



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

Кафедра геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(Магистерская диссертация)

На тему «Комплексная оценка экологического состояния водной системы
Дудергофского канала»

Исполнитель _____ Третьякова Мария Николаевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель _____ кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

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

_____ Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«__» _____ 2023 г.

Санкт-Петербург

2023

Оглавление

Введение.....	3
1 Оценка экологического состояния Дудергофского канала по гидрохимическим характеристикам.....	7
1.1 Методика определения нефтепродуктов.....	7
1.2 Методика определения АПАВ.....	10
1.3 Общая характеристика биогенных элементов.....	13
1.3.1 Методика определения фосфатного фосфора.....	14
1.3.2 Методика определения нитратного азота.....	17
1.3.3 Метод определения нитритного азота.....	20
1.3.4 Методика определения аммонийного азота.....	23
1.4 Отбор и хранение проб.....	26
2 Оценка экологического состояния Дудергофского канала по гидробиологическим характеристикам.....	29
2.1 Методика оценки экологического состояния на основе наблюдений за высшей природной растительностью.....	29
2.1.1 Биоиндикация качества вод по растениям – макрофитам.....	30
2.2 Методика оценки экологического состояния на основе наблюдений за макрозообентосом.....	32
2.2.1 Биоиндикация качества вод с помощью индекса Вудивисса.....	33
2.2.2 Определение сапробности методом Пантле и Букка.....	34
3 Результаты гидрохимического и гидробиологического анализа проб воды и их оценка.....	38
3.1 Нефтепродукты.....	38
3.2 Анионные поверхностно-активные вещества.....	41

3.3	Фосфатный фосфор	44
3.4	Нитратный азот	46
3.5	Нитритный азот.....	49
3.6	Аммонийный азот	51
3.7	Оценка экологического состояния канала по гидробиологическим показателям	53
	Практические рекомендации.....	62
	Заключение.....	65
	Список использованных источников.....	68
	ПРИЛОЖЕНИЕ	73

Введение

Дудергофский канал – водная объект, который стал катализатором строительства Красносельского района города Санкт-Петербурга. Активное строительство ведется здесь уже несколько десятилетий, и число жителей растет с каждым днем. Территория, прилегающая к данной акватории, застраивается жилыми комплексами, школами и другими объектами социальной инфраструктуры. Строящиеся и построенные дороги и мосты являются удобным транспортным сообщением с другими районами, что повышает привлекательность Красносельского района. Нижняя часть канала- судоходна, что увеличивает эксплуатационный потенциал канала [13].

Актуальность работы заключается в том, что в последнее время интерес к мониторингу пресной воды проявляют не только НПО, но и старшие классы средних школ, чтобы привить школьникам научное проектирование, расширить их кругозор и сориентировать их на карьерный путь. Данное направление представляет интерес и для высшей школы, особенно для тех вузов, где читают лекции, связанные с охранной окружающей среды, экологией, гидрологией и природопользованием. Вовлечение студентов в практическую деятельность по исследованию экологического состояния водных объектов является не только элементом образовательного процесса, но и может стать ощутимым и практическим вкладом в улучшение состояния окружающей среды и повышении осведомленности и гражданской ответственности молодежи [14].

Объект исследования – водная система Дудергофского канала.

Предмет исследования – комплексное экологическое состояние акватории Дудергофского канала.

Целью работы является оценка экологического состояния Дудергофского канала по гидрохимическим и гидробиологическим характеристикам, и, основываясь на полученных данных и наблюдениях, комплексная оценка экологического состояния акватории.

Задачи состоят в следующем:

1. Изучение методик определения содержания некоторых химических элементов в акватории Дудергофского канала;
2. Изучение методик оценки экологического состояния на основе наблюдений за макрозообентосом и высшей природной растительностью;
3. Изучение способов отбора и хранения проб по гидрохимическим характеристикам;
4. Определение комплексной оценки экологического состояния акватории по гидрохимическим и гидробиологическим характеристикам;
5. Разработка практических рекомендаций по снижению негативного воздействия на водную систему Дудергофского канала.

