис.33. Концентрация аммоний-ион в т. Л3

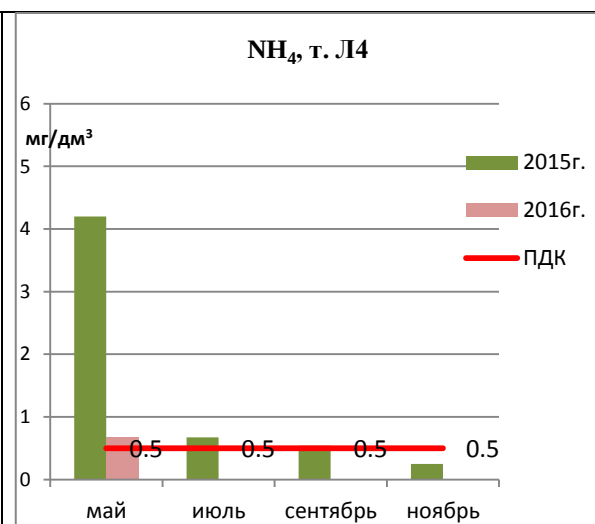


Рис.34. Концентрация аммоний-ион в т. Л4

Ионный состав Лахтинского разлива не имеет выраженной сезонности характерной для водоемов, не испытывающих антропогенную нагрузку.

Соединения фосфора встречаются во всех живых организмах, они регулируют энергетические процессы клеточного обмена. При отсутствии соединений фосфора в воде рост и развитие водной растительности прекращается, однако и их избыток вызывает процессы эвтрофирования и ухудшение качества воды. Соединения фосфора попадают в природные воды в

результате процессов жизнедеятельности и посмертного распада водных организмов, выветривания и растворения пород, содержащих фосфаты, обмена с донными осадками, поступления с поверхности водосбора, а также с бытовыми и промышленными сточными водами. Загрязнению природных вод фосфором способствуют широкое применение фосфорных удобрений, полифосфатов, содержащихся в моющих средствах, флотореагентов и др. В зависимости от величин pH фосфаты в воде могут присутствовать в различных видах. Соединения фосфора в природных водах представлены в виде ортофосфатов, полифосфатов и органических фосфорсодержащих соединений, преобладающей формой часто являются ортофосфаты [42].

В соответствии с РД «концентрация фосфатов в незагрязненных природных водах может составлять тысячные, редко сотые доли мг/дм³. Повышение их содержания свидетельствует о загрязнении водного объекта. Концентрация фосфатов в воде подвержена сезонным колебаниям, поскольку она зависит от интенсивности процессов фотосинтеза и биохимического разложения органических веществ. Минимальные концентрации соединений фосфора наблюдаются весной и летом, максимальные - осенью и зимой» [42].

Содержание фосфатов в анализируемых пробах воды (рисунок 35) превышает ПДК – 0,15 мг/дм³ для олиготрофных водоемов, но не превышает значение ПДК – 0,45 мг/дм³ для мезотрофных. Диапазон изменения величины содержания колеблется от 0,01 мг/дм³ до 0,146 мг/дм³. Минимальное содержание наблюдается в мае, максимальное – ноябре.

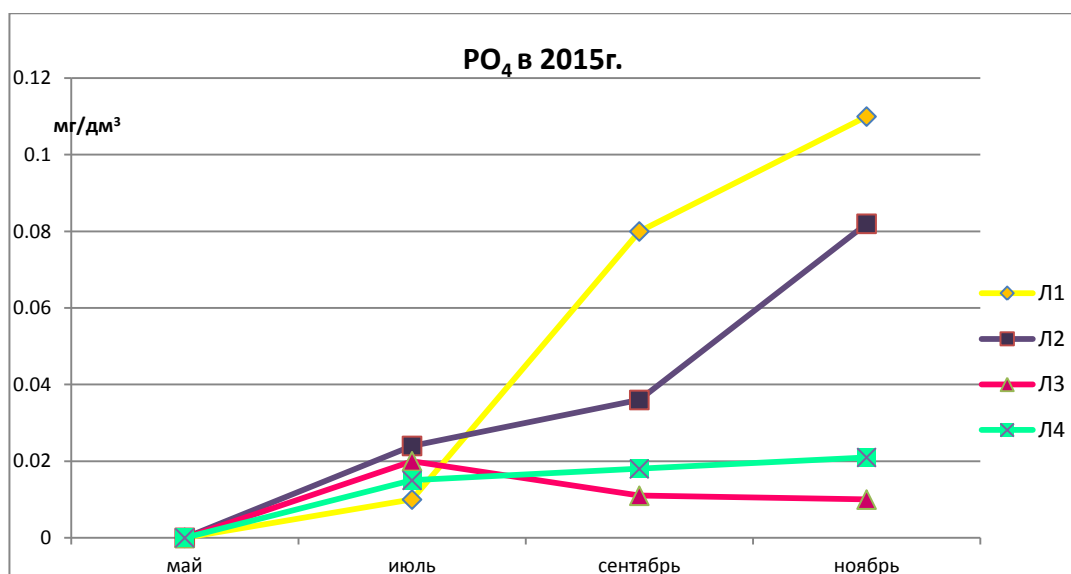


Рис.35. Концентрация фосфатов в пробах воды Лахтинского разлива и Финского залива

3.3 Концентрация тяжелых металлов

Определение тяжелых металлов в природных объектах организационно и методически считают одной из самых сложных химико-аналитических процедур в области количественного химического анализа. 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.

Существуют разные аналитические методы, и выбор наиболее подходящего метода является ключом к получению правильных, надежных и объективных результатов. Содержание металлов в пробе определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрометра с электротермической атомизацией «МГА-915». Содержание ртути определяли методом «холодного пара»

В 2015-2016 гг. было проведено определение таких металлов как железо общее, медь, цинк, никель, кадмий, хром, свинец, мышьяк, марганец и ртуть в растворенной и валовой формах, в 2011-2012 гг. было проведено определение всех перечисленных металлов, кроме свинца. Растворенную форму металлов определяли в 2011, 2015 и 2016 годах, валовую – в 2012 и 2015 годах.

Говоря о повышенной концентрации в воде металлов, как правило, подразумевают ее загрязнение тяжелыми металлами. По классификации Н. Реймерса, «тяжелыми следует считать металлы с плотностью более 8 г/см³». Формально данному определению соответствует большое количество элементов. Важнейшими условиями отнесения того или иного металла к тяжелым рассматриваются высокая токсичность соответствующих соединений для живых организмов в относительно низких концентрациях, а также способность элемента к биоаккумуляции. Практически все металлы, относимые к тяжелым, активно участвуют в биологических процессах, входят в состав многих ферментов. Тяжелые металлы, попадая в воду, могут существовать в виде растворимых токсичных солей и комплексных соединений (иногда очень устойчивых), коллоидных частиц, осадков (свободных металлов, оксидов, гидроксидов и др.). Главными источниками загрязнения воды тяжелыми металлами являются гальванические производства, предприятия горнорудной, черной и цветной металлургии, машиностроительные заводы и др. Тяжелые металлы в водоеме вызывают целый ряд негативных последствий: попадая в пищевые цепи и нарушая элементный состав биологических тканей, они оказывают тем самым прямое или косвенное токсическое воздействие на водные организмы [19].

Железо является одним из самых распространенных элементов земной коры, что обуславливает его постоянное присутствие в природных водах. Антропогенное загрязнение водных объектов соединениями железа обусловлено их выносом со сточными водами многих отраслей промышленности, прежде всего горнодобывающих, металлургических, химических предприятий. Для обозначения суммарной концентрации всех

растворенных форм железа в воде используют термин «железо общее». Термин «валовое содержание» используется, когда говорят о суммарном содержании в воде как растворенных, так и взвешенных форм железа. Концентрация железа общего подвержена заметным сезонным изменениям, обусловленным как участием этого металла в физико-химических и биологических процессах, активно протекающих в водной среде, так и гидрологическим режимом водного объекта. В болотных, кислых шахтных, грунтовых и термальных водах концентрации железа могут достигать нескольких десятков и даже сотен миллиграммов в кубическом дециметре [35].

Концентрация железа общего в анализируемой пробе воды в 2011-2012 гг. колеблется в пределах от 0,26 мг/дм³ до 1,0 мг/дм³, а в 2015-2016 гг. – от 0,12 мг/дм³ до 1,98 мг/дм³. Превышение значения ПДК – 0,1 мг/дм³ наблюдаются во всех точках за весь период наблюдений. На рисунках 44-47 показано распределение содержания железа в течение года в Лахтиском разливе и Финском заливе. Максимальная концентрация железа приходится на май и ноябрь 2012 года в точке ЛЗ.

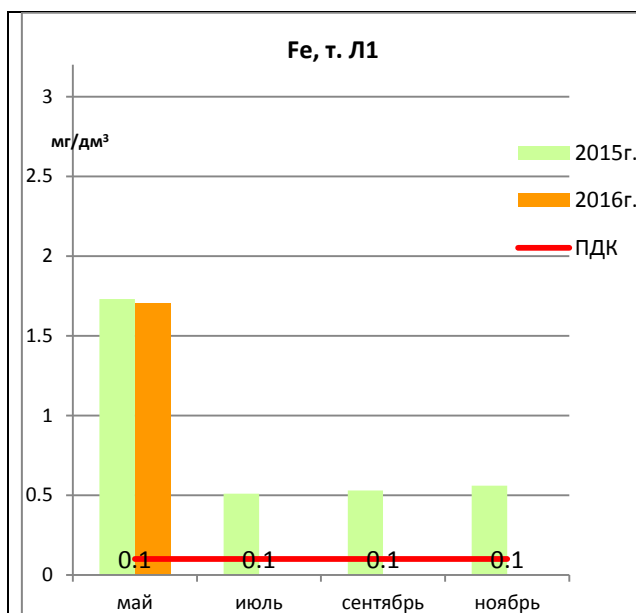


Рис.44. Концентрация железа в т. Л1

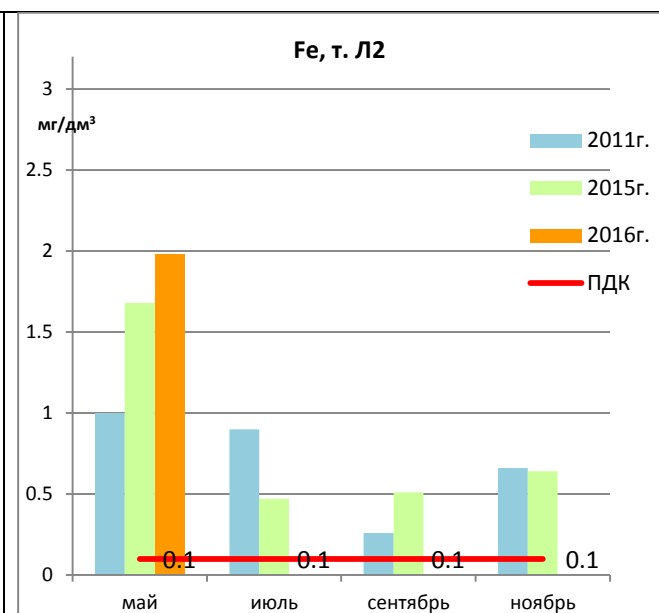
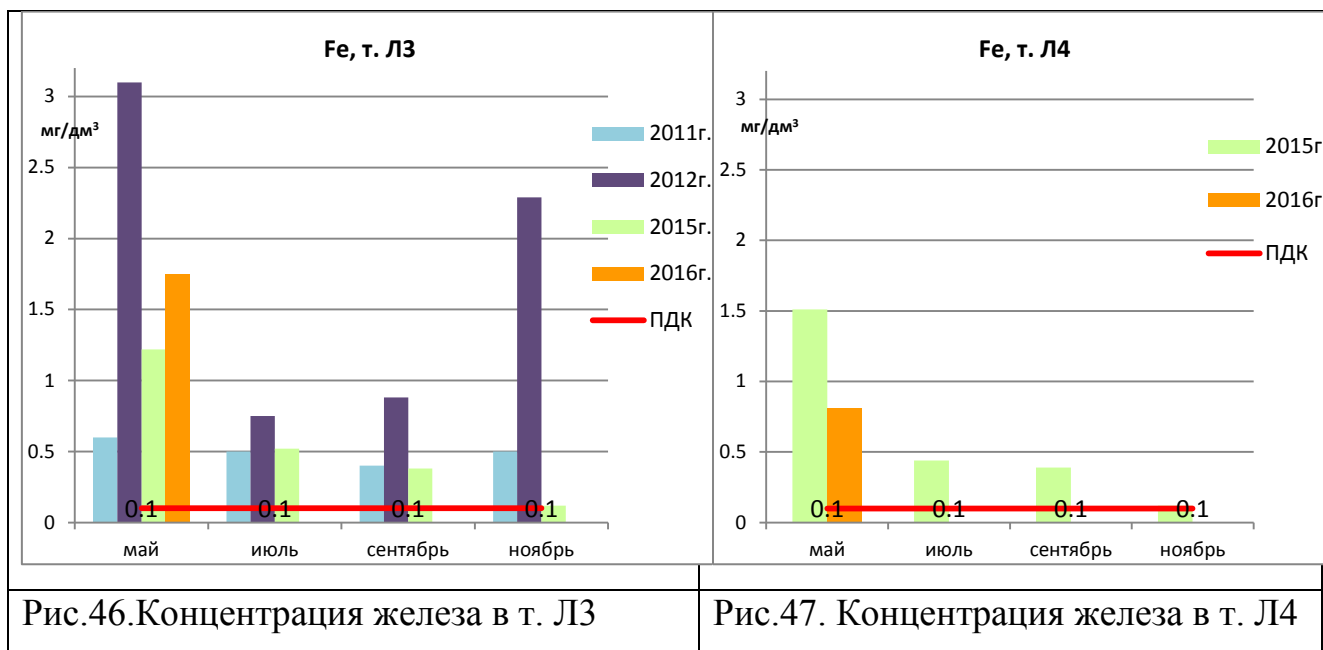


Рис.45. Концентрация железа в т. Л2



Цинк попадает в природные воды в результате протекающих в природе процессов разрушения и растворения горных пород и минералов, а также со сточными водами рудообогатительных фабрик и гальванических цехов, производств пергаментной бумаги, минеральных красок, вискозного волокна и др. По Логиновой цинк в воде «существует главным образом в ионной форме или в форме его минеральных и органических комплексов, иногда встречается в нерастворимых формах: в виде гидроксида, карбоната и др. В речных водах концентрация цинка обычно колеблется (3 – 120) мкг/дм³» [15].

Уровень колебания концентрации цинка в анализируемой пробе воды в 2011-2012 гг. составляет (0,018 - 0,03) мг/дм³, а в 2015-2016 гг. ниже предела обнаружения методики, кроме апреля 2016 года в точках Л2 и Л3. На рисунках 48-49 изображено распределения концентрации цинка в Лахтинском разливе. На 2011 год приходится наибольшее содержание цинка, и наблюдаются превышение ПДК в 3 раза. В 2015 году отмечается снижение концентрации, а в 2016 снова возрастает.

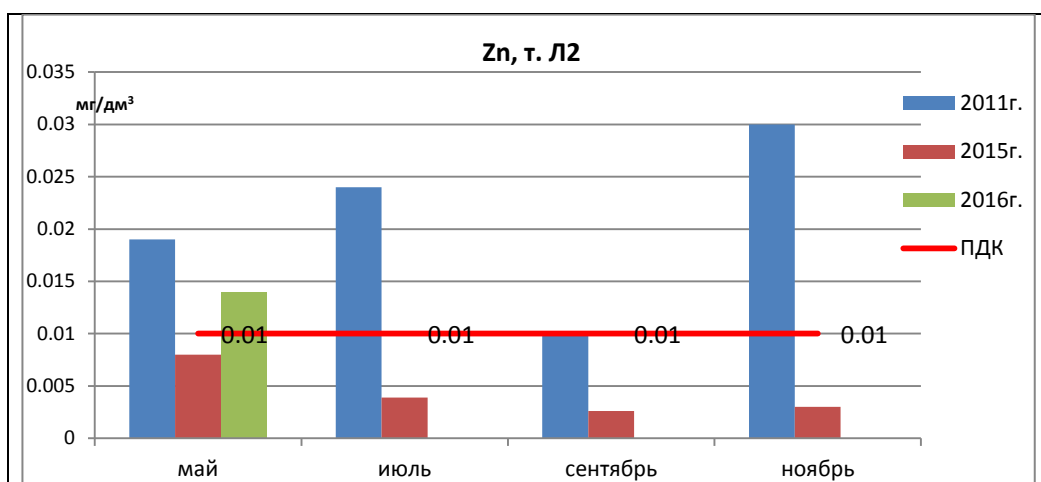


Рис.48. Концентрация цинка в т. Л2

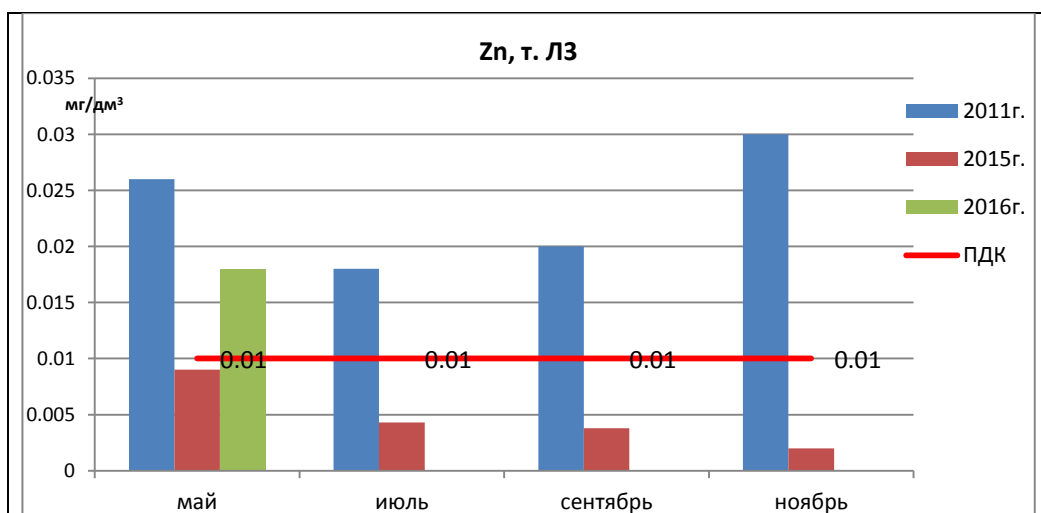


Рис.49. Концентрация цинка в т. Л3

Логинова Е.В. в своих работах характеризует медь как «один из важнейших микроэлементов. Физиологическая активность меди связана главным образом с включением ее в состав активных центров окислительно-восстановительных ферментов. Основным источником поступления меди в природные воды являются сточные воды предприятий химической, металлургической промышленности, шахтные воды, альдегидные реагенты, используемые для уничтожения водорослей».