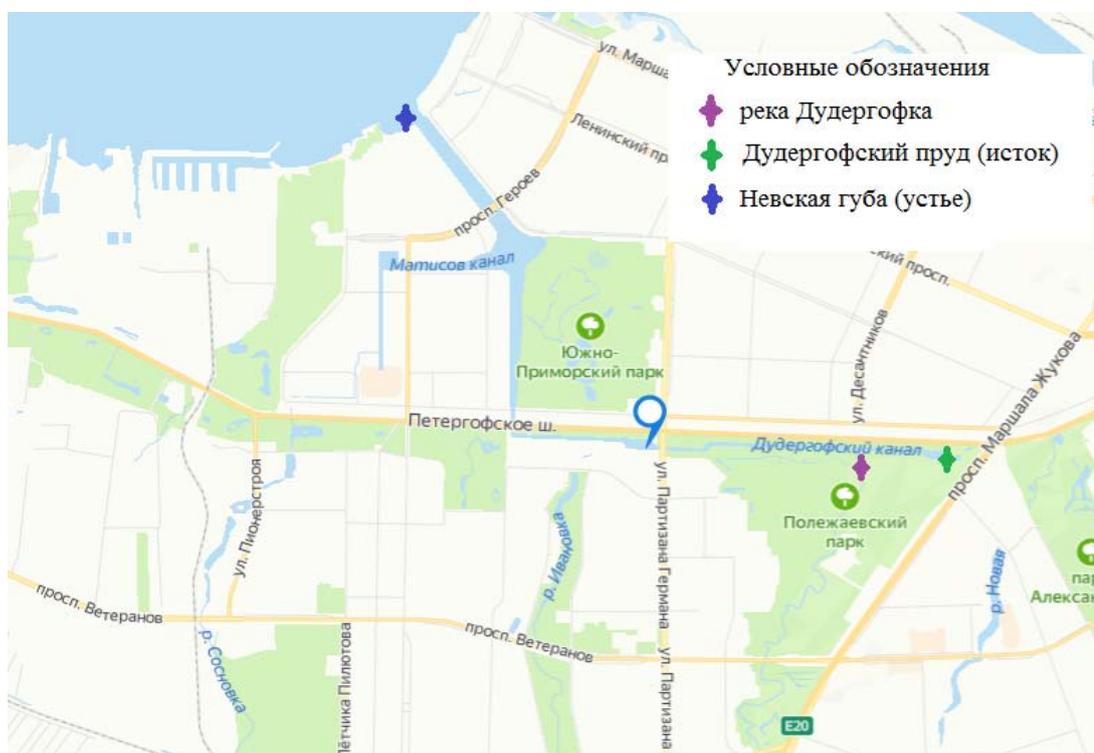


Рисунок 1.1 -Карта-схема бассейна Дудергофского канала (впадающие реки Новая, Дудергофка и Ивановка, а также исток и устье)

Канал начинается из Дудергофского пруда, и впадает в Финский залив. Ширина береговой линии варьируется от 20-40 до 250 метров, глубина колеблется от 2 до 2,5 м. В районе расширения ширина может колебаться от 100 до 250м. Кроме того, для него характерно смешанное питание [13].

В канал впадает три реки - Ивановка, Дудерагофка и Новая. Эти реки были отведены в Дудерагофский канал для проведения работ по мелиорации.

Наиболее крупным притоком реки является речка Дудергофка, впадающая в канал. Река, длиной 21 км, сильно извилиста, ширина реки непостоянна, а глубина может достигать 1,8 м. Площадь водосборного бассейна достигает 120 км², а общая площадь составляет 120 км². Также, как и в случае с каналом, для него характерна смешанный тип питания. Годовой ход уровня воды в реке и канале характеризуется весенним половодьем, летней меженью и зимними паводками. Зимняя оттепель и летнее ливни могут нарушить обычный режим водного режима реки [13].

Центральную часть расширения канала (проспект Маршала Жукова и проспект Героя) составляют озера, в которых происходит постоянное поступление воды и органического взвешенного вещества из Невской губы.