Концентрация меди в пробах воды колеблется в диапазоне от 0,003 мг/дм³ до 0,011 мг/дм³ в 2011году, от 0,001 мг/дм³ до 0,008 мг/дм³ в 2015-2016 гг. Случаи превышения ПДК – 0,001 мг/дм³ зафиксированы за весь период

наблюдений. В ноябре 2015 года в точках Л3 и Л4 значение содержания меди соответствует ПДК. На рисунках 50-53 можно видеть, что по сравнению с 2011 годом в 2015 году содержание меди уменьшилось в среднем в 2,6 раза. В основном превышения достаточно равномерны. Наибольшая кратность превышения ПДК составила 11ПДК за 2011 год в точке Л2.

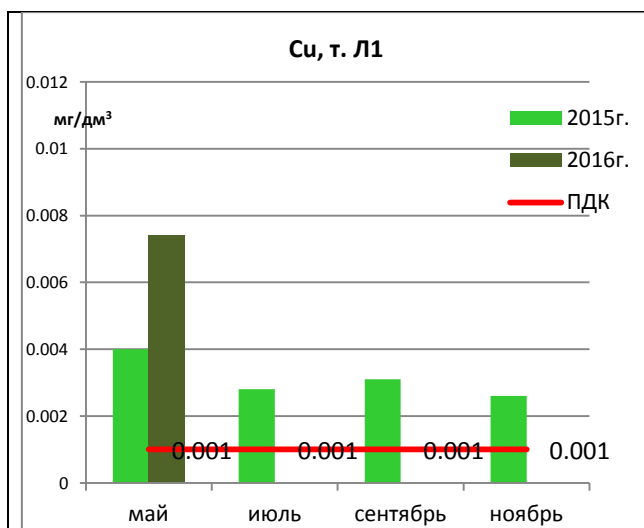


Рис.50. Концентрация меди в т. Л1

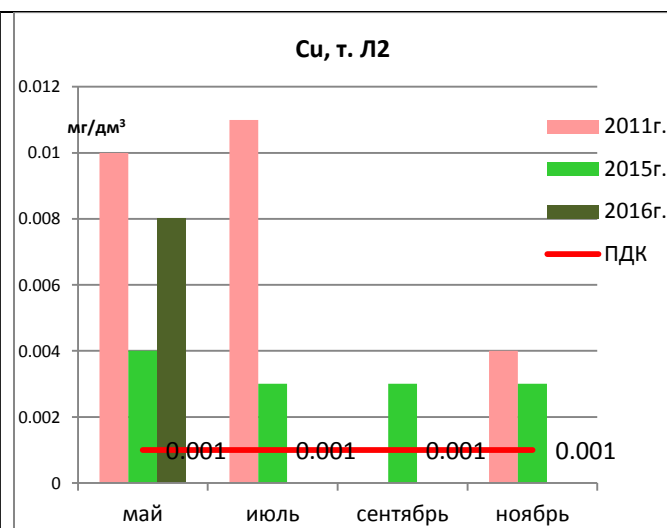


Рис.51. Концентрация меди в т. Л2

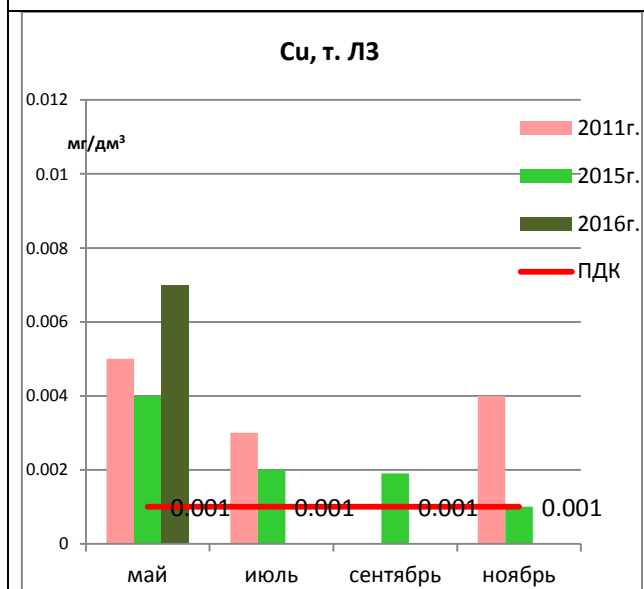


Рис.52. Концентрация меди в т. Л3

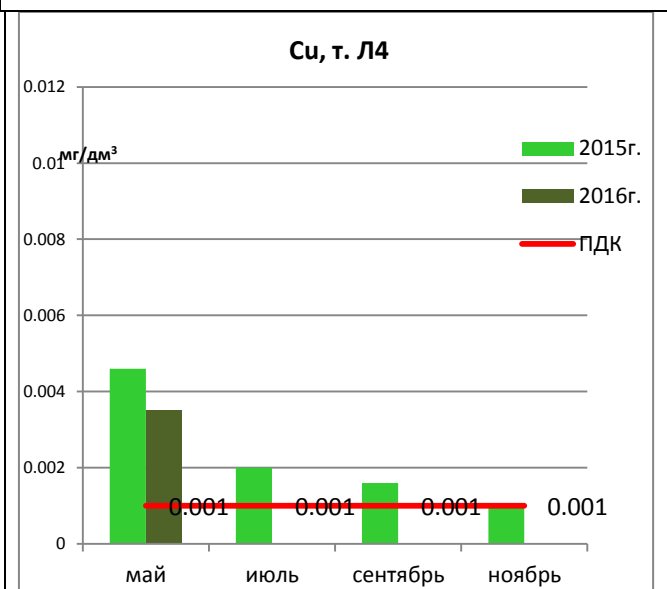


Рис.53. Концентрация меди в т. Л4

Роль марганца в жизни высших растений и водорослей водоемов весьма велика. Марганец способствует утилизации углекислого газа растениями, повышая интенсивность процесса фотосинтеза, принимает участие в процессах

восстановления нитратов и ассимиляции азота растениями. Так же способствует переходу активного Fe^{2+} в Fe^{3+} , что предохраняет клетку от отравления, ускоряет рост организмов. Иными словами марганец играет важную экологическую и физиологическую роль, что делает необходимым изучение его соединений и его распространения в природных водах. Концентрация марганца в поверхностных водах подвержена сезонным колебаниям [15].

Содержание марганца в анализируемых пробах воды в 2011 году колеблется в диапазоне от 0,002 мг/дм³ до 0,06 мг/дм³, а в 2015-2016 гг. – от 0,004 мг/дм³ до 0,684 мг/дм³. Случаи превышения ПДК – 0,01 мг/дм³ зафиксированы за весь период наблюдений. Максимальное превышение за 2016 год в точке Л2 68ПДК. На рисунках 54-58 показано изменение концентрации марганца в пробах. В основном превышения достаточно равномерны, за исключением мая 2015 года. По сравнению с 2011 годом в 2016 году содержание марганца возросло в 48 раз, а в сравнении с 2015 годом в 3 раза. Содержание марганца в 2015 году возросло в 6,7 раз по сравнению с 2011 годом. Наибольшее содержание марганца наблюдается в мае 2016 года во всех точках отбора проб воды.

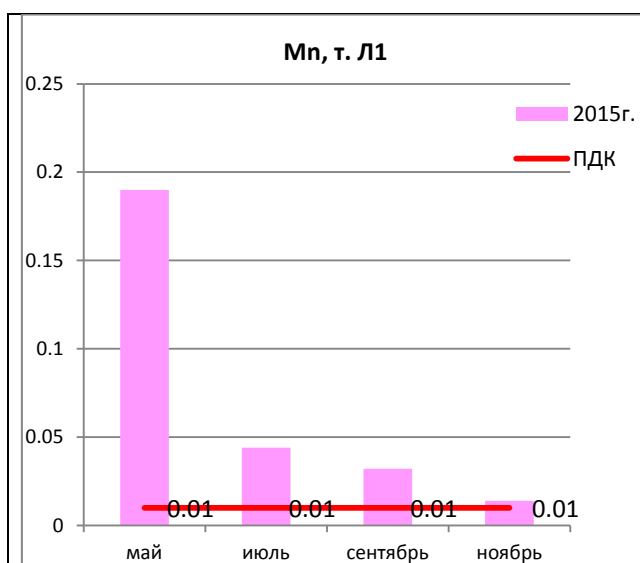


Рис.54. Концентрация марганца в т. Л1

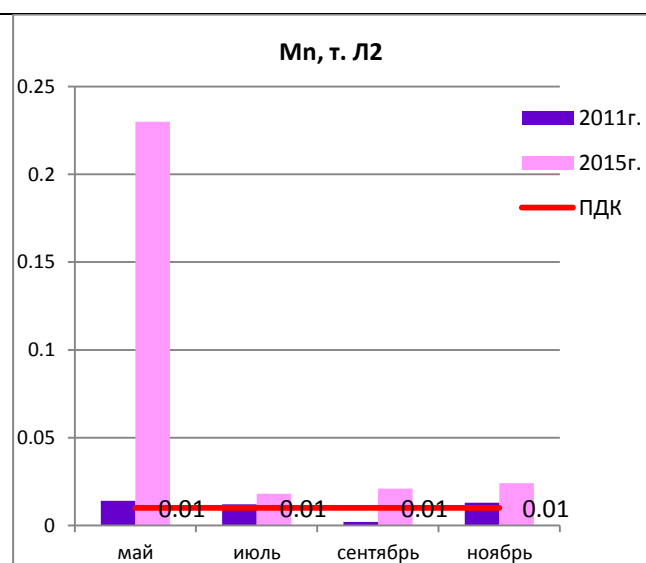


Рис.55. Концентрация марганца в т. Л2

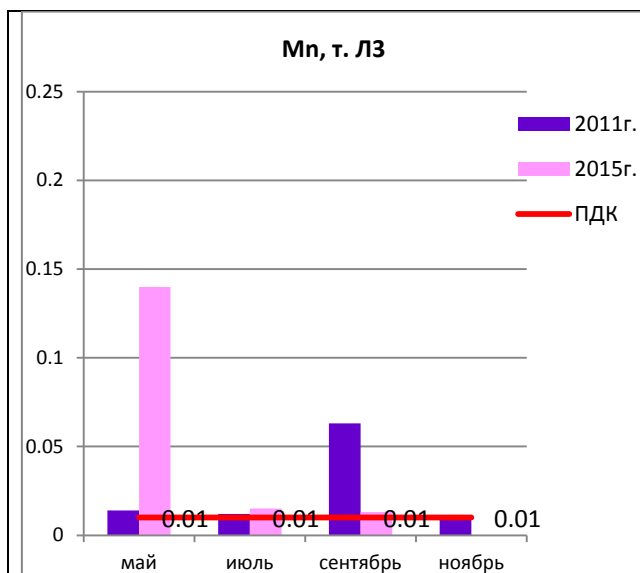


Рис.56. Концентрация марганца в т. ЛЗ

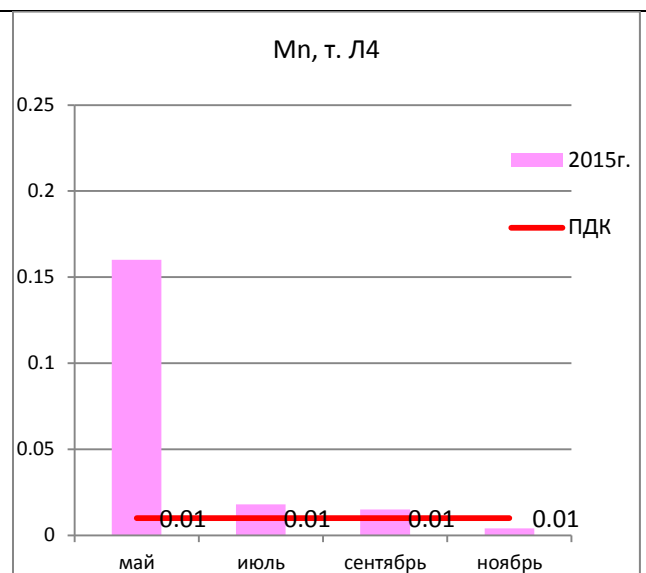


Рис.57. Концентрация марганца в т. Л4

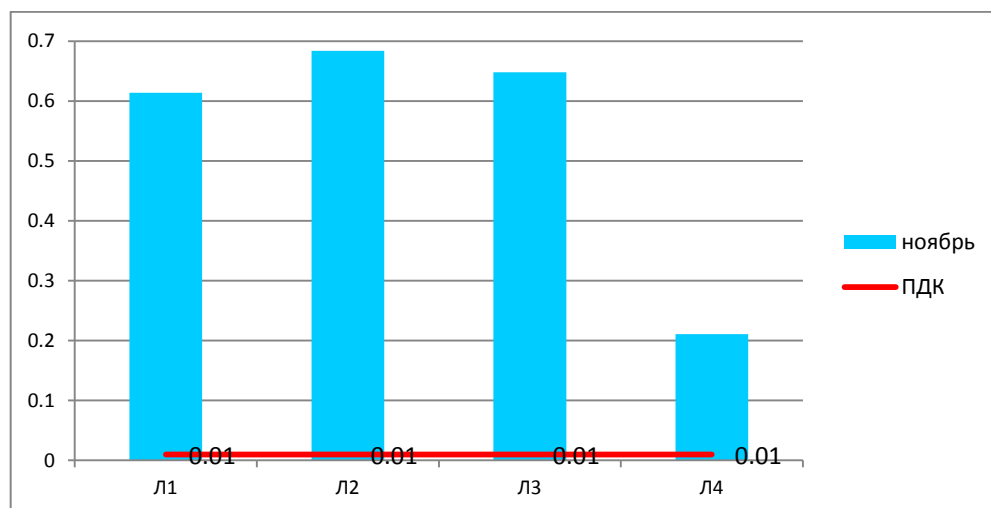


Рис.58. Концентрация марганца в 2016 году

Поступления никеля в природные воды зависит от состава пород, через которые поступает вода: он обнаруживается в местах месторождений сульфидных медно-никелевых и железоникелевых руд. Может поступать в воду из почвы при распаде животных и растительных организмов.

Наибольшее содержание никеля обнаружено в сине-зеленых водорослях.

Еще одним источником поступления соединений никеля являются сточные воды цехов никелирования, заводов каучука, никелевых обогатительных фабрик. Так же значительные выбросы никеля наблюдаются

при сжигание ископаемого топлива. Концентрация его может понижаться в результате выпадения в осадок таких соединений, как цианиды, сульфиды, карбонаты или гидроксиды (при повышении pH), за счет потребления его водными организмами и процессов адсорбции [15].

Содержание никеля в исследуемых пробах воды находится ниже предела обнаружения ($<0,005 \text{ мг/дм}^3$) методики.

3.4 Концентрация нефтепродуктов и фенолов

Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных опасных веществ в глобальном масштабе, вызывающих тяжелые экологические последствия при загрязнении ими водных объектов. Основными источниками поступления нефтепродуктов в водные объекты являются сточные воды предприятий нефтеперерабатывающей, добывающей, химической отраслей промышленности; нефтепродукты часто попадают в воду в результате аварий при перевозке их водным путем и в результате интенсивного судоходства, а также с хозяйственно-бытовыми сточными водами [49]. Нефть и продукты ее переработки представляют собой очень сложную, непостоянную по составу и разнообразию смесь веществ. Нефтепродукты находятся в различных миграционных формах: растворенной, эмульгированной, сорбированной на твердых частицах взвесей и донных отложений, в виде пленки на поверхности воды. При свежем загрязнении в водного объекта масса нефтепродуктов сосредоточена в пленке, но по мере удаления от источника загрязнения или с течением времени происходит перераспределение нефтепродуктов между основными формами. В присутствии нефтепродуктов изменяется цвет воды, pH, приобретает специфический вкус и запах, происходит ухудшение газообмена с атмосферой, что нарушает процессы самоочищения. Концентрация нефтепродуктов может существенно снижаться в результате протекающих в водоеме процессов (испарения, сорбции, биохимического и химического окисления).

При санитарно-химическом контроле в ходе анализа нефтепродуктов определяют суммарную их концентрацию во всех формах, существующих в отобранной пробе, – растворе, эмульсии, а также в виде, сорбированном как на взвешенных частицах, так и на стенках сосуда для отбора пробы [19].

Содержание нефтепродуктов в исследуемых пробах в 2011-2012 гг. варьирует в диапазоне от 0,04 до 0,53 мг/дм³, а в 2015-2016 гг. от 0,013 до 0,090 мг/дм³. Превышение значения ПДК – 0,05 мг/дм³, зафиксировано в 2011 году (точка Л2, Л3), в 2012 году в весенне-летний период (точка Л3) и в 2015 году в сентябре, ноябре (точка Л1, Л2). Максимальное превышение 10,6ПДК в точке Л2 за ноябрь 2011 года. Такое превышение можно объяснить наличием рядом лодочной станции и парковкой автомобилей вблизи водной поверхности. В целом наблюдается тенденция к снижению содержания нефтепродуктов в Лахтинском разливе.

В руководстве по качеству воды Муравьев характеризует фенолы как, «фенолы представляют собой производные бензола с одной или несколькими гидроксильными группами. Их принято делить на две группы - летучие и нелетучие фенолы. Фенолы в естественных условиях образуются в процессах метаболизма водных организмов, при биохимическом распаде и трансформации органических веществ, протекающих как в водной толще, так и в донных отложениях. Значительное загрязнение фенолами воды водоемов вызывает разложение древесины, происходящее при молевом сплаве леса» [19]. Антропогенными источниками загрязнения фенолами вод озер и рек являются сточные воды, поступающие от химических, коксо- и нефтехимических, целлюлозно-бумажных заводов. По данным РД «содержание фенолов в незагрязненных природных водах, как правило, не превышает десятых долей микрограмма в литре, редко повышаясь до единиц микрограмма в литре, например, при дефиците кислорода, обусловленном продолжительным подледным периодом на некоторых водных объектах. Повышение содержания фенолов свидетельствует о загрязнении водного объекта. Фенолы являются неустойчивыми веществами, они сравнительно легко окисляются химическим

путем и подвергаются биохимической деградации. Вследствие этого даже в загрязненных водах в существенных концентрациях они могут наблюдаться лишь при дефиците кислорода, при низких температурах, а также при отсутствии фенолразрушающих бактерий либо условий для их жизнедеятельности» [50]. Попадание фенолов в природные воды оказывает неблагоприятное воздействие на гидрохимический режим водного объекта - уменьшается содержание кислорода, увеличивается цветность, окисляемость; в результате химической и биохимической деструкции фенолов могут образоваться соединения более токсичные, чем сами фенолы [50].

Содержание фенолов в исследуемых пробах воды колеблется в диапазоне от 0,0008 мг/дм³ до 0,012 мг/дм³. Превышение значения ПДК – 0,001 мг/дм³ наблюдается во всех точках. Максимальное превышение 12 ПДК в точка Л1 2015 году. Превышения значения ПДК не равномерны. На рисунках 59-62 изображено распределение концентрации фенолов, на которых можно наблюдать, что наибольшее содержание фенолов приходится на 2015 год.

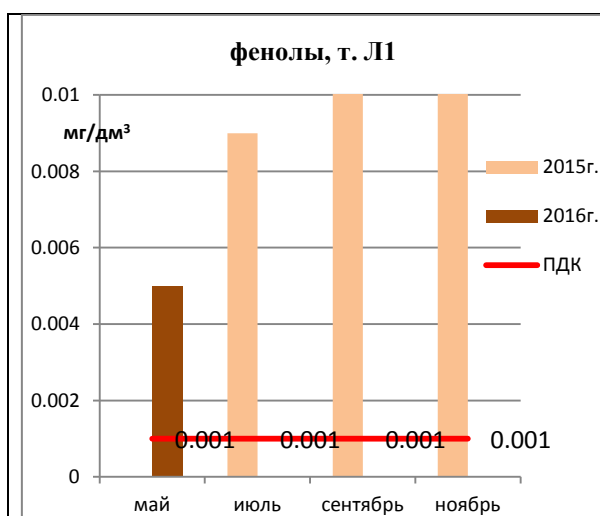


Рис.59 Концентрация фенолов в т. Л1

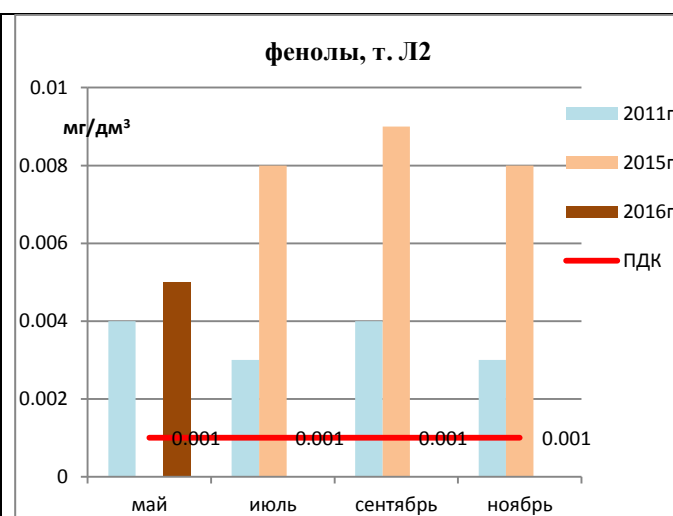
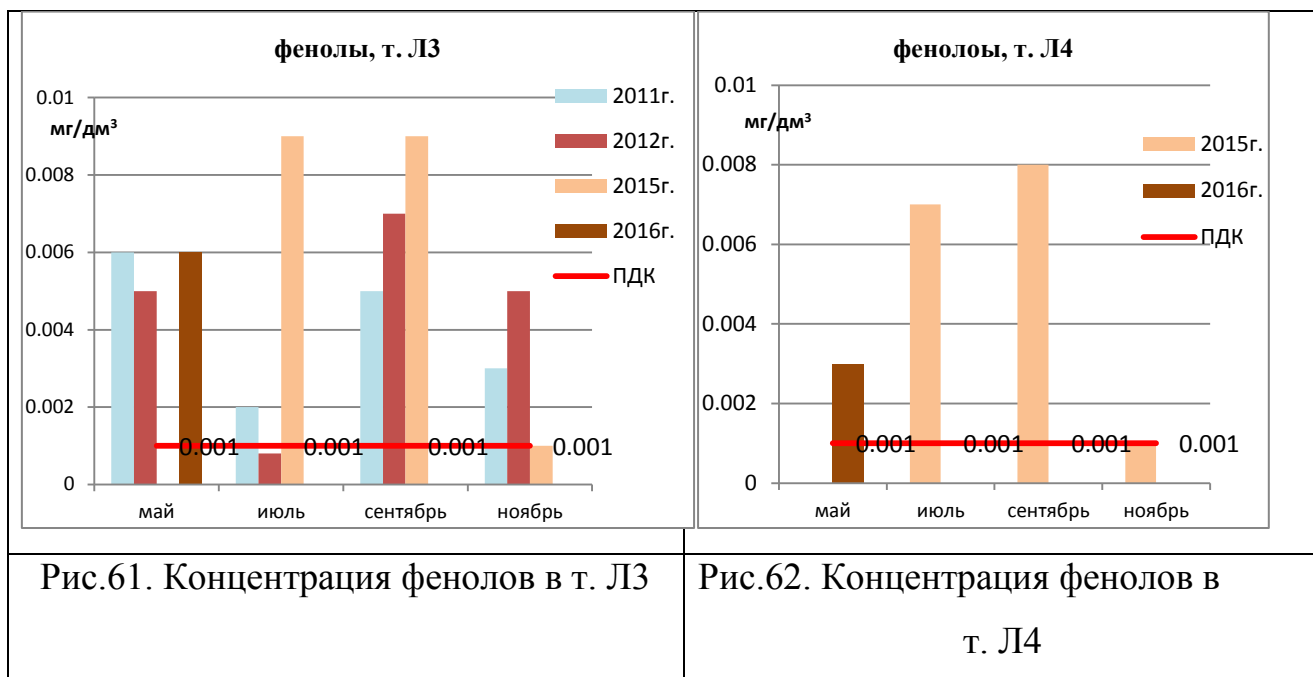


Рис.60. Концентрация фенолов в т. Л2



По сравнению с предыдущими годами концентрация фенолов возросла в среднем почти в 2 раза, что свидетельствует о загрязнении Лахтинского разлива.

Глава 4. Расчет индексов и оценка степени загрязненности Лахтинского разлива

4.1 Расчет индексов загрязнения воды Лахтинского разлива

Наблюдения за состоянием воды проводились в мае, июле, августе, октябре 2011г. по 15 обязательным показателям и 8 дополнительным из поверхностного и придонного горизонтов.

Наблюдения за состоянием воды в 2012 г. так же проводились на 2-х станциях мониторинга в мае, июле, сентябре и ноябре по 15 обязательным показателям. Пробы воды исследовались из поверхностного и придонного горизонтов.

Наблюдения за состоянием воды проводились в мае, июле, сентябре, ноябре 2015 г. по 15 обязательным показателям и 13 дополнительным из поверхностного горизонта. Так же наблюдения проводились в апреле в 2016 года. Данные результатов анализа проб воды за 2011-2012 гг., 2015-2016 гг. даны в Приложении Б, В.

По данным результатов анализа проб воды за 2011-2012 г. и 2015 г. по 9 показателям из 15 превышает предельно допустимое значение.

В таблице 3 представлены расчеты комплексных показателей загрязненности воды на станциях мониторинга водных объектов Юнтоловского заказника за 2011 год и 2012 год. Для расчета КПЗ в 2012 г. были взяты 10 показателей из 15 обязательных. Результаты измерений металлов (Fe, Cu, Zn, Ni, Mn) не учитывались, так как определялось их общее содержание в валовой форме. В таблице 4 представлен расчет комплексных показателей загрязненности воды на станциях мониторинга водных объектов Юнтоловского заказника за 2015 год.

Таблица 3 - Расчет комплексных показателей загрязненности проб воды за 2011-2012 гг. α_i - частота обнаружения концентраций, превышающих ПДК; $S_{\alpha i}$ - частный оценочный балл по повторяемости; β^- - среднее значение кратности превышения ПДК; $S_{\beta i}$ - частный оценочный балл по кратности превышения; S_i - обобщенный оценочный балл; S - комбинаторный индекс загрязненности воды, S' - удельный комбинаторный индекс загрязненности воды.

Водоток, место	Л2 (2011 г.)					Л3 (2011 г.)					Л3 (2012 г.)				
	α_i	$S_{\alpha i}$	β^-	$S_{\beta i}$	S_i	α_i	$S_{\alpha i}$	β^-	$S_{\beta i}$	S_i	α_i	$S_{\alpha i}$	β^-	$S_{\beta i}$	S_i
Растворенный кислород	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
БПК ₅	100	4	2,2	2,0	8	75	3,5	1,9	1,9	7	50	3	3,1	2,1	6
ХПК	100	4	2,9	2,1	8	100	4	3,0	2,0	9	100	4	2	2	8
Нитриты (NO ₂)	50	3	2,8	2,1	6	50	3	2,4	2,0	6	100	4	3,6	2,2	9
Нитраты (NO ₃)-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Аммоний(NH ₄)	75	3,5	1,7	1,8	5	100	4	1,5	1,5	6	75	3,5	5,4	2,4	9
Хлориды	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сульфаты	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нефтепродукты	75	3,5	4,8	2,3	7	75	4	1,4	1,4	6	25	2,5	1,2	1,2	3
Фенолы общие	100	4	3,5	2,2	9	100	4	4,0	2,5	10,0	100	4	4,2	2,3	9,1
Железо общее	100	4	7,1	2,6	10,5	100	4	4,9	2,4	9,4	100	4	17,5	3,2	12,8
Mn	75	3,5	1,3	1,3	4	75	3,5	2,9	2,1	7	-	-	-	-	-
Cu	75	3,5	8,3	2,8	8	75	3,5	4,0	2,5	9	-	-	-	-	-
Zn	100	4	2,1	2,0	8	100	4	2,3	2,0	8	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S=74,8		S`=5			S=77	S`=5,1				S=56,7	S`=5,7			

Таблица 4 - Расчет комплексных показателей загрязненности проб воды за 2015 год. α_i - частота обнаружения концентраций, превышающих ПДК; $S_{\alpha i}$ - частный оценочный балл по повторяемости; β^- - среднее значение кратности превышения ПДК; $S_{\beta i}$ - частный оценочный балл по кратности превышения; S_i - обобщенный оценочный балл; S - комбинаторный индекс загрязненности воды, S' - удельный комбинаторный индекс загрязненности воды.

Водоток, место	Л1					Л2					Л3					Л4				
	α_i	$S_{\alpha i}$	β^-	$S_{\beta i}$	S_i	α_i	$S_{\alpha i}$	β^-	$S_{\beta i}$	S_i	α_i	$S_{\alpha i}$	β^-	$S_{\beta i}$	S_i	α_i	$S_{\alpha i}$	β^-	$S_{\beta i}$	S_i
Растворенный кислород	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
БПК5	75	3,5	1,5	1,5	5,3	75	3,5	1,8	1,9	7	50	3	1,7	1,6	5	75	3,5	1,2	1,2	4
ХПК	100	4	2,9	2,1	8,5	100	4	3,4	2,2	9	100	4	2,0	2,0	8	100	4	2,6	2,1	8
Нитриты (NO2)	75	3,5	2,5	2,1	7,2	75	3,5	2,8	2,1	7	75	4	3,8	2,0	8	75	4	3,0	2,0	8
Нитраты (NO3)-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Аммоний(NH4)	100	4	4,6	2,3	9,3	100	4	6,6	2,6	10,3	75	3,5	2,7	2,1	7	75	3,5	3,6	2,2	8
Хлориды	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сульфаты	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нефтепродукты	50	3	1,4	1,4	4,2	25	2,75	1,0	1,0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Фенолы общие	75	3,5	10,6	3,0	10,6	75	3,5	8,5	2,8	8	75	3,5	6,3	2,5	9	75	3,5	5,2	2,4	8
Железо общее	100	4	8,3	2,8	11,2	100	4	8,2	2,8	11,1	100	4	5,6	2,4	10	100	4	6,2	2,5	10
Mn	100	4	7,0	2,6	10,5	100	4	7,3	2,7	10,7	50	3	7,8	2,7	8	75	3,5	6,4	2,6	9
Cu	100	4	3,1	2,1	9	100	4	3,2	2,1	8,6	100	4	2,3	2,0	8	100	4	2,3	2,0	8
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S=75,3	S`=5				S=72,7	S`=4,8				S=63	S`=4,2				S=63,3	S`=4,2			

4.2 Оценка степени загрязненности вод Лахтинского разлива и Финского залива

Превышение ПДК в точке Л1 за 2015 год наблюдалось по 9 ингредиентам химического состава воды из 15, учтенных в комплексной оценке качества воды. Значение коэффициента комплексности загрязненности (КПЗ) воды в среднем составляет 51,7%, что свидетельствует о высокой комплексности загрязнения воды в течение года.

В течение года для воды в точке Л1 по многим загрязняющим показателям, была характерна устойчивая загрязненность, что подтверждалось наибольшими значениями частного оценочного балла по повторяемости ($S_d=4$). Согласно классификации воды по повторяемости случаев загрязненности, загрязненность воды по рассматриваемым показателям определяется как «характерная». По БПК₅, нитрит-ионам, фенолам загрязненность воды определяется как «устойчивая», а по нефтепродуктам как «неустойчивая». Уровень загрязненности воды этими показателями различен. По кратности превышения ПДК степень загрязненности воды изменялась в течение года – от «низкой» до «высокой». По биохимическому потреблению кислорода, нефтепродуктов наблюдается «низкий» уровень загрязненности воды. Значение частых оценочных баллов для этих ингредиентов не превышали 1,52; 1,4 соответственно. По химическому потреблению кислорода, нитрит-ионов, аммоний-ионов, соединениям железа, марганцу и меди отмечался «средний» уровень загрязнения. Частные оценочные баллы для них составили соответственно 2,12; 2,06; 2,32; 2,79; 2,63; 2,14. Для фенолов характерен «высокий» уровень загрязненности, частный оценочный балл составил 3,02.

Наибольшая доля вносимая в общую оценку степени загрязненности воды приходится на соединения меди, марганца, железа, фенолы и аммоний-ион. Общие оценочные баллы этих ингредиентов составляют 9; 10,5; 11,2; 10,6; 9,3 соответственно, что относит их к критическим показателям загрязненности воды этого водного объекта.

Таким образом, степень загрязненности воды Лахтинского разлива в точке Л1 в течение 2015 года характеризовалась как «очень грязная», что обусловлено нарушением нормативов по 9 показателям. Из числа последних особо выделяются своим загрязняющим эффектом пять показателей химического состава воды: соединения меди, марганца, железа, фенолы и аммоний-ион. По каждому из них в 2015 г. наблюдалась характерная загрязненность высокого уровня.

В точке Л2 превышение ПДК за 2011 год наблюдалось по 10 показателям химического состава воды из 15 учтенных в комплексной оценке качества вод. Значение КПЗ воды в среднем составляя 56,7%, что свидетельствовало о высокой комплексности загрязнения воды в этой точке в течение всего года.

Для многих загрязняющих ингредиентов в течение года характерна устойчивая загрязненность, что подтверждается наибольшими значениями частных оценочных баллов по повторяемости ($S_a=4$). Согласно классификации воды по повторяемости случаев загрязненности, загрязненность воды по всем рассматриваемым ингредиентам определяется как «характерная». По аммоний-ионам, нефтепродуктам, соединениям марганца и меди загрязненность воды определяется как «устойчивая», а по нитрит-ионам как «неустойчивая». Уровень загрязненности воды по этим ингредиентам различен. По кратности превышения ПДК степень загрязненности воды изменялась в течение года – от «низкой» до «средней». По аммоний-ион и марганцу наблюдается «низкий» уровень загрязненности воды. Значение частых оценочных баллов для этих ингредиентов не превышали 1,75; 1,3. По биохимическому потреблению кислорода, химическому потреблению кислорода, нитрит-ионов, нефтепродуктов, соединениям железа, меди и цинка имел место «средний» уровень загрязнения. Частные оценочные баллы для них составили соответственно 2,03; 2,12; 2,11; 2,35; 2,19; 2,63; 2,79; 2,01.