Одни из самых опасных факторов в Санкт-Петербурге являются вековой подъем уровня моря и шторма, которые могут негативно повлиять на экологическую ситуацию в городе. Негативное воздействие на уровень воды может быть вызвано затоплением, береговой эрозией и опустыниванием [10, 15].

Согласно современным теориям, наводнения возникают из-за циклонов, пересекающих Балтийский море с севера на юг и переносящих их к устьям каналов, где они встречают естественное течение реки. Подъем воды в Невской губе происходит благодаря мелководью и ровности дна. Высота волн варьируется от 20 до 50 сантиметров, а высота гребня достигает 60 км/час [10,15].

Наиболее распространенными причинами возникновения наводнений являются основные факторы, способствующие образованию наводнений на Дудергофском канале — это:

1. Скорость и направление ветра над Балтийским морем;
2. Уровень воды в Балтийском море;
3. Длинный прогрессирующий шторм, который возникает на Балтике и в Финском заливе;
4. Стоящие волны Балтийского и Финляндского морей;

5. Приливные явления (второй по значимости фактор)

Уровень воды в канале зависит от нагонов реки Дудерагофка и нагонных процессов с Невской губы при сильных западных ветрах, а также из-за нагонов с береговой линии. Согласно ландшафтным, гидрологическим и антропогенным особенностям, выделяются следующие экологические зоны:

1. В пруду Дудергофского канал происходит замедленное течение и водообмен;
2. От моста, расположенного на Петергофском шоссе до северного поворота в канал, где протекает слабозагрязненная река Дудерагофка;
3. Акватория канала, расположенная на западной границе Южно-Приморского парка и улицы Катерникова;
4. Расширение, представленное в виде озерного типа, включающего Матисов канал, подверженную сильным северо-западным ветрам;
5. В устьевой зоне канала после моста имени Кадырова расположено течение нагонных ветровых течений, в результате чего происходит интенсивное перемешивание воды и ее перемещение по течению.

1 Оценка экологического состояния Дудергофского канала по гидрохимическим характеристикам

1.1 Методика определения нефтепродуктов

Нефтепродукты (далее НП) являются опасными веществами, которые негативно сказываются на здоровье человека и окружающую среду в целом. Данные примеси ухудшают санитарное состояние водоемом и наносят ущерб национальной экономике. Высокое содержание НП в водных объектах делает их непригодными для использования. Источниками НП в воде могут служить как антропогенные факторы, так и природные. К первым относятся: разливы при добыче и аварии при транспортировке нефти, выбросы двигателей внутреннего сгорания, слабая очистка сточных вод на НПЗ и др. Ко вторым относится выход на поверхность нефтеносных пород [20].

При небольших концентрациях нефтяные загрязнители влияют на вкус и запах воды, но если концентрация большая, то они образуют огромные нефтяные пятна, которые приводят к катастрофическим последствиям для окружающей среды [20].

Значение и определение метода [22]

Флуорометрический метод измерения массовой концентрации нефтепродуктов основывается на экстрагировании гексана из воды, фильтрации экстракта и вычислении массовой концентрации в пробах с помощью анализатора, в память которого заложена градуировочная характеристика [20].



Рисунок 1.2 - Определение нефтепродуктов в Дудергофском канале

Неочищенные сточные воды, содержащие мешающие примеси от различных промышленных комплексов, подвергаются дополнительной очистке экстракта пробы на хроматографической колонке, заполненной Al_2O_3 (оксид алюминия).

Определению НП не мешают жиры и органические вещества высокомолекулярного веса, которые образуются в процессе минерализации органических веществ отмерших организмов [20].

Методика не предназначена для анализа проб, загрязненных различными горючими веществами, а также продуктами газоперерабатывающих заводов и предприятий оргсинтеза.