Наибольшую долю общую оценку степени загрязненности воды вносят соединения железа и фенолы. Общие оценочные баллы этих ингредиентов

составляют 10,5 и 9 соответственно, что относит их к критическим показателям загрязненности воды этого водного объекта.

Таким образом, степень загрязненности воды в точке Л2 за 2011 год характеризовалась как грязная, что обусловлено нарушением существующих нормативов по 10 показателям. Из числа последних особо выделяются своим высоким загрязняющим эффектом два показателя химического состава воды: соединения железа и фенолы. По каждому из них наблюдалась характерная загрязненность высокого уровня.

В 2015 году превышение ПДК наблюдалось по 9 ингредиентам химического состава из 15 учтенных в комплексной оценке качества воды. КПЗ воды в среднем составляет 50%, что свидетельствует о высокой комплексности загрязнения воды в точке Л2.

Для многих загрязняющих ингредиентов в течение года характерна устойчивая загрязненность, что подтверждается наибольшими значениями частных оценочных баллов повторяемости. Согласно классификации воды по повторяемости случаев загрязненности, загрязненность воды по многим рассматриваемым показателям определяется как характерная, а так же как «устойчивая». По нефтепродуктам загрязненность воды определяется как «единичная». Уровень загрязненности воды этими ингредиентами различен. По кратности превышения ПДК степень загрязненности воды изменялась в течение года – от «низкой» до «средней». По биохимическому потреблению кислорода и нефтепродуктам наблюдался «низкий» уровень загрязненности воды. Значения частных оценочных баллов для этих ингредиентов не превышали 1,87 и 1 соответственно. По соединениям железа, марганца, меди, фенолов, аммоний-ион, нитрит-ион, химическое потребление кислорода имел место «средний» уровень загрязненности. Частные оценочные баллы для них составили соответственно 2,78; 2,67; 2,14; 2,8; 2,58; 2,11; 2,18. Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды вносят соединения железа, марганца и меди, аммоний-ион, химическое потребление кислорода. Общие оценочные баллы этих ингредиентов составляют 11,1; 10,7; 9; 10,3; 9

соответственно, что относит их к критическим показателям загрязненности воды.

Таким образом, степень загрязненности воды в точке Л2 в течение 2015 года характеризовалась как «очень грязная», что обусловлено нарушением существующих нормативов по 9 показателям. Из числа последних особо выделяются своим высоким загрязняющим эффектом пять показателей химического состава воды: соединения железа, марганца, меди, химическое потребление кислорода аммоний-ион. По каждому из них в 2015 году наблюдалась характерная загрязненность высокого уровня.

В точке Л3 в 2011 году превышение ПДК наблюдалось по 10 показателям химического состава воды из 15 учтенных в комплексной оценке качества воды. КПЗ воды в среднем составляет 46,7%, что свидетельствовало о высокой комплексности загрязнения воды в течение года.

Для многих загрязняющих ингредиентов в течение года характерна устойчивая загрязненность, что подтверждается наибольшими значениями частных оценочных баллов по повторяемости ($S_a=4$). Согласно классификации воды по повторяемости случаев загрязненности, загрязненность воды по многим рассматриваемым ингредиентам определяется как «характерная» и «устойчивая». По нитрит-ионам загрязненность воды определяется как «неустойчивая». Уровень загрязненности воды этими показателями различен. По кратности превышения ПДК степень загрязненности воды изменялась в течение года – от «низкой» до «средней». По биохимическому потреблению кислорода, аммоний-ион, нефтепродуктов наблюдается низкий уровень загрязненности воды. Значение частых оценочных баллов для этих ингредиентов не превышали 1,91; 1,53; 1,4 соответственно. По химическому потреблению кислорода, нитрит-ионов, аммоний-ионов, фенолов, соединениям железа, марганцу, меди и цинка имел место средний уровень загрязнения. Частные оценочные баллы для них составили соответственно 2,15; 2,06; 2,5; 2,36; 2,12; 2,5; 2,04.

Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды вносят соединения меди, железа, фенолы и химическое потребление кислорода. Общие оценочные баллы этих ингредиентов составляют 9; 9,4; 10; 9 соответственно, что относит их к критическим показателям загрязненности воды этого водного объекта.

Таким образом, степень загрязненности воды в точке ЛЗ в течение 2011 года характеризовалась как «очень грязная», что обусловлено нарушением существующих нормативов по 10 показателям. Из числа последних особо выделяются своим загрязняющим эффектом четыре показателя химического состава воды: соединения меди, железа, фенолы и химическое потребление кислорода. По каждому из них в 2011 г. наблюдалась характерная загрязненность высокого уровня.

В 2012 году превышение ПДК наблюдалось по 6 показателям химического состава воды из 11 учтенных в комплексной оценке качества воды определяемых. Значение КПЗ воды в среднем составляет 43,3%, что свидетельствовало о высокой комплексности загрязнения воды в течение года.

Для многих загрязняющих ингредиентов в течение года характерна устойчивая загрязненность, что подтверждается наибольшими значениями частных оценочных баллов по повторяемости ($S_a=4$). Согласно классификации воды по повторяемости случаев загрязненности, загрязненность воды по многим рассматриваемым ингредиентам определяется как «характерная». По аммоний-ионам загрязненность воды определяется как «устойчивая», по БПК₅ как «неустойчивая», а по нефтепродуктам как «единичная». Уровень загрязненности воды этими показателями различен. По кратности превышения ПДК степень загрязненности воды изменялась в течение года – от «низкой» до «высокой». По нефтепродуктам наблюдается низкий уровень загрязненности воды, значение частого оценочного балла не превышает 1,2. По биохимическому и химическому потреблению кислорода, нитрит-ионов, аммоний-ионов, фенолов имел место средний уровень загрязнения. Частные оценочные баллы для них составили соответственно 2,14; 2,03; 2,2; 2,43; 2,27.

Для соединений железа высокий уровень загрязненности, частный оценочный балл составил 3,19.

Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды вносят нитрит-ионы, аммоний-ион, фенолы, соединения железа. Общие оценочные баллы этих ингредиентов составляют 9; 9; 9,1; 12,8; соответственно, что относит их к критическим показателям загрязненности воды этого водного объекта.

Таким образом, степень загрязненности воды в точке ЛЗ в течение 2012 года характеризовалась как «очень грязная», что обусловлено нарушением существующих нормативов по 6 показателям. Из числа последних особо выделяются своим загрязняющим эффектом четыре показателя химического состава воды: нитрит-ионы, аммоний-ион, фенолы, соединения железа. По каждому из них в 2012 г. наблюдалась характерная загрязненность высокого уровня.

В 2015 году превышение ПДК наблюдалось по 8 показателям химического состава воды из 15 учтенных в комплексной оценке качества воды определяемых. Значение КПЗ в среднем составляет 41,7%, что свидетельствовало о высокой комплексности загрязнения воды в течение года.

Для многих загрязняющих ингредиентов в течение года характерна устойчивая загрязненность, что подтверждается наибольшими значениями частных оценочных баллов по повторяемости ($S_a=4$). Согласно классификации воды по повторяемости случаев загрязненности, загрязненность воды по многим рассматриваемым ингредиентам определяется как «характерная» и «устойчивая». По БПК₅ и марганцу загрязненность определяется как «неустойчивая». Уровень загрязненности воды этими показателями различен. По биохимическому потреблению кислорода наблюдается низкий уровень загрязненности воды, значение частого оценочного балла не превышает 1,6. По химическому потреблению кислорода, нитрит-ионов, аммоний-ионов, фенолов, соединений железа, марганца и меди имел место средний уровень загрязнения.

Частные оценочные баллы для них составили соответственно 2,02; 2; 2,09; 2,53; 2,45; 2,72; 2,04.

Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды вносят фенолы, соединения железа. Общие оценочные баллы этих ингредиентов составляют 9; 10 соответственно, что относит их к критическим показателям загрязненности воды этого водного объекта.

Таким образом, степень загрязненности воды в точке ЛЗ в течение 2015 года характеризовалась как грязная, что обусловлено нарушением существующих нормативов по 8 показателям. Из числа последних особо выделяются своим загрязняющим эффектом два показателя химического состава воды: фенолы, соединения железа. По каждому из них в 2015 г. наблюдалась характерная загрязненность высокого уровня.

В точке Л4 превышение ПДК за 2015 год наблюдалось по 8 показателям химического состава воды из 15 учтенных в комплексной оценке качества воды. КПЗ воды в среднем составляет 43,3%, что свидетельствует о высокой комплексности загрязнения воды в этой точке в течение всего года.

Для некоторых загрязняющих ингредиентов в течение года характерна устойчивая загрязненность, что подтверждается наибольшими значениями частных оценочных баллов по повторяемости ($S_a=4$). Согласно классификации воды по повторяемости случаев загрязненности, загрязненность воды по рассматриваемым ингредиентам определяется как «характерная». По БПК₅, нитрит-ионам, аммоний-ионам, фенолам, марганцу загрязненность воды определяется как «устойчивая». Уровень загрязненности воды по этим ингредиентам различен. По биохимическому потреблению кислорода наблюдается низкий уровень загрязненности воды, значение частого оценочного балла не превышал 1,17. По химическому потреблению кислорода, нитрит-ионов, аммоний-ионов, фенолов, соединениям железа, марганца, меди и цинка имел место средний уровень загрязнения. Частные оценочные баллы для них составили соответственно 2,08; 2,17; 2,2; 2,4; 2,52; 2,55; 2,04.

Наибольшую долю общую оценку степени загрязненности воды вносят соединения железа и марганца. Общие оценочные баллы этих ингредиентов составляют 10 и 9 соответственно, что относит их к критическим показателям загрязненности воды этого водного объекта.

Таким образом, степень загрязненности воды в точке Л4 за 2015 год характеризовалась как «грязная», что обусловлено нарушением существующих нормативов по 8 показателям. Из числа последних особо выделяются своим высоким загрязняющим эффектом два показателя химического состава воды: соединения железа и марганца. По каждому из них наблюдалась характерная загрязненность высокого уровня.

За весь период наблюдений водного объекта отмечается высокое содержание железа во всех точках. Так же он является ведущим ингредиентом в оценки загрязненности воды. На рисунке 63 изображена гистограмма со среднегодовой концентрацией (обобщенный оценочный балл (S_i)).

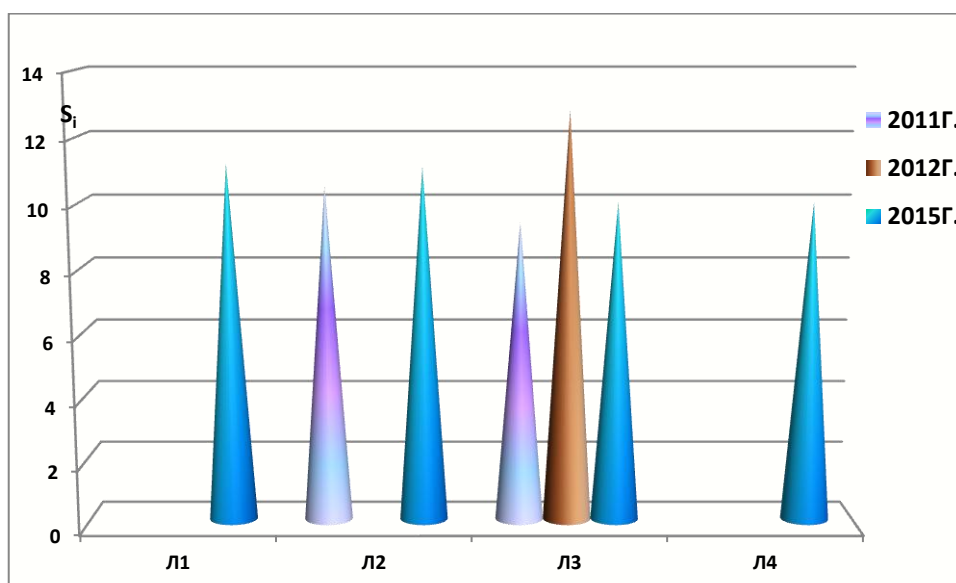


Рис.63. Распределения обобщенного оценочного балла по железу

Значение комбинаторного индекса максимально высокое в точке Л4 за 2011 год. На рисунке 64 показана сравнительная оценка комбинаторного индекса загрязнения воды (КИЗВ). В 2015 году наибольшее значение

комбинаторного индекса в точках Л1 и Л2, за счет большего количества показателей превышающих ПДК.

В точке Л4 в период с 2011 по 2012 года и в 2015 году наблюдается равномерное изменение значения КИЗВ. В точке Л4 в 2015 году в сравнении с 2011 году отмечается незначительное снижение индекса загрязненности. В целом значение КИЗВ в 2015 году характеризуется понижением, чем в 2011 году, но остается выше, чем в 2012 году.

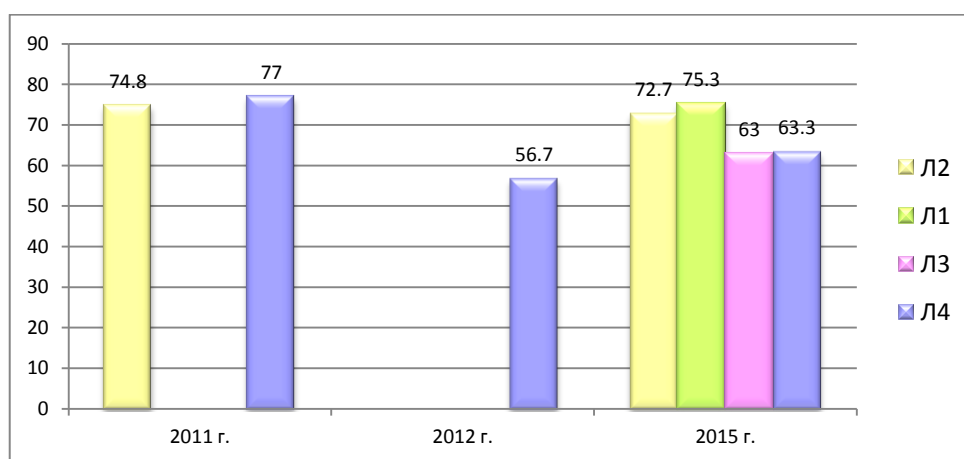


Рис.64. Значение комбинаторного индекса

Состояние воды Лахтинского разлива в период наблюдений 2011-2012 г и 2015 г. по 15 основным показателям характеризуется как «очень грязная». Относится к 4 классу разряд «б». Значение коэффициента комплексности загрязненности воды в среднем составляет 47,6% и характеризуется высоким уровнем загрязнения по комплексу ингредиентов и показателей качества. Частный оценочный балл по повторяемости случаев превышения ПДК варьируется в диапазоне от 1 до 3,19, что характерно для высокого уровня загрязненности воды. Основными загрязнителями водного объекта за весь период наблюдений являются соединения железа, фенолы, нитрит-ионы, соединения марганца и меди, аммоний-ион, ХПК, нитрит-ион.

Глава 5. Оценка качества донных отложений озера Лахтинский разлив

5.1 Нормирование загрязняющих веществ в донных отложениях

В Российской Федерации в настоящее время не существует нормативно закреплённых характеристик качества донных отложений по уровню концентрации в них загрязняющих веществ.

Оценку степени загрязнённости донных отложений проводят в соответствии с международными нормативами на основе соответствия уровней содержания загрязняющих веществ критериям «Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95» установленными в Голландии («Голландские листы»).

Оценка загрязнённости донных отложений проводилась в соответствии с региональным нормативом «Нормы и критерии оценки загрязнённости донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга», за основу которого приняты «Голландские листы».

Для пересчёта данных химико-аналитических исследований проб донных отложений на «стандартные» были рассчитаны их средние значения, так как донные отложения представляют собой гораздо более инертную среду, чем вода, и их физические, и химические характеристики в течение года изменялись незначительно. Пересчёт концентраций загрязняющих веществ в нестандартных донных отложениях на концентрации их в стандартных донных отложениях проводились согласно п. 5.2 регионального норматива.

В таблице 5 и 6 представлены средние за период наблюдения (2011г. и 2012г.) результаты исследования донных отложений, приведённые к стандартным отложениям.

Таблица 5 - Средние за 2011г. результаты исследования донных отложений Лахтинского разлива, приведенные к стандартным отложениям.

Участок		Уровни			ЮЗ-1	Л2	Л3
точка отбора	Ед. изм.	Целевой	Предельный	Проверочный	участок максимальной глубины	Западная часть	южная часть
рН	ед. рН				6,5	5,8	6,0
Влажность	%				20,2	28,6	33
Зольность	%				98,7	98,1	99,7
Мышьяк	мг/кг	29	55	55	1,0	0,4	0,4
Кадмий	мг/кг	0,8	2	7,5	0,47	0,61	0,38
Медь	мг/кг	35	35	90	35,8	24,2	4,5
Хром	мг/кг	100	380	380	84,7	70,9	15,3
Ртуть	мг/кг	0,3	0,5	1,6			
Цинк	мг/кг	140	480	720	134	169	57
Нефтепродукты	мг/кг	180	1000	3000	416	1024	820
бенз(а)пирен	мг/кг	1	1	10	не опред.	не опред.	не опред.
Гранулометрический состав							
>1,0 мм,	%				0	0	11,9
1,0-0,5 мм,	%				0	1,3	14
0,5-0,25 мм,	%				0	2,3	30,3
0,25-0,1 мм,	%				0	2,4	1,1
0,1-0,05 мм,	%				0	21,2	37
0,05-0,01 мм,	%				65	51	1
0,01-0,002 мм,	%				0,7	11,4	3,6
<0,002 мм,					34	10,3	1,1

Таблица 6 - Средние за 2012 г. результаты исследования донных отложений Лахтинского разлива, приведенные к стандартным отложениям.

Участок		Уровни			ЮЗ-1	Л3
точка отбора	Ед. изм.	Целевой	Предельный	Проверочный	участок максимальной глубины	южная часть
рН	ед. рН				6,9	7,0
Влажность	%				67,2	17,2
Зольность	%				96,4	99,5
Мышьяк	мг/кг	29	55	55	1,1	1,0
Кадмий	мг/кг	0,8	2	7,5	0,32	0,09
Медь	мг/кг	35	35	90	33	12,8
Хром	мг/кг	100	380	380	30	4,4
Ртуть	мг/кг	0,3	0,5	1,6	0,045	0,015
Цинк	мг/кг	140	480	720	51	21,1
Нефтепродукты	мг/кг	180	1000	3000	123	304
бенз(а)пирен	мг/кг	1	1	10	0,04	0,02
Гранулометрический состав						

> 10,0	%				0,01	15,1
10,0-5,0	%				0,01	5,5
5,0-2,0	%				0,01	7,2
2,0-1,0	%				0,01	12,3
0,5-0,25	%				0,04	23,7
0,1 – 0,05	%				10,2	1,3
0,05-0,01	%				21,4	0,01
0,01-0,005	%				13,2	0,01
0,005-0,002	%				4,5	0,01
<0,002	%				50,5	0,01

Большинство концентраций загрязняющих веществ ниже целевого уровня, такие донные отложения считаются «чистыми» и относятся к 0 классу.

В 2011 г. концентрация нефтепродуктов в т. ЮЗ-1 и ЛЗ находилась, между целевым и предельным уровнями и принадлежат к I классу. По этому показателю донные отложения в этих точках считаются «слабозагрязненными». В т. Л2 выше целевого уровня находился цинк, а нефтепродукты были выше предельного уровня. По концентрации цинка донные отложения относятся к I классу и считаются «слабозагрязненными», а по нефтепродуктам ко II классу и считаются «умеренно загрязненными». В 2012 г. превышение целевого уровня наблюдается только в т. ЛЗ по нефтепродуктам.

5.2. Результаты химико-аналитических исследований

Донные отложения играют важную экологическую роль в водном объекте, являясь своеобразным индикатором загрязнения вод. Они принимают участие во вторичном загрязнении воды, а так же в самоочищении водного объекта. По их загрязненности можно определить качество и количество загрязняющих веществ на протяжении определенного времени.

В результате химико-аналитических исследований в пробах донных отложений были определены: водородный показатель (рН) водной вытяжки, содержание органического вещества, кислоторастворимые формы мышьяка, кадмия, меди, хрома, ртути и цинка, нефтепродукты, бенз(а)пирен.

Значение pH донных отложений менялось в диапазоне от 5,8 ед. pH до 7,0 ед. pH. На рисунке 65 можно наблюдать, что значение pH в 2012 году увеличилось по сравнению с 2011 годом.

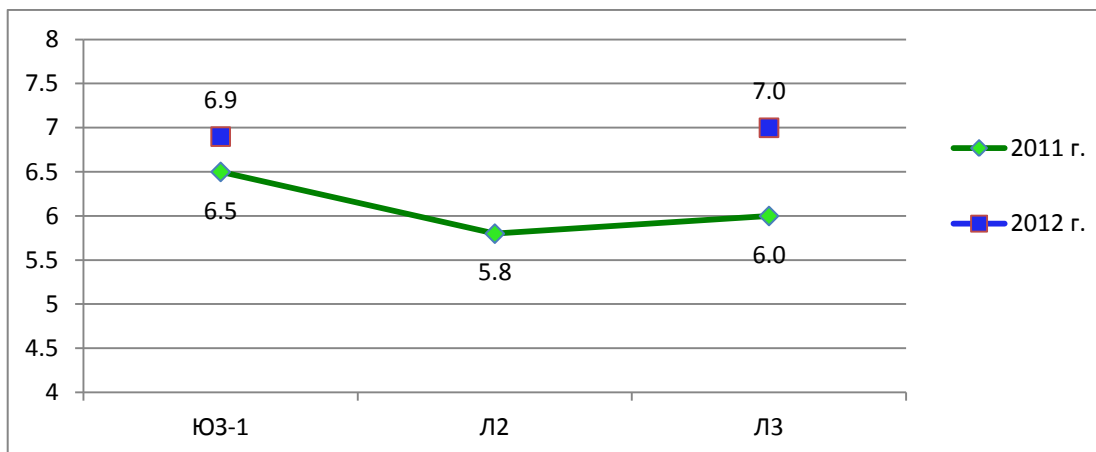


Рис.65. Значение pH водной вытяжки

По результатам определения pH водной вытяжки донные отложения в 2011 году во всех точках характеризуются как слабокислые, в 2012 году – нейтральные.

Концентрации металлов в донных отложениях Лахтинского разлива в течение 2011- 2012 гг. изменялась в диапазоне: мышьяк – (0,4 - 1,0) мг/кг; кадмий – (0,09 - 0,61) мг/кг; медь – (4,5 - 35,8) мг/кг; хром – (4,4 - 84,7) мг/кг; цинк – (21,1 – 169) мг/кг. Превышение допустимой концентрации наблюдалось по меди 1,02ДК и по цинку 1,2ДК, для остальных тяжелых металлов превышение допустимой концентрации не обнаружено. В 2011 году содержание ртути в донных отложениях не определялось.

На рисунке 66 и 67 показана сравнительная оценка средних значений стандартных отложений за 2011г. и 2012г. по металлам (медь, кадмий, хром, мышьяк, цинк, ртуть).

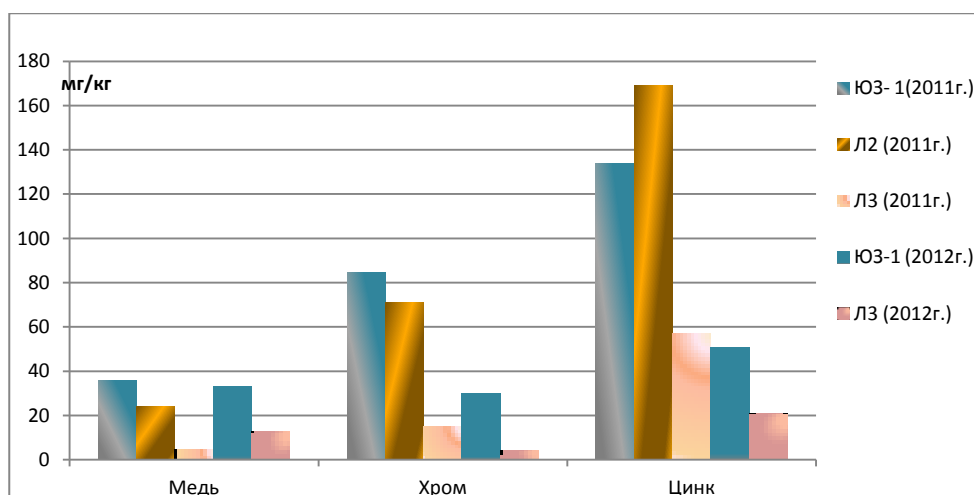


Рис.66. Сравнительная оценка средних значений по меди, кадмию цинку.

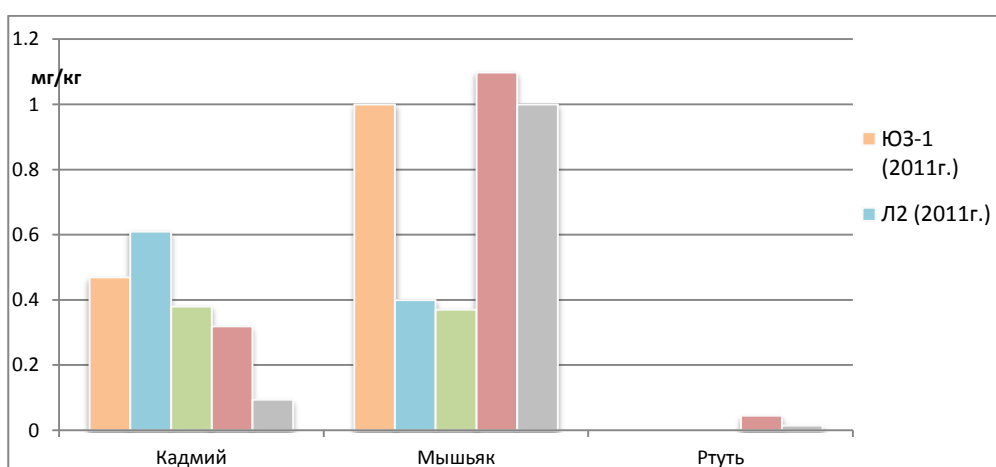


Рис.67. Сравнительная оценка средних значений по кадмию, мышьяку и ртути.

Наибольшая концентрация цинка, хрома, меди и кадмия наблюдается в 2011 году, а в 2012 году наоборот наблюдается снижение. Концентрация мышьяка возросла по сравнению с 2011 годом, особенно в точке Л3 в 2,5 раза. Также наблюдалось повышенное содержание некоторых металлов, таких как хром, кадмий, медь, цинк концентрация которых была на близка к границе значения допустимой концентрации.

Содержание нефтепродуктов в донных отложениях (рисунок 68) изменялось в пределах (123-1024) мг/кг донных отложений, среднее значение составило 537 мг/кг. Максимальная концентрация была зафиксирована в точке Л2 в 2011 году, превысившая предельный уровень. Также весьма высокие значения наблюдались в 2012 году в точке Л3. Наиболее загрязненные донные

отложения были в 2011 году, они превышали допустимую концентрацию, определенную в «голландских листах» для донных отложений в среднем в 12 раз. По сравнению с 2011 годом в 2012 году содержание нефтепродуктов снизилось почти в 2 раза.

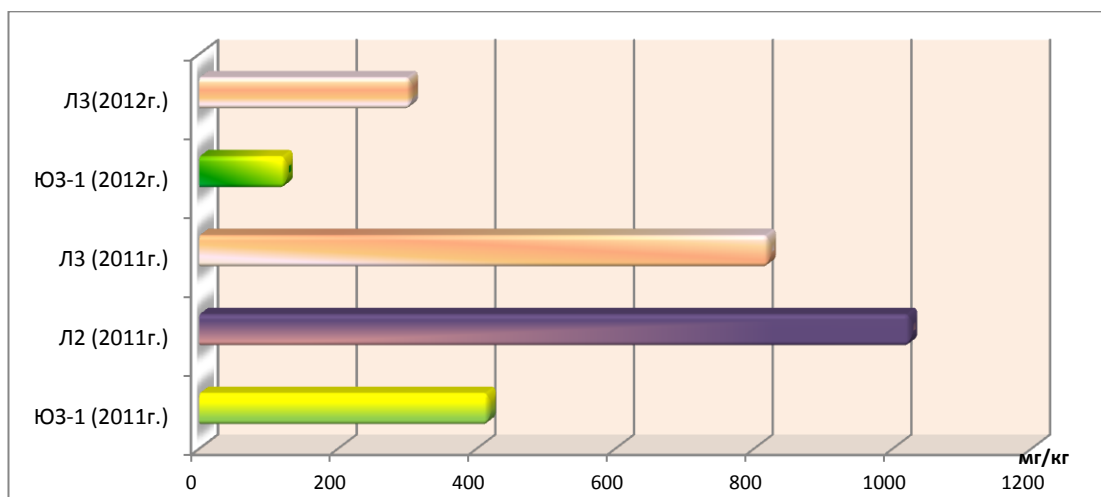


Рис. 68. Содержание нефтепродуктов в пробах донных отложений

Содержание бенз(а)пирена в 2011 году в донных отложениях не определялось. В среднем за 2012 год содержание бенз(а)пирена составило 0,03 мг/кг. Допустимую концентрацию не превышает.

Состояние донных отложений озера Лахтинский разлив в период наблюдений 2011-2012 г. характеризуется как слабозагрязненные. Однако в точке Л2 донные отложения характеризуются как умеренно загрязненные. Главным загрязнителем донных отложений являются нефтепродукты. Так же свой вклад в загрязнение донных отложений вносят соединения цинк, меди и хрома, которые имеют высокое содержание, а некоторые превышают ДК.

Глава 6. Оценка качества почв прибрежной зоны Лахтинского разлива и Финского залива

6.1 Нормирование загрязняющих веществ в почве

Для оценки степени загрязнения почв химическими веществами используются критерии гигиенической оценки, такие как предельно допустимая концентрация (ПДК), или ориентировочно допустимая концентрация (ОДК).

Согласно (МУ 2.1.7.730-99) «предельно допустимая концентрация (ПДК) химического вещества в почве представляет собой максимальную концентрацию (мг/кг) которая не вызывает прямого или косвенного воздействия на среду, не нарушает процессы ее самоочищения и не оказывает негативное воздействие на человека. Обоснование ПДК загрязняющих веществ в почве базируется на экспериментальном определении 4 показателей вредности: транслокационный, миграционный водный, миграционный воздушный и общесанитарный. Наименьший из обоснованных уровней содержания является лимитирующим и принимается за ПДК».

Ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) в почве устанавливается расчетным методом.

При контроле за состоянием почв предпочтительно руководствоваться ПДК. Для наблюдения за состоянием почвы используются нормативы, установленные для разных форм химических веществ в почве: валовых, подвижных или водорастворимых. При наличии аналитических данных по различным формам содержания вещества оценку проводят по более «жесткому» нормативу [6].

Министерство природных ресурсов и экологии РФ контролирует валовое содержание в почвах девяти тяжелых металлов [21]. Для одних металлов приняты ПДК (ванадий, марганец, свинец), для других – ОДК (кадмий, медь, никель, цинк), для третьих, не имеющих нормативов (кобальт, хром), степень загрязнения почвы определяется по эмпирическому критерию: превышение четырех фоновых значений.

В таблице 7 дана информация о ПДК(ОДК) тяжелых металлов в почве. Для оценки концентраций металлов в подвижной форме использовался гигиенический норматив ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве», для концентраций металлов в кислоторастворимой форме ГН 2.1.7.2042-06 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве».

Таблица 7 - Предельно допустимые концентрации (ПДК) и Ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) в почвах

Название вещества	ПДК валовое содержание, мг/кг	ПДК подвижная форма, мг/кг	ОДК, валовое содержание, мг/кг
Медь	-	3	-
Кадмий	-	2	а) песчаные и супесчаные - 0,5 б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl<5,5 – 1,0 в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl>5 - 2,0
Хром	-	6	-
Мышьяк	-	2	-
Цинк	-	23,0	а) песчаные и супесчаные - 55 б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl<5,5 - 110 в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCL>5 - 220
Свинец	32,0	6,0	а) песчаные и супесчаные - 32 б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl<5,5 - 65 в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCL>5 - 130
Марганец	-	140	-
Никель	-	4	-
Ртуть	2,1	-	-
Нефтепродукты	1000	-	-
Бенз(а)пирен	0,002	-	-

6.2 Методы химико-аналитических исследований

Анализ отобранных проб почвы выполнялся по методикам, внесенным в Государственный реестр методик количественного химического анализа и

оценки состояния объектов окружающей среды, допущенных для целей государственного контроля и мониторинга (методики ПНД Ф). В приложении А приведен список методик.

Кислоторастворимые формы извлекались 5М азотной кислотой, подвижная форма элемента извлекается из почвы ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,8. Измерение концентрации металлов и мышьяка в вытяжках почв проводили на атомно-абсорбционном спектрометре с электротермической атомизацией МГА-915М. Бенз(а)пирен определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) в соответствии с методикой ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:39-2003.

6.3 Результаты химико-аналитических исследований почв

В результате химико-аналитических исследований в пробах почвы были определены: водородный показатель (рН) водной и солевой (KCl) вытяжки, содержание органического вещества, кислоторастворимые и подвижные формы кадмия, свинца, меди, цинка, никеля, хрома, марганца мышьяка, валовая ртуть. В приложении Г представлены результаты измерений.

Активная (актуальная) кислотность по значению рН водной вытяжки почвы находится в диапазоне от 6,3 ед. рН до 7,2 ед. рН (рисунок 69).

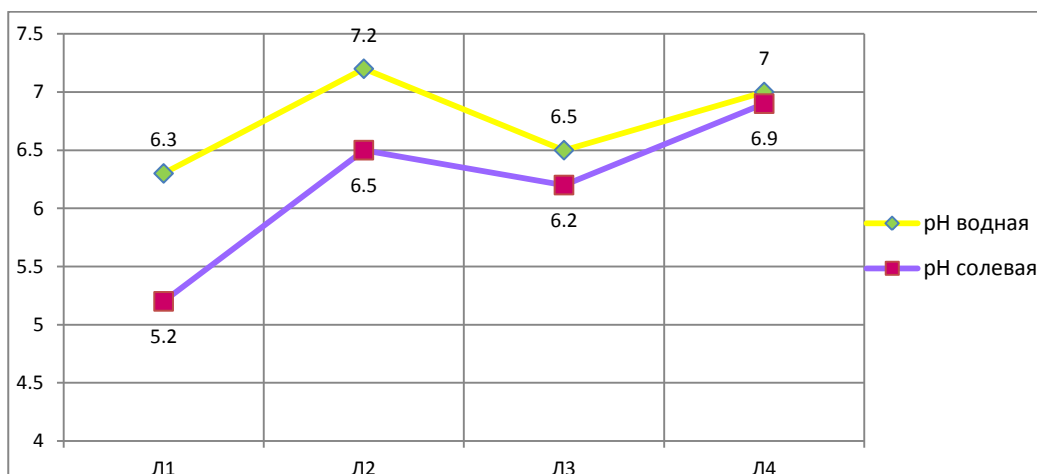


Рис. 69. Значение рН водной и солевой вытяжек

Почва в точках Л1 и Л3 характеризуется как слабокислая, почвы в точках Л2, Л4 – слабощелочные.