Средства измерений, вспомогательные устройства [20, 22]:

1. Цилиндр мерный на 100см^3 – 1 шт;
2. Цилиндр мерный на 10см^3 – 1 шт;
3. Цилиндрическая пробирка на 30см^3 – 1 шт;

4. Делительная воронка вместимостью 250 см³ – 1 шт;
5. Груша – 1 шт.

Реактивы и материалы[20, 22]:

1. Вода дистиллированная;
2. Гексан (Перед применением подлежит проверке на содержание НП).

Требования безопасности[20, 22]:

При выполнении измерения массовой концентрации НП нужно соблюдать правила техники безопасности при работе с химическими веществами и реактивам, а также правила и требования изложенные в технических документация при работе на анализаторе жидкости «Флюорат-02» [20].

Требования к квалификации работника[20, 22]:

К выполнению работы допускается человек, имеющий высшее или средне специальное химическое образование, или работник с опытом работы в химической лаборатории, прошедший инструктаж и освоивший метод измерения массовой концентрации НП в водах, а также показавший удовлетворительный результат в процесс тренировки при выполнении результатов измерения [20].

Требования к условиям измерения[20, 22]:

1. Температура воздуха должна соответствовать 20±5°C;
2. Атмосферное давление 630-800 мм рт. ст.;
3. Влажность воздуха не более 80%.

Ход определения[20, 22]:

В работе был использован анализ проб с низким содержанием мешающих веществ.

Пробу исследуемой воды, отобранную в темную стеклянную бутылку на 100 см³ переносят в делительную воронку. При помощи цилиндра отмеряют 10 см³ гексана и ополаскивают стеклянную баночку, в которой находилась проба. Т.к. гексан очень текучий, его аккуратно переносят в ту же

делительную воронку, где находится проба. Полученную смесь экстрагируют путем интенсивного перемешивания в течение 1 минуты. Если при экстракции образовалась устойчивая эмульсия, то анализ переделывают и смесь экстрагируют путем плавного перемешивания в течении 3х минут. Далее смесь отстаивают до появления прозрачного слоя, который после переносят в мерный цилиндр для определения точного объема, а получившую эмульсию в цилиндрическую пробирку. Смесь, находящуюся в пипетке, резко встряхивают до появления гексанового экстракта, который помещают в кювету через делительную воронку для определения массовой концентрации НП на анализаторе жидкости «Флюорат-02» [20].

Вычисление оформления результатов[20, 22]:

$$x = \frac{C_{\text{изм}} * V_{\text{Г}} * K_1}{V_{\text{пр}}},$$

Где x – массовая концентрация НП в пробе, мг/дм³;

$V_{\text{Г}}$ - объем гексана, взятый для определения НП в пробе, см³ (10мл);

$V_{\text{пр}}$ – объем пробы, см³;

K_1 – коэффициент разбавления экстракта, в нашем случае, т.к. проба не разбавлялась он равен 1.

ПДК нефтепродуктов вод рыбохозяйственного значения составляет 0,05 мг/дм³, а для культурно бытовых вод – 0,3 мг/дм³.

1.2 Методика определения АПАВ

Анионные активно-поверхностные вещества (далее АПАВ) характеризуются образованием поверхностно-активных анионов и адсорбционно-активных катионов в водной среде в результате электролитической диссоциации, попадающие в водоемы со сточными водами предприятий пищевой промышленности, а также данный тип ПАВ используется при производстве моющих средств, деревообработке, медицине, сельском хозяйстве и быту. Для окружающей среды и человека самыми опасными являются такие АПАВ, как лаурил и лаурет сульфат натрия, аммония лаурил и лаурет сульфат. А менее безопасными

динатриякокилглутамат, динатриялауретсульфосукцинат, кокоилизотионат натрия и лауроиллактит лактат [6].

АПАВ обладают отличной моющей способностью и хорошими пенообразующими свойствами, но это негативно влияет на гидролипидную мембрану кожи, смывая ее, и оставляя кожу беззащитной перед большинством бактерий. В окружающей среде, когда АПАВ попадают в природу, они уменьшают накопление кислорода в природных водоемах, что приводит к деградации биологической продуктивности и к высвобождению тяжелых металлов из почв [6].