Потенциальная обменная кислотность по значению рН солевой вытяжки колебалась в диапазоне от 5,2 ед. рН до 7,0 ед. рН. По результатам определения рН солевой вытяжки почвы в точке Л1 – слабокислые, почвы в точках Л2, Л3, Л4 – нейтральные.

Низкие значения электропроводимости водной вытяжки почв (37 – 146) мкСм/см указывают на то, что почвы содержат очень незначительные количества солей и конечно не засолены.

По информации (МУ 2.1.7.730-99) «опасность загрязнения почвы тем выше, чем меньше буферная способность почвы. Под буферной способностью понимается способность почвы противостоять изменениям концентрации почвенного раствора. Барьерная функция предотвращает вторичное загрязнение сопредельных с ней среды и зависит от значения рН, гранулометрического состава и содержания гумуса. Чем ниже значение рН тем больше возрастает подвижность загрязняющих веществ, а более легкий механический состав уменьшает поглонительную способность почв» [18].

Содержание загрязняющих веществ зависит от количества органического вещества в почве, чем выше его содержание, тем больше гуминовых и фульвокислот, которые образуют прочные органоминеральные комплексы, в том числе и с тяжелыми металлами. Наибольшее количество органического вещества в точке Л1 – 14,4% и точке Л2 – 8,6% (рисунок 70).



Рис.70. Содержание органического вещества (%) в исследуемых почвах

Почвы в точке Л3 и в точке Л4 песчаные с низким содержанием органического вещества.

На рисунке 75 представлено распределение бенз(а)пирена в исследуемых почвенных пробах. Содержание варьируется в диапазоне от 0,001 мг/кг до 0,003 мг/кг. Превышение значения ПДК не наблюдается. В точках Л1 и Л2 отмечается наибольшие концентрации бенз(а)пирена, в точках Л3, Л4 отмечается снижение в 3 раза.

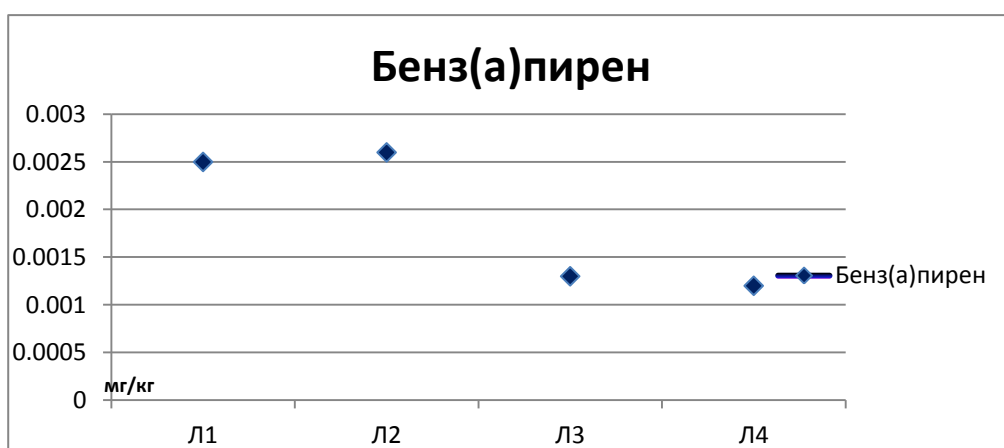


Рис.75. Концентрация бенз(а)пирена в почвах

За 2015 год по содержанию нефтепродуктов в исследуемых пробах значение ПДК не превышалось. Уровень колебания концентрации варьировался от 21 мг/кг до 85 мг/кг.

6.3.1 Концентрации кислоторастворимых и подвижных форм металлов в почвах прибрежной зоны Лахтинского разлива

Концентрация подвижной формы кадмия в исследуемых пробах почвы находилась ниже предела обнаружения методики ($<0,1$ мг/кг), кроме точки Л2. Концентрация кадмия в кислоторастворимой изменялось в пределах от 0,04 мг/кг до 1,5 мг/кг. Превышение ОДК зафиксировано в точке Л2 и составляет 3ПДК. На рисунке 71 представлено сравнения содержания кадмия в подвижной и кислоторастворимой формах.

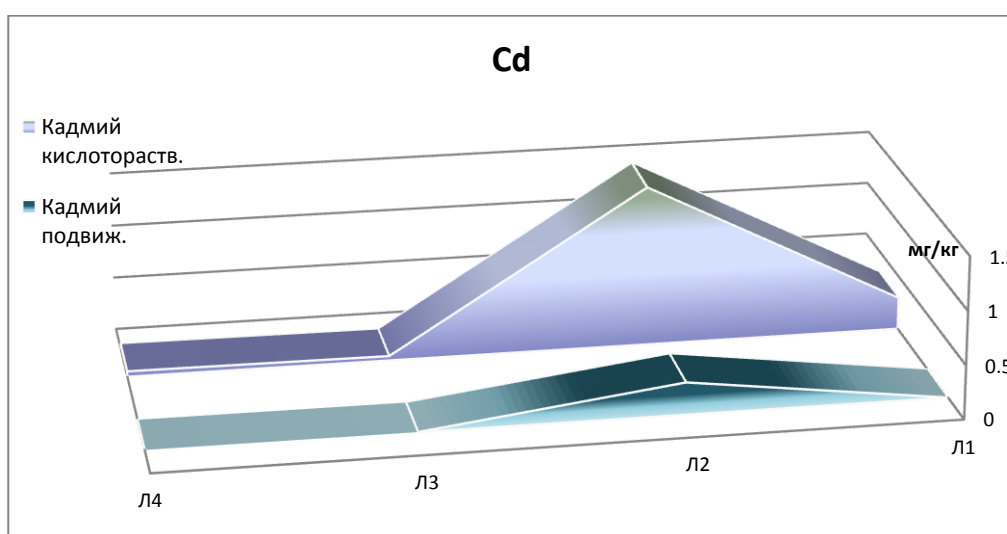


Рис.71. Концентрация кадмия в исследуемых пробах

Содержание никеля и хрома в подвижной форме ниже предела обнаружения ($<2,5$ мг/кг) методикой. На гистограмме представлены концентрации никеля и хрома в подвижной и кислоторастворимой формах (рисунок 72). Превышение ОДК по никелю не наблюдается, хром в кислоторастворимой форме не нормируется. Наибольшее содержание этих металлов отмечено в точке Л1. Минимальное в точке Л4. Величина содержания

никеля колеблется в диапазоне от 3 мг/кг до 15 мг/кг, хрома – от 4 мг/кг до 15 мг/кг.

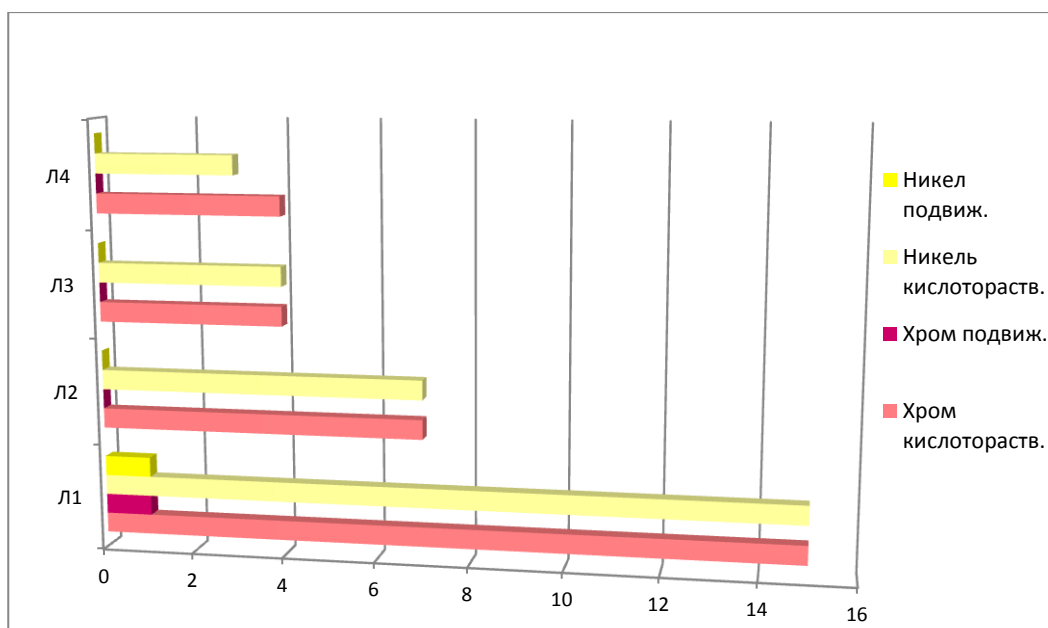


Рис.72. Концентрация никеля и хрома в почвах

На рисунке 73 изображено содержанием марганца в подвижной и кислоторастворимой формах. Превышение нормативов по марганцу в кислоторастворимой форме не наблюдается. Концентрация варьируется в диапазоне (106 – 726) мг/кг. Наблюдается превышение ПДК марганца в подвижной форме в точке Л1. Кратность превышения составляет 2,08ПДК. Марганец в кислоторастворимой форме превышает содержание подвижной формы в среднем в 2,7 раза.

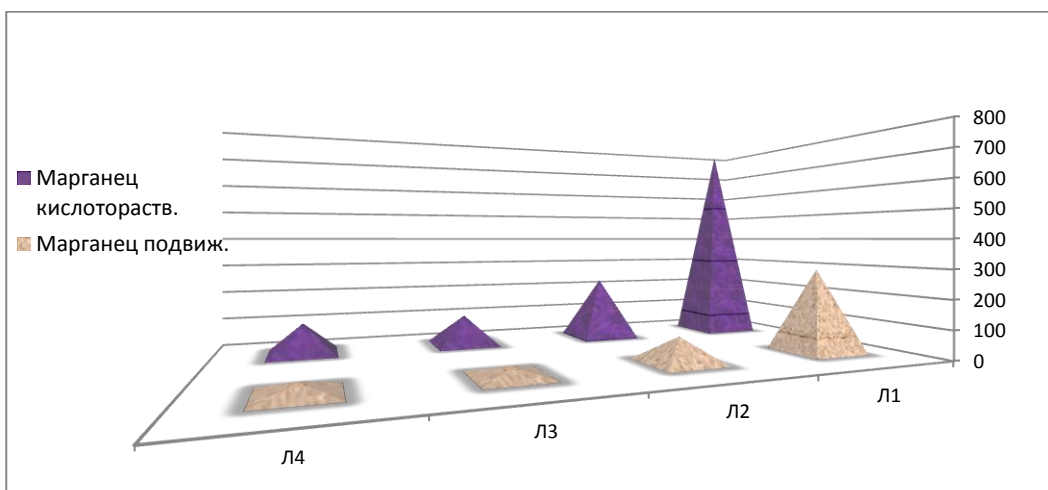


Рис.73. Концентрация марганца в почвах

На рисунке 74 представлены концентрации свинца, меди и цинка в пробах почвы Лахтинского разлива и Финского залива. Наибольшие концентрации отмечают по цинку в кислоторастворимой форме. Так же наблюдается превышение ОДК в точках отбора прибрежной территории Лахтинского залива. Максимальное превышение 1,3ОДК в точке Л2. Превышение значение ПДК по цинку в подвижной форме установлено в точке Л3.

Свинец в кислоторастворимой форме превышает ОДК в двух точках наблюдения Л2 и Л3, так же можно отметить, что концентрация свинца в точке Л1 находится на границе ОДК. Превышение ПДК свинцом в подвижной форме так же наблюдается в двух точках Л2 и Л3. Максимальное превышение 2,2ПДК в точке Л3.

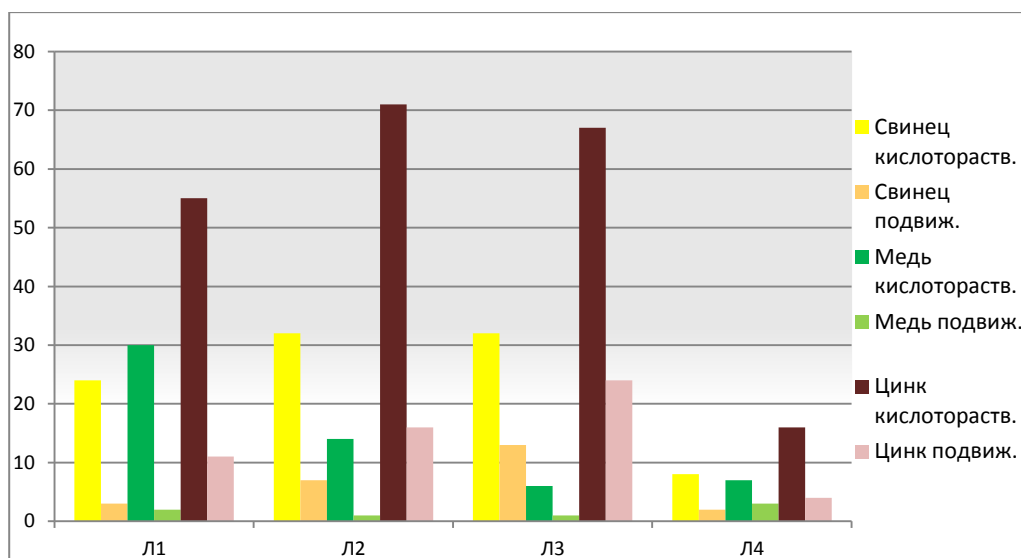


Рис.74. Концентрация свинца, меди и цинка в почвах

Превышение значение ОДК по меди в кислоторастворимой форме не отмечено, однако в точке Л1 концентрация находится на границе ОДК. Размах концентраций колеблется в пределах от 6 мг/кг до 30 мг/кг. В основном превышение значения ПДК по меди в подвижной форме не зафиксировано, однако в точке Л3 содержание меди находится на границе значения ПДК. В

точках Л2 и Л3 наблюдается содержания меди ниже предела обнаружения ($<2,5$ мг/кг) методикой.

За весь период наблюдений по ртути в валовой форме превышение значения ПДК не наблюдалось. Мышьяк в кислоторастворимой форме находился ниже предела обнаружения ($<0,25$ мг/кг) методики. В целом содержание металлов в кислоторастворимой форме превышает содержание металлов в подвижной форме.

6.4 Расчет суммарного показателя загрязнения почвы

Для оценки уровня химического загрязнения почв как индикаторов отрицательного воздействия на здоровье населения и степени загрязнения почвы рассчитан суммарный показатель загрязнения почв прибрежных зон Лахтинского разлива и Финского залива тяжелыми металлами и мышьяком.

«Оценка опасности загрязнения почв комплексом металлов по показателю Z_c , отражающему дифференциацию загрязнения воздушного бассейна городов, как металлами, так и другими, наиболее распространенными ингредиентами (пыль, окись углерода, окислы азота и т.д.), проводится по оценочной шкале. Градации оценочной шкалы разработаны на основе изучения показателей состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв» [18].

«Оценка уровня химического загрязнения почв проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды городов с действующими источниками загрязнения. Такими показателями являются: коэффициент концентрации химического вещества (K_c). K_c определяется отношением фактического содержания определяемого вещества в почве (C_i) в мг/кг почвы к региональному фоновому ($C_{фi}$)» [18].

Расчет суммарного показателя загрязнения почвы проведен для почв прибрежных зон Лахтиского разлива и Финского залива, отобранных в 2015 г. (таблица 7).

Таблица 7 - Расчет суммарного показателя загрязнения почв

Определяемый показатель	Ед. измерения	Коэффициент концентрации (K_c)			
		Л1	Л2	Л3	Л4
Точка отбора					
Кадмий кислотораств.	мг/кг	6	6	0,8	1
Свинец кислотораств.	мг/кг	4	5,33	5,33	1,33
Медь кислотораств.	мг/кг	3,75	1,75	0,75	0,88
Цинк кислотораств.	мг/кг	1,96	2,54	2,39	0,57
Никель кислотораств.	мг/кг	2,5	1,17	0,67	0,5
Мышьяк кислотораств.	мг/кг	0	0	0	0
Ртуть вал.	мг/кг	3,2	2,8	0,6	0,8
Суммарный показатель загрязнения (Z_c)		15,41	13,59	4,54	-0,92

Произведенный расчет загрязнения почв прибрежных зон Лахтинского разлива и Финского залива комплексом металлов показал, что почвы во всех точках по ориентировочно оценочной шкале опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения (Z_c) относятся к допустимой категории загрязнения.

На рисунке 76 показано как меняется суммарный показатель загрязнения почвы. Наибольшее значение Z_c отмечается в точках Л1 и Л2. В точке Л4 суммарный показатель имеет отрицательное значение, что характеризуется наименьшими значениями коэффициентов концентрации химических элементов.