Значение и определение метода[21, 22]:

Метод включает в себя экстракцию хлороформом ионных пар с основным красителем акридинового ряда, а затем измерение интенсивности свечения экстракта флуориметрическим методом. Для этого используется анализатор жидкости «Флюорат-02»



Рисунок 1.3 - Определение АПАВ в Дудергофском канале

Перед выполнением работ по определению массовой концентрации АПАВ следует установить рН пробы.

При анализе проб водных объектов, превышающих 1 мг/дм^3 , необходимо разбавить данные пробы дистиллированной водой [21].

Методика не может применяться для морских вод.

Средства измерений, вспомогательные устройства[21, 22]:

1. Делительная воронка на 50 см^3 – 1 шт.;
2. Цилиндр мерный на 10 см^3 – 1 шт.;
3. Цилиндр мерный на 25 см^3 – 1 шт.;
4. Пипетка на 5 см^3 – 2 шт.;
5. Пипетка на 2 см^3 – 1 шт.;
6. Пипетка на 1 см^3 – 3 шт.;
7. Мерный стаканчик на 30 см^3 – 1 шт.;
8. Индикаторная бумага.

Реактивы и материалы[21, 22]:

1. Вода дистиллированная;
2. Хлороформ;
3. Раствор акридиновый желтый 100 мг/дм^3 ;
4. Соляная кислота;
5. Раствор соляной кислоты $0,1 \text{ моль/дм}^3$;

Требования безопасности, требования к квалификации работника:
требования к условиям измерения: см. главу 1.1.

Ход определения[21, 22]:

1. Измерить значение рН с помощью индикаторной бумаги (если значения рН выходят за пределы 3-6, то добавить 2 капли соляной кислоты);
2. Перенести пипеткой в делительную воронку 5 см^3 пробы и добавить к ней с помощью других отдельных пипеток по 4 см^3 дистиллированной воды и 1 см^3 раствора соляной кислоты $0,1 \text{ моль/дм}^3$ (если же ожидаются значения массовой концентрации

АПАВ менее $0,1 \text{ мг/дм}^3$, то пробу в объеме 20 см^3 переносят в делительную воронку и добавляют 2 см^3 раствора соляной кислоты ($0,1 \text{ моль/дм}^3$);

3. Добавить 1 см^3 раствора акрединового желтого;
4. Отмерять цилиндром 5 см^3 хлороформа и также добавить в пробу, находящуюся в делительной воронке;
5. Провести экстракцию, путем интенсивного перемешивания полученной смеси в делительной воронке в течение 1 минуты;
6. После того как произошло разделение слоев, до $0,5 \text{ см}^3$ сливают для промывки носика делительной воронки, а около 3 см^3 переносят в кювету и проводят измерение на приборе.

Вычисление оформления результатов[21, 22]:

Массовую концентрацию АПАВ вычисляют по формуле:

$$C = C_{\text{изм}} * Q_1 * Q_2 ,$$

Где C – массовая концентрация АПАВ, мг/дм^3 ;

$C_{\text{изм}}$ – массовая концентрация АПАВ, полученная с помощью анализатора жидкости «Флюорат-02»;

Q_1 – коэффициент, который при $V_{\text{пр}} 5 \text{ см}^3$ равен 1, при $V_{\text{пр}}$ в 20 см^3 – 0,25;

Q_2 – коэффициент разбавления, который равен соотношению V мерной колбы и пипетки используемых при разбавлении по пункту 2 в ходе определения. Если проба не разбавлена, коэффициент равен 1.

1.3 Общая характеристика биогенных элементов

Биогенные элементы – жизненно важные минеральные вещества, которые активно участвуют в функционировании водных организмов и являются неотъемлемой частью их жизни. К ним относятся минеральные и органические соединения фосфора, азота, углерода и кремния. В природных водах концентрация биогенных элементов низкая (до десятых долей миллиграмма на литр), но имеют важное значение в развитии фитопланктона.

В основном такие водоемы получают запас питательных веществ в результате разложения растений и животных [29].

Высокая концентрация биогенных элементов может стать причиной развития эвтрофикации водоема. Развитие процесса эвтрофикации служит неблагоприятным фактором как для водопользования, так и для водопотребления. В результате эвтрофикации происходит бурный рост сине-зеленых водорослей, что приводит к ухудшению качества воды, снижению кислорода, изменения структуры биоценозов и гибели зообентоса. Также сине-зеленые водоросли выделяют токсины, которые очень опасны для здоровья человека [29].

Основными источниками загрязнения водоемов биогенными элементами, приводящими к эвтрофированию водоема, служат смыв с сельскохозяйственных полей азотных и фосфатных удобрений, а также со сточными водами.

1.3.1 Методика определения фосфатного фосфора

Фосфор является одним из наиболее важным биогенным элементом в развитии жизни водных объектов. Содержание фосфора в воде приводит к росту и развитию водной растительности, однако большая концентрация фосфора в водоемах может привести к процессу эвтрофикации водного объекта и ухудшению качества воды [25].

Фосфор в природных водах присутствует в виде органических и неорганических соединений. Причем последнее представлены в виде ортофосфатов, полифосфатов и органических фосфорсодержащих соединений [25].

Фосфор используется на предприятиях химической промышленности, в сельском хозяйстве для удобрения, в производстве фосфорного ангидрида, а также в строительстве металлургии и в повседневном быту.

Значение и определение метода[22, 25]:

Фотометрическое определение $P-PO_4$ основывается на проявлении реакции с добавлением смешанной кислоты (взаимодействии гетерополикислоты молибдофосфорной с аммонием молибдоокислым, который в свою очередь восстанавливается путем добавления аскорбиновой кислоты в присутствии анионилтатрата калия) до появления синей окраски.



Рисунок 1.4 - Изменение окраски при добавление смешанного реактива в пробу при определение фосфатного фосфора

Настоящий документ может использоваться в лабораторных условиях, который предназначен для определения массовой концентрации ортофосфатов в пробах питьевых, природных и сточных вод.

Измерения проводят на спектрофотометре с измерением оптической плотности при длине волны 882нм.

Средства измерений, вспомогательные устройства[22, 25]:

1. Спектрофотометр;
2. Мерный цилиндр на 50см^3 – 1 шт.;

3. Колбы конические на 100см^2 – 18шт.;
4. Мерная колба на 200см^2 – количество колб зависит от того сколько проб нужно разбавлять;
5. Градуированная пипетка на 10см^2 – 1шт.

Реактивы и материалы[22, 25]:

1. Дистиллированная вода;
2. Смешанный реактив:
 - Раствор серной кислоты;
 - Р-р $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$;
 - Р-р аскорбиновой кислоты;
 - Р-р антимоилтартрата калия.

Требования безопасности, требования к квалификации работника:
требования к условиям измерения: см. главу 1.1.

Ход определения[22, 25]:

1. Отобрать мерным цилиндром 50см^3 пробы и перелить в 2 конические колбы;
2. В каждую колбу добавить градуированной пипеткой 10см^3 смешанного раствора и хорошо перемешать;
3. Если проба сильно окрашена или мутная, то она нуждается в разбавлении в мерной колбе дистиллированной водой;
4. Анализ проводят на спектрофотометре относительно холостого опыта при длине волны 882нм .

Вычисление оформление результатов[22, 25]:

Оптическую ρ массовой концентрации $\text{PO}_4\text{-P}$ вычисляют по формуле:

$$A_x = A - \bar{A}_1 - A_2,$$

Где A – оптическая ρ исходной пробы;

\bar{A}_1 – среднее арифметическое значение оптической ρ холостой пробы;

A_2 – собственная оптическая ρ исходной пробы, если измерения не проводились, то значение равно 0.

Массовая концентрация $\text{PO}_4\text{-P}$ вычисляют по градуировочной зависимости A_x .