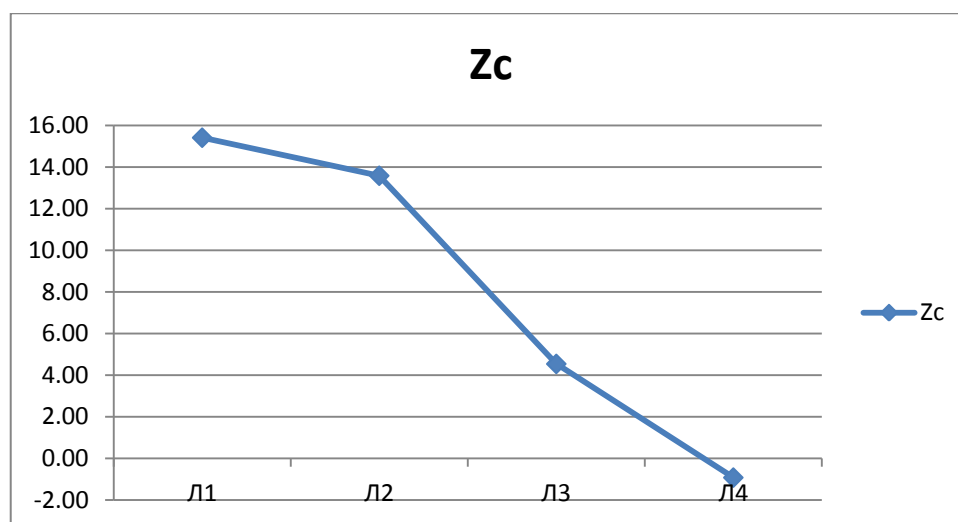


Рис.76. Суммарный показатель загрязнения почвы

Почва прибрежной зоны Лахтинского разлива по суммарному показателю загрязнения относится к допустимой категории загрязнения. Эти характеризуют наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальную частоту встречаемости функциональных отклонений. Более загрязненная территория наблюдается в точке Л3, основной вклад в загрязнения почвы вносят (кадмий, свинец, цинк).

Прибрежная зона Финского залива наиболее чистая, превышение значение ПДК не наблюдается, однако многие показатели (такие как медь, марганец, нефтепродукты, цинк) имеют достаточно высокое содержание.

Превышение нормативов по свинцу и высокое содержание нефтепродуктов характеризуется, близким расположением автомагистралей и выбросами ими газов. Максимальное содержание в точках Л2 и Л3 объясняется хорошей доступностью этих территорий для парковок автомобилей.

Немаловажную роль играет гранулометрический состав. Почвы прибрежной зоны Лахтинского разлива и Финского залива представлены песками и супесями, что снижает накопление химических веществ в почвах.

Заключение

Уникальный Юнтоловский заказник расположен в черте 5-миллионного мегаполиса. Даже в наши дни местность здесь во многом сохраняет образец первоначального болотистого ландшафта, на котором строилась северная столица России. Здесь предлагалось создать Заповедник местной природы, в пределах которого, на ограниченной территории, сосредоточены разнообразные ландшафтные комплексы и типы растительности; богатый животный мир; сложная гидрографическая сеть с разнообразным гидрологическим режимом; своеобразная геоморфология и геология, отражающие геологическую и биологическую историю местности. С древних времен Лахтинский разлив является пристанищем для перелетных птиц.

Из-за нехватки земли, люди, не задумываясь об экологических последствиях, ведут хозяйственную деятельность уже на границах особо охраняемых природных территорий.

Лахтинский разлив входящий в состав Юнтоловского заказника в настоящее время подвержен сильной техногенной нагрузке в связи с комплексной застройкой, что сказывается на его экологическом состоянии.

В рамках участия выполнения работ по договору с Дирекцией ООПТ и по инициативной работе Эколого-аналитической лаборатории РГГМУ в период с 2011 г. по 2016 г. проводились наблюдения за экологическим состоянием Лахтинского разлива. Было отобрано 28 пробы воды и 20 проб донных отложений из Лахтинского разлива и 5 проб воды из Финского залива и 4 пробы почвы. Химико-аналитические исследования проб проводили в Эколого-аналитической лаборатории РГГМУ. Всего выполнено 840 элемент-определений водных проб и 76 элемент-определения в пробах почвы.

По результатам полученных данных можно сделать следующие выводы о качестве воды, донных отложения Лахтинского разлива и почвы прибрежных территорий:

1. Выявлено превышение предельно допустимой концентрации в Лахтинском разливе в среднем по 10 анализируемым показателям качества воды из 15-29 показателей. К критическим показателям загрязнения вод Лахтинского разлива в точке Л1 относятся аммоний, фенолы, соединения железа, марганца и меди. В точке Л2 в 2011 г. – фенолы и соединения железа, а в 2015 г. – аммоний, ХПК, соединения железа, меди и марганца. В точке Л3 в 2011 г. нитриты, аммоний, фенолы, соединения железа, в 2012 г. – ХПК, фенолы, соединения железа и меди, в 2015 г. – фенолы и железо. В точке Л4 соединения железа и марганец;

2. За проведенный период наблюдений в воде Лахтинского разлива выявлено систематическое превышение концентраций железа, фенолов, аммония и меди, что указывает на постоянное негативное антропогенное воздействие;

3. В 2015 году концентрации контролируемых показателей почти в 2 раза выше, чем в 2011-2012 году, что говорит о тенденции к ухудшению качества воды.

4. Выявлено нарушение ионного состава и ухудшение санитарного состояния вод Лахтинского разлива. Ионный состав в исследуемых точках не имеет выраженной сезонности, который характерен для водоемов, не испытывающих антропогенной нагрузки. Влияние антропогенного фактора также подтверждают результаты расчета коэффициента комплексности загрязненности. По коэффициенту комплексности исследуемые реки относятся к «высокому» уровню загрязненности.

5. По расчетам УКИЗВ вода исследуемого объекта характеризуется в основном как «очень грязная». В точке Л2 наблюдается повышение значения УКИЗВ по сравнению с 2011 годом. В точке Л3 наблюдается уменьшение значения УКИЗВ в 2015 году по сравнению с предыдущими, что вероятно можно объяснить разбавлением водами с Финского залива;

6. Состояние донных отложений в точках ЮЗ-1 и ЛЗ за период наблюдения характеризовалось как «слабозагрязненное»; в точке Л2 донные отложения характеризовались как «умеренно загрязненные»;

7. Почвы прибрежных территорий во всех точках по суммарному показателю загрязнения относятся к «допустимой» категории загрязнения почв;

Сделаны предположения, что возможных причин неудовлетворительного состояния воды Лахтинского разлива может быть несколько, а именно:

- активное строительство по берегам;
- замусоренность территории и наличие свалок;
- неудовлетворительное состояние рек Юнтоловка, Каменка и Глухарка.

Для получения более полной информации о состоянии воды в Лахтинского разлива и возможных источниках загрязнения было бы целесообразно продолжить наблюдения за состоянием водного объекта и увеличить количество точек наблюдения, в том числе на побережье Финского залива и рек Юнтоловка и Глухарка.

Список используемой литературы

1. Алексеева Е.А. «Лахта - "от окраины к центру"» <http://www.fontanka.ru>
2. Боч М.С., Василевич В.И Юнтоловский//Очерки растительности ООПТ Лен. Области, СПб 1992, с.60-64.
3. Волкова Е.А., Исаченко Г.А., Храмцов В.Н. Юнтоловский региональный комплексный заказник / СПб., 2005.-202 с.+23 вкл.
4. ГН 2.1.5.1315-03 « Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»
5. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве»
6. ГН 2.1.7.2042-06 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве»
7. ГОСТ 12536-79 . Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) и микроагрегатного состава. – Взамен ГОСТ 12536-76;
8. ГОСТ 17.1.1.01-77 «Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения»
9. ГОСТ 17.1.3.07-82. «Правила контроля качества воды водоемов и водотоков»
10. ГОСТ 17.1.5.01-80 «Общие требования к отбору проб донных отложений
11. ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб»
12. ГОСТ 31868-2012 Вода. Методы определения цветности
13. Гусева А.Ю. Юнтоловский заказник
14. Лахта-центр <http://proektvlahte.ru/ru/>
15. Логинова Е.В., Лопух П.С. Гидроэкология: курс лекций.– Минск: БГУ, 2011. – 300 с.
16. М 01-43-2006 «Определение массовой концентрации общей ртути в пробах природных питьевых и сточных вод»

17. Михайлов Н.В. Лахта: Пять веков истории. 1500-2000: Исторический очерк. М., 2001. С. 213.
18. МУ 2.1.7.730-99 "Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест"
19. Муравьев А.Г. Руководство по определению качества воды полевыми методами 3-е изд., доп. и перераб. - СПб.: «Крисмас+» 2009 г.
20. Носков Г. А., Боч М. С. Красная книга Санкт-Петербурга и Ленинградской области: I том. «Особо охраняемые природные территории» - СПб: Издательство «Акционер и К», 1999 г. 352 стр
21. "О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2008 году: Государственный доклад.— М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009.—467 с
22. «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»: Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20// Собрание законодательства Российской Федерации от 2008, №27, ст.3286
23. Отчет ГПА «Мониторинг водных объектов особо охраняемых природных территорий» (1-4 период наблюдений 2012 г.)
24. Отчет СПб научный центр РАН «Оказание услуг по мониторингу особо охраняемых природных территорий»
25. ПНД Ф 14.1:2.159-2000 «Методика выполнения измерений массовой концентрации сульфат-ионов в пробах природных и сточных вод турбидиметрическим методом»
26. ПНД Ф 14.1:2.1-95 «Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера»
27. ПНД Ф 14.1:2.253-09 «Методика измерения массовой концентрации алюминия, бария, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, лития,

- марганца, меди, молибдена, мышьяка, никеля, свинца, селена, серебра, стронция, титана, хрома, цинка в пробах природных и сточных вод атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией с использованием атомно-абсорбционного спектрометра модификацией МГА-15, МГА-915М, МГА-915МД»
28. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 «Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02»»
29. ПНД Ф 14.1:2:4.182-02 «Методика измерений массовой концентрации фенолов (общих и летучих) в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02»»
30. ПНД Ф 14.1:2:4.210-2005 «Методика измерений химического потребления кислорода (ХПК) в пробах питьевых, природных и сточных вод фотометрическим методом»
31. ПНД Ф 14.1:2:4.4-95 «Методика измерений массовой концентрации нитрат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой»
32. ПНД Ф 16.1:2.21-98 «Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02»»
33. ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3.39-2003 «Методика измерений массовой доли бенз(а)пирена в пробах почв, грунтов, твердых отходов, донных отложений, осадках сточных вод методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектированием с использованием жидкостного хроматографа «ЛЮМАХРОМ»»
34. ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3.63-09 «Методика измерений массовой доли ванадия, кадмия, кобальта, марганца, меди, мышьяка, никеля, ртути, свинца, хрома и цинка в пробах почв, грунтов, донных отложений, осадков сточных вод атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией с использованием атомно-

- абсорбционных спектрометров модификаций МГА-15, МГА-915М, МГА-915МД»
35. РД 52.24. 358-2006 «Массовая концентрация железа общего в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с 1,10-фенантролином»
36. РД 52.24.309-2011 «Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши»
37. РД 52.24.353-2012 «Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод»
38. РД 52.24.367-2010 «Массовая концентрация нитратов в водах. Методика выполнения измерений потенциометрическим методом с ионселективным электродом»
39. РД 52.24.381-2006 «Массовая концентрация нитритов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса»
40. РД 52.24.382-2006 «Массовая концентрация сульфатов и полифосфатов. Методика выполнения измерений фотометрическим методом»
41. РД 52.24.383-2005 «Массовая концентрация аммиака и ионов аммония в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом в виде индофенолового синего»
42. РД 52.24.387-2006 «Массовая концентрация фосфора общего в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия»
43. РД 52.24.395-2007 «Жесткость воды. Методика выполнения измерений титриметрическим методом с Трилоном Б»
44. РД 52.24.403-2007 «Массовая концентрация кальция в водах. Методика выполнения измерений титриметрическим методом с Трилоном Б»
45. РД 52.24.419-2005 «Массовая концентрация растворенного кислорода в водах. Методика выполнения измерений иодометрическим методом»
46. РД 52.24.420-2006 «Биохимическое потребление кислорода в водах. Методика выполнения измерений скляночным методом»

47. РД 52.24.421-2012 «Химическое потребление кислорода в водах. Методика измерений титриметрическим методом»
48. РД 52.24.468-2005 «Взвешенные вещества и общее содержание примесей в водах. Методика выполнения измерений массовой концентрации гравиметрическим методом»
49. РД 52.24.476-2007 «Массовая концентрация нефтепродуктов в водах. Методика выполнения измерений ИК-фотометрическим методом»
50. РД 52.24.480-2006 «Массовая концентрация летучих фенолов в водах. Методика выполнения измерений ускоренным экстракционно-фотометрическим методом без отгонки»
51. РД 52.24.493-2006 «Массовая концентрация гидрокарбонатов и величина щелочности поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. Методика выполнения измерений титриметрическим методом»
52. РД 52.24.495-2005 «Водородный показатель и удельная электрическая проводимость вод. Методика выполнения измерений электрометрическим методом»
53. РД 52.24.496-2005 «Температура, прозрачность и запах поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений»
54. РД 52.24.497-2005 «Цветность поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений фотометрическим и визуальным методами»
55. РД 52.24.518-2008 «Массовая концентрация нитритов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с сульфаниламидом и N-(1-нафтил) этилендиамина дигидрохлоридом»
56. РД 52.24.643-2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям»
57. РД 52.42.407-2006 «Массовая концентрация хлоридов в водах. Методика измерений аргентометрическим методом»
58. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»

Приложение А

Таблица 8 - Перечень методик измерений

№ п/п	Измеряемый показатель	Обозначение НД	Название НД
<i>Вода природная</i>			
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 31868-2012	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 14.1:2:4.210-2005 (2013)	Методика измерений химического потребления кислорода (ХПК) в пробах питьевых, природных и сточных вод фотометрическим методом.
9	Жесткость общая	РД 52.24.395-2007	Жесткость воды. Методика выполнения измерений титриметрическим методом с Трилоном Б.

10	Кальций	РД 52.24.403-2007	Массовая концентрация кальция в водах. Методика выполнения измерений титриметрическим методом с Трилоном Б
11	Гидрокарбонаты	РД 52.24.493-2006	Массовая концентрация гидрокарбонатов и величина щелочности поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. Методика выполнения измерений титриметрическим методом.
12	Нитриты (N-NO ₃)	РД 52.24.381-2006	Массовая концентрация нитритов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса.
13	Нитраты (NO ₃) ⁻	ПНД Ф 14.1:2:4.4-95 (2011)	Методика измерений массовой концентрации нитрат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой.
14	Аммоний-ионы	ПНД Ф 14.1:2.1-95 (2004)	Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера.
15	Хлориды	РД 52.24.407-2006	Массовая концентрация хлоридов в водах. Методика измерений аргентометрическим методом.
16	Сульфаты	ПНД Ф 14.1:2..159-2000 (2005)	Методика выполнения измерений массовой концентрации сульфат-ионов в пробах природных и сточных вод турбидиметрическим методом.
17	Фосфаты (P-PO ₄)	РД 52.24.382-2006	Массовая концентрация сульфатов и полифосфатов. Методика выполнения измерений фотометрическим методом
18	Железо общее,	РД 52.24.358-	Массовая концентрация железа

	растворенное	2005	общего в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с 1,10-фенантролином
19	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»
20	Фенолы общие	ПНД Ф 14.1:2:4.182-02 (2010)	Методика измерений массовой концентрации фенолов (общих и летучих) в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02»
21	Марганец, Медь, Цинк, Кадмий, Мышьяк, Никель, Хром, Свинец, Ртуть	ПНД Ф 14.1:2.253-09 (2013)	Методика измерения массовой концентрации алюминия, бария, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, лития, марганца, меди, молибдена, мышьяка, никеля, свинца, селена, серебра, стронция, титана, хрома, цинка в пробах природных и сточных вод атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией с использованием атомно-абсорбционного спектрометра модификацией МГА-15, МГА-915М, МГА-915МД
22	Ртуть	М 01-43-2006 (2011)	Определение массовой концентрации общей ртути в пробах природных питьевых и сточных вод.
<i>Почва</i>			
22	Ртуть, кадмий, свинец,	ПНД Ф	Методика измерений массовой доли

	Медь, Хром, Цинк, Никель, Марганец	16.1:2:2.2:2.3.63- 09 (2014)		ванадия, кадмия, кобальта, марганца, меди, мышьяка, никеля, ртути, свинца, хрома и цинка в пробах почв, грунтов, донных отложений, осадков сточных вод атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией с использованием атомно-абсорбционных спектрометров модификаций МГА-15, МГА-915М, МГА-915МД
23	Нефтепродукты	ПНД 16.1:2.21-98 (2012)	Ф	Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02»
24	Бенз(а)пирен	ПНД 16.1:2:2.2:2.3.:39- 2003 (2012)	Ф	Методика измерений массовой доли бенз(а)пирена в пробах почв, грунтов, твердых отходов, донных отложений, осадках сточных вод методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектированием с использованием жидкостного хроматографа «ЛЮМАХРОМ»

Приложение Б

Таблица 9 - Данные химико-аналитических исследований проб воды Лахнинского разлива и Финского залива за 2011-2012 гг.