При разбавлении исходной пробы используется формула:

$$X = X_{\text{гр}} * \eta,$$

Где $X_{\text{гр}}$ – массовая концентрация $\text{PO}_4\text{-P}$, если пробу разбавляли, найденная по градуировочной зависимости;

η – Если разбавления не было то значение равно 1, если разбавление пробы проводилось, то значение равно ее кратности.

1.3.2 Методика определения нитратного азота

Азотосодержащие соединения наиболее опасны для гидробионтов и общего состояния водных акваторий, т.к. они ухудшают газовый и гидрохимический состав и приводит к накоплению нитритов и нитратов в организмах гидробионтов [29].

Данные соединения являются одним из основных показателей загрязнения водных объектов. В сточные воды азот попадет с бытовыми и ливневыми стоками от различных пищевых, химических, медицинских и др. производств, а также с сельскохозяйственных угодий, использующие удобрения с азотосодержащими элементами. Еще одними источниками попадания азота в водные акватории является разложения клеток отмерших организмов, атмосферные осадки, а также некоторые гидробионты могут выделять его при жизни [29].

Азот в сточной воде представлен в 3х формах: азот аммонийный, азот нитритный и азот нитратный.

Нитраты – это побочный продукт минерализации органического азота, который содержится в воде. В чистых сточных водах содержание нитратного азота не превышает 10мг/л. В осенне-зимнее время концентрация нитратов обычно увеличивается при отмирании гидробионтов и минерализации органических веществ, а в весенний период наблюдается уменьшение

концентрации нитратного азота, т.к. они поглощаются водными организмами [23].

Значение и определение метода[22, 23]:

Фотометрический метод основан на восстановлении металлического кадмия до нитрита с добавлением реактива Грисса.

Кадмий обладает высокой эффективностью, если его предварительно обработать р-ом соли меди. Соединяясь с кадмием, восстанавливается медь. В кислой среде нитраты восстанавливаются медленнее, чем в слабощелочной, т.к. восстановление зависит от рН раствора.

Данная методика устанавливает порядок измерения массовой концентрации нитратного азота в природных поверхностных, а также в очищенных сточных в перерасчете на азот.

Предназначен для выполнения в лабораторных условиях.

Средства измерений, вспомогательные устройства[22, 23]:

1. Спектрофотометр;
2. Цилиндр мерный на 25 см³ – 1 шт.;
3. Колба коническая на 50 см³ – 9 шт.;
4. Мерный цилиндр на 100 см³ – 1 шт.;
5. Пипетка на 2 см³ – 1 шт.;
6. Мерный стакан на 150 см³ – 1 шт.;
7. Фильтры бумажные «белая лента» - 8 шт.;
8. Кадмиевый редуكتور.

Реактивы и материалы[22, 23]:

1. Дистиллированная вода
2. Раствор хлорида аммония 5 г/дм³;
3. Раствор реактива Грисса.

Требования безопасности, требования к квалификации работника, требования к условиям измерения: см. главу 1.1

Ход определения[22, 23]:

1. Каждую пробу профильтровать с помощью фильтра «белая лента»;

2. Отмеряют 100 см³ мерным цилиндром отфильтрованной пробы и перенести в мерный стакан;
3. В каждую пробу градуированной пипеткой добавить 2 см³ раствора хлорида аммония;
4. Тщательно перемешать каждую пробу и пропустить их через кадмиевый редутор;
5. В редутор пробу добавляют порциями и тем самым первые 60 см³ пробы, которая прошла через редутор сбрасывают, а последующие 25 см³ медленно пропускают через редутор и переносят в мерный цилиндр. Перед тем как поместить пробу в цилиндр обрабатывают (ополаскивают) тем же раствором;
6. Далее пробу переносят в коническую колбу на 50 см³ и прибавляют пипеткой 1,5 см³ реактива Грисса;
7. Пробу хорошо размешивают и оставляют на 40 минут, после чего проводят измерения на спектрофотометре при длине волны 520 нм относительно дистиллированной воды.

Вычисление оформления результатов[22, 23]:

Результат измерения массовой концентрации нитратного азота вычисляется по формуле:

$$A_x = A - (A_1 - A_2),$$

Где A – оптическая ρ исходной пробы;

A_1 – оптическая ρ холостой пробы;

A_2 – собственная оптическая ρ , обычно равная 0.

Если в процессе определения пробу разбавляли дистиллированной водой, то полученный результат умножают на η . η вычисляется по формуле:

$$\eta = \frac{100}{V},$$

где V – объем пробы, взятый на исследование.

1.3.3 Метод определения нитритного азота

Нитриты являются неустойчивыми компонентами, которые присутствуют в воде в незначительных количествах. Повышенный уровень нитритов (особенно в конце летнего периода) говорит о том, что бактерии разлагают органические остатки при дефиците кислорода. Это связано с тем, что в это время происходит интенсивное разложение органических и минеральных остатков под действием бактерий-денитрификаторов[24].

Значение и определение метода[22, 24]:

Методом измерения является выполнение измерений массовой концентрации нитритного азота фотометрическим методом основано на способности первичных ароматических аминов, в частности сульфаниловой кислоты, взаимодействовать с азотистой кислотой, образуя из нитритов, с переходом в диазосоединение, которое, вступая в реакцию азосочетания с 1-нафтиламином, образует интенсивно окрашенный азокраситель. Максимум оптической плотности в спектре полученного азокрасителя наблюдается при 520 нм.



Рисунок 1.5 - Определение нитритного азота фотометрическим методом

Настоящий документ устанавливает методика измерения нитритного азота в поверхностных природных и очищенных сточных фотометрическим методом, использующийся в лабораторных условиях с реактивом Грисса, на спектрофотометре с длиной волны 520нм.

Средства измерений, вспомогательные устройства[22, 24]:

1. Спектрофотометр;
2. Мерный цилиндр на 25 см³ – 1шт.;
3. Мерный цилиндр на 100 см³ – 1шт.;
4. Конические колбы на 50 см³ – 18шт.;
5. Конические колбы на 250 см³ – 8 шт.;
6. Пипетка на 2 см³ – 1шт.;
7. Пипетка на 3 см³ – 1шт.;
8. Фильтры «белая лента».

Реактивы и материалы[22, 24]:

1. Дистиллированная вода;
2. Раствор реактива Грисса;
3. Раствор сульфаниловой кислоты;
4. Раствор гидроокиси алюминия.

Требования безопасности, требования к квалификации работника:
требования к условиям измерения: см. главу 1.1.

Ход определения[22, 24]:

Первый вариант анализа:

1. Каждую пробу фильтруют, предварительно пропустив ее через фильтр «белая лента»;
2. Мерным цилиндром отбирают 25 см³ пробы и переносят к конические колбы на 50 см³;
3. В каждую анализируемую и в холостую пробы приливают пипеткой 1,5 см³ раствора реактива Грисса и хорошо перемешивают;
4. Измеряют концентрацию нитритного азота на спектрофотометре при длине волны 520нм относительно холостой пробы.

Второй вариант анализа, если проба слабо окрашена или слегка мутная:

1. Повторить два первых действия из первого варианта;
2. Добавить к каждой исходной пробе по 1,5 см³ р-ра сульфаниловой кислоты, каждую пробу после этого хорошо перемешать;
3. Далее проводят измерения как в пункте 4 первого варианта.

Третий вариант анализа, если проба сильно окрашена:

1. Мерным цилиндром отмеряют 100 см³ исходной пробы и помещают в коническую колбу на 250 см³;
2. В каждую пробу добавляют 3 см³ суспензии гидроксида алюминия;
3. В течение некоторого времени встряхивать пробу, пока она не обесцветится;
4. После прохождения выше указанных этапов пропустить каждую пробу через фильтр «белая лента», предварительно промыть их дистиллированной водой;
5. Далее проводят измерения как в 4 пункте первого варианта.

Вычисление оформления результатов[22, 24]:

Результат измерения массовой концентрации нитритного азота вычисляется по формуле:

$$A_x = A - \bar{A}_1 - A_2,$$

Где A – оптическая ρ