			Западная часть Лахтинского разлива, 5 метров от берега				Южная часть Лахтинского разлива в протоке, соединяющей озеро и Финский залив. 50 м от моста, 3 м от берега			
			Точка Л2 (2011 г.)				Точка Л3 (2011 г.)			
Измеренный показатель	Ед. изм.	ПДК	Май	Июль	Сентябрь	Ноябрь	Май	Июль	Сентябрь	Ноябрь
Температура	°С		7	21	19	5,5	7	21	19	4,5
рН	ед.рН	6,5-8,5	7,7	7,6	7,7	7,7	7,7	7,8	7,7	7,6
УЭП	мкСм/см	отсут.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.
Цветность	°Цв.	отсут.	240	154	90	125	215	134	73	96
Взвешенные в-ва	мг/дм ³	10	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.
Раств. кислород	мг/дм ³	< 4	9,1	7,5	6,4	8,4	8,7	5,6	6,7	8,2
БПК5	мг/дм ³	2	3,4	2,8	3,2	8,1	3,5	3,2	2,8	4,8
ХПК	мг/дм ³	15	53	42	42	39	51	39	58	43
Жесткость общая	ммоль/дм ³ КВЭ	отсут.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.
Кальций	мг/дм ³	180	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.
Гидрокарбонаты	мг/дм ³	отсут.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.
Нитриты (NO ₂)	мг/дм ³	0,08	0,03	0,03	0,29	0,16	0,03	0,03	0,23	0,16
Нитраты (NO ₃)-	мг/дм ³	40	3,9	2,8	7,5	6,6	3,8	3,1	5,9	4,3
Аммоний-ионы (NH ₄)	мг/дм ³	0,5	0,9	0,7	0,4	1,1	0,97	0,80	0,35	0,94
Хлориды (Cl)	мг/дм ³	300	40	32	3	4	50	44	3	3
Сульфаты (SO ₄)	мг/дм ³	100	22	19	16	14	22	14	10	9

Фосфаты (PO ₄)	мг/дм ³	0,45	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,05	0,100	0,090	0,040	0,530	0,080	0,070	0,060	0,050
Фенолы общие	мг/дм ³	0,001	0,004	0,003	0,004	0,003	0,006	0,002	0,005	0,003
Железо общее	мг/дм ³	0,1	1,00	0,90	0,26	0,66	0,60	0,50	0,36	0,50
Маранец	мг/дм ³	0,01	0,014	0,012	0,002	0,013	0,014	0,012	0,063	0,009
Медь	мг/дм ³	0,001	0,010	0,011	не опред.	0,004	0,005	0,003	не опред.	0,004
Цинк	мг/дм ³	0,01	0,0190	0,0240	0,0100	0,0300	0,026	0,018	0,02	0,03
Ртуть	мг/дм ³	0,00001	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.
Кадмий	мг/дм ³	0,001	0,0004	0,0003	не опред.	0,0001	0,0002	0,0001	не опред.	не опред.
Мышьяк	мг/дм ³	0,01	0,002	0,001	не опред.	0,002	0,002	не опред.	не опред.	0,0008
Никель	мг/дм ³	0,01	не опред.	не опред.	0,002	0,002	не опред.	не опред.	не опред.	0,003
Хром	мг/дм ³	0,02	0,005	0,004	не опред.	0,0030	0,002	0,002	не опред.	0,003
Свинец	мг/дм ³	0,006	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.

продолжение таблицы 9

Южная часть Лахтинского разлива в протоке, соединяющей озеро и Финский залив. 50 м от моста, 3 м от берега Точка ЛЗ (2012 г.)						
Измеренный показатель	Ед. изм.	ПДК	Май	Июль	Сентябрь	Ноябрь
Температура	°С	отсут.	11	19	14	4
рН	ед.рН	6,5-8,5	7,3	7,5	7,4	7,2
УЭП	мкСм/см	отсут.	не опред	не опред	не опред	не опред
Цветность	°Цв.	отсут.	201	34	51	196
Взвешенные вещества	мг/дм ³	10	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.

Растворенный кислород	мг/дм ³	< 4	7,8	8,6	6,8	9,2
БПК5	мг/дм ³	2	5,8	6,6	2,3	2,3
ХПК	мг/дм ³	15	32	16	47	40
Жесткость общая	ммоль/дм ³ КВЭ	отсут.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.
Кальций	мг/дм ³	180	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.
Гидрокарбонаты	мг/дм ³	отсут.	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.
Нитриты (NO2)	мг/дм ³	0,08	0,10	0,70	0,17	0,10
Нитраты (NO3)-	мг/дм ³	40	3,3	1,6	5,1	4,6
Аммоний-ионы	мг/дм ³	0,5	2,40	0,21	0,59	5,13
Хлориды	мг/дм ³	300	66	10	21	32
Сульфаты	мг/дм ³	100	26	10	15	25
Фосфаты (PO4)	мг/дм ³	0,45	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,05	0,060	0,050	0,015	0,026
Фенолы общие	мг/дм ³	0,001	0,005	0,0008	0,007	0,005
Железо общее, растворенное	мг/дм ³	0,1	3,08	0,75	0,88	2,29
Марганец	мг/дм ³	0,01	0,762	0,041	0,072	0,241
Медь	мг/дм ³	0,001	0,009	0,010	0,002	0,008
Цинк	мг/дм ³	0,01	0,01	0,0071	0,007	0,0129
Ртуть	мг/дм ³	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001
Кадмий	мг/дм ³	0,001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003
Мышьяк	мг/дм ³	0,01	0,0002	0,0003	0,0002	0,0004
Никель	мг/дм ³	0,01	0,012	0,002	0,001	0,003
Хром	мг/дм ³	0,02	0,0081	0,0038	0,0031	0,0029
Свинец	мг/дм ³	0,006	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.

Приложение В

Таблица 10 - Данные химико-аналитических исследований проб воды Лахтинского разлива и Финского залива за 2015-2016 гг.

			Восточная часть Лахтинского разлива, 3 метра от берега				Западная часть Лахтинского разлива, 5 метров от берега			
			Точка Л1 (2015 г.)				Точка Л2 (2015 г.)			
Измеренный показатель	ед. изм.	ПДК	Май	Июль	Сентябрь	Ноябрь	Май	Июль	Сентябрь	Ноябрь
Температура	°С	отсут.	12	23	15	5	12	22	14	4
рН	ед.рН	6,5-8,5	7,6	6,82	6,7	6,6	7,6	7,0	6,9	6,7
УЭП	мкСм/см	отсут.	440	287	304	341	431	276	321	355
Цветность	°Цв.	отсут.	130	85	81	73	119	65	73	86
Взвешенные вещества	мг/дм ³	10	41	13	8	5	15	19	10	5
Растворенный кислород	мг/дм ³	< 4	9,4	8,2	8,7	9,5	9,1	7,7	8,8	9,2
БПК ₅	мг/дм ³	2	не опред.	3,4	3,0	2,7	не опред.	4,7	3,6	2,9
ХПК	мг/дм ³	15	66	47	46	48	62	53	48	41
Жесткость общая	ммоль/дм ³ КВЭ	отсут.	не опред.	1,3	1,3	1,3	не опред.	1,2	1,2	1,3
Кальций	мг/дм ³	180	не опред.	17	17	18	не опред.	16	16	17
Гидрокарбонаты	мг/дм ³	отсут.	82	56	60	67	82	53	64	73
Нитриты (NO ₂)	мг/дм ³	0,08	0,03	0,32	0,18	0,10	>0,03	0,43	0,16	0,10
Нитраты (NO ₃)-	мг/дм ³	40	5,9	4,8	5,1	6,0	4,4	5,1	4,9	4,6
Аммоний-ионы	мг/дм ³	0,5	4,1	0,9	1,3	2,9	4,0	1,3	3,3	4,6
Хлориды	мг/дм ³	300	78	37	40	45	74	35	41	47
Сульфаты	мг/дм ³	100	32	28	24	21	33	27	23	19
Фосфаты (PO ₄)	мг/дм ³	0,45	не опред.	0,01	0,08	0,11	не опред.	0,024	0,036	0,082
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,05	0,018	0,044	0,050	0,090	0,013	0,034	0,042	0,050
Фенолы общие	мг/дм ³	0,001	не опред.	0,009	0,011	0,012	не опред.	0,0084	0,009	0,008
Железо общее	мг/дм ³	0,1	1,73	0,51	0,53	0,56	1,68	0,47	0,51	0,64
Марганец	мг/дм ³	0,01	0,190	0,044	0,032	0,014	0,230	0,018	0,021	0,024

Медь	мг/дм ³	0,001	0,0040	0,0028	0,0031	0,0026	0,004	0,003	0,003	0,003
Цинк	мг/дм ³	0,01	0,0039	0,0015	0,0019	0,0025	0,0080	0,0039	0,0026	0,0030
Ртуть	мг/дм ³	0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Кадмий	мг/дм ³	0,001	0,000011	0,000007	0,00002	0,00001	0,000013	0,000005	0,000005	0,00002
Мышьяк	мг/дм ³	0,01	0,0003	0,0004	0,0004	0,00025	0,0004	0,0005	0,0002	0,00022
Никель	мг/дм ³	0,01		0,0015	0,0018	0,0024	0,006	0,002	0,002	0,003
Хром	мг/дм ³	0,02		0,0019	0,0020	0,0017	0,0058	0,0016	0,0019	0,0024
Свинец	мг/дм ³	0,006		0,00020	0,00026	0,00043	0,0004	0,0002	0,0004	0,0005

продолжение таблицы 10

			Южная часть Лахтинского разлива в протоке, соединяющей озеро и Финский залив. 50 м от моста, 3 м от берега				Финский залив в месте соединения с Лахтинским разливом, на территории парка 300-летия, 5 метров от берега			
			Точка ЛЗ (2015 г.)				Точка Л4 (2015 г.)			
Измеренный показатель	Ед. изм.	ПДК	Май	Июль	Сентябрь	Ноябрь	Май	Июль	Сентябрь	Ноябрь
Температура	°С	отсут.	11	22	14	4	12	23	14	4
рН	ед.рН	6,5-8,5	7,5	7,0	6,8	6,4	7,6	6,9	6,6	6,3
УЭП	мкСм/см	отсут.	310	267	202	118	396	243	183	122
Цветность	°Цв.	отсут.	85	68	44	37	108	62	51	44
Взвешенные в-ва	мг/дм ³	10	6	15	6	3	14	20	6	3
Раств. кислород	мг/дм ³	< 4	9,3	8,2	9,0	11,6	10,0	7,7	9,1	11,8
БПК ₅	мг/дм ³	2	не опред.	4,2	2,5	0,5	не опред.	4,4	2,6	1,0
ХПК	мг/дм ³	15	53	33	29	16	62	38	31	28
Жесткость общая	ммоль/дм ³ КВЭ	отсут.	не опред.	1,2	1,0	0,9	не опред.	1,1	1,0	0,7
Кальций	мг/дм ³	180	не опред.	14	12	10	не опред.	14	12	10
Гидрокарбонаты	мг/дм ³	отсут.	63	52	41	30	79	49	39	34

Нитриты (NO ₂)	мг/дм ³	0,08	0,39	0,41	0,12	0,03	0,36	0,31	0,14	0,03
Нитраты (NO ₃)-	мг/дм ³	40	3,5	6,0	3,7	0,1	4,8	5,6	3,3	0,4
Аммоний-ионы (NH ₄)	мг/дм ³	0,5	2,50	0,92	0,71	0,21	4,20	0,67	0,54	0,25
Хлориды (Cl)	мг/дм ³	300	62	34	22	11	69	28	19	11
Сульфаты (SO ₄)	мг/дм ³	100	23	27	19	10	29	25	19	12
Фосфаты (PO ₄)	мг/дм ³	0,45	не опред.	0,021	0,011	0,009	не опред.	0,015	0,018	0,021
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,05	0,014	0,042	0,034	0,030	0,026	0,023	0,028	0,030
Фенолы общие	мг/дм ³	0,001	не опред.	0,009	0,009	0,001	не опред.	0,007	0,008	0,001
Железо общее	мг/дм ³	0,1	1,22	0,52	0,38	0,12	1,51	0,44	0,39	0,12
Маранец	мг/дм ³	0,01	0,14	0,015	0,013		0,16	0,018	0,015	0,004
Медь	мг/дм ³	0,001	0,0040	0,0020	0,0019	0,001	0,0046	0,0020	0,0016	0,0010
Цинк	мг/дм ³	0,01	0,009	0,0043	0,0038	0,0020	0,009	0,0023	0,0021	0,0016
Ртуть	мг/дм ³	0,0000 1	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Кадмий	мг/дм ³	0,001	0,000019	0,00000 7	0,000005	0,00001	0,000022	0,00000 1	0,000005	0,00001
Мышьяк	мг/дм ³	0,01	0,0004	0,0004	0,0003	0,0001	0,0003	0,0004	0,0003	0,00011
Никель	мг/дм ³	0,01	0,003	0,002	0,002	0,001	0,0028	0,0015	0,0018	0,0008
Хром	мг/дм ³	0,02	0,0030	0,0021	0,0020	0,00014	0,0039	0,0018	0,0015	0,00009
Свинец	мг/дм ³	0,006	0,0008	0,0003	0,0004	0,00010	0,0005	0,0002	0,0003	0,00007

продолжение

			Восточная часть Лахтинского разлива, 3 метра от берега	Западная часть Лахтинского разлива, 5 метров от берега	Южная часть Лахтинского разлива в протоке, соединяющей озеро и Финский залив. 50 м от моста, 3 м от берега	Финский залив в месте соединения с Лахтинским разливом, на территории парка 300-летия, 5 метров от берега
Измеренный показатель	Ед. изм.	ПДК	Т. Л1	Т. Л2	Т. Л3	Т. Л4
Температура	°С	отсут.	13	10	11	8
рН	ед.рН	6,5-8,5	7,21	7,1	7,2	7,4
УЭП	мкСм/см	отсут.	586	621	610	295
Цветность	°Цв.	отсут.	282	303	291	150
Взвешенные в-ва	мг/дм ³	10	8	10	9	22
Раств. кислород	мгО/дм ³	< 4	7,2	6,4	6,7	10,4
БПК5	мгО/дм ³	2	3,4	3,8	4,3	4,8
ХПК	мгО ₂ /дм ³	15	67	71	70	42
Жесткость общая	ммоль/дм ³ КВЭ	отсут.	1,7	1,7	1,7	1,1
Кальций	мг/дм ³	180	21	21	20	14
Гидрокарбонаты	мг/дм ³	отсут.	113	122	117	66
Нитриты (NO ₂)	мг/дм ³	0,08	0,06	0,07	0,09	0,05
Нитраты (NO ₃)-	мг/дм ³	40	1,3	0,3	0,3	0,4
Аммоний-ионы (NH ₄)	мг/дм ³	0,5	1,3	1,5	1,45	0,67
Хлориды (Cl)	мг/дм ³	300	94	103	99	41
Сульфаты (SO ₄)	мг/дм ³	100	22	22	21	12
Фосфаты (PO ₄)	мг/дм ³	0,45	0,11	0,146	0,123	0,044
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,05	0,040	0,041	0,043	0,049
Фенолы общие	мг/дм ³	0,001	0,005	0,005	0,006	0,003
Железо общее	мг/дм ³	0,1	1,70	1,98	1,75	0,81
Маранец	мг/дм ³	0,01	0,614	0,684	0,648	0,211

Медь	мг/дм ³	0,001	0,0074	0,008	0,007	0,0035
Цинк	мг/дм ³	0,01	0,012	0,0140	0,018	0,008
Ртуть	мг/дм ³	0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Кадмий	мг/дм ³	0,001	0,00017	0,00018	0,00019	0,00007
Мышьяк	мг/дм ³	0,01	0,00035	0,0004	0,0004	0,00028
Никель	мг/дм ³	0,01		0,004	0,004	0,0018
Хром	мг/дм ³	0,02		0,0160	0,013	0,0048
Свинец	мг/дм ³	0,006		0,0009	0,0023	0,00054

Приложение Г

Таблица 11- Данные химико-аналитических исследований проб почвы
прибрежной территории Лахнинского разлива и Финского залива

		Западная часть прибрежной зоны Лахтинского озера на границе Юнтоловского, заказника, 10 м от уреза воды, напротив т. №1в	Восточная часть прибрежной зоны Лахтинского озера со стороны застройки комплекса «Северный версаль». 10 м от уреза воды, напротив т. №2в	Южная часть прибрежной зоны Лахтиского озера, 10 м от протоки, соединяющей озеро и Финский залив, напротив т. № 3в.	Прибрежная зона Финского залива в месте соединения с Лахтинским озером, на территории парка 300- летия СПб, 10 м от уреза воды.
Участок точка отбора	Ед. изм.	Л1п	Л2п	Л3п	Л4п
		супесчаная	супесчаная	песчаная	песчаная
Зольность	%	85,6	91,4	98,3	98,9
рН водная	ед.	6,31	7,2	6,46	7,05
рН солевая	ед.	5,16	6,5	6,23	6,99
УЭП		145,5	145,7	37	63,4
Кадмий кислотораств.	мг/кг	0,3	1,5	0,04	0,05
Свинец кислотораств.	мк/кг	24	32	32	8
Медь кислотораств.	мг/кг	30	14	6	7
Цинк кислотораств.	мг/кг	55	71	67	16
Никель кислотораств.	мг/кг	15	7	4	3
Мышьяк кислотораств.	мг/кг	0	0	0	0
Ртуть вал.	мг/кг	0,16	0,14	0,03	0,04
Хром кислотораств.	мг/кг	15	7	4	4
Марганец кислотораств.	мг/кг	762	229	108	106
Никел подвиж.	мг/кг	1	0	0	0
Свинец подвиж.	мг/кг	3	7	13	2
Медь подвиж.	мг/кг	2	1	1	3
Цинк подвиж.	мг/кг	11	16	24	4
Кадмий подвиж.	мг/кг		0,3		
Хром подвиж.	мг/кг	1	0	0	0
Марганец подвиж.	мг/кг	292	85	32	34
Нефтепродукты	мг/кг	21	25	58	58
Бенз(а)пирен		0,003	0,003	0,001	0,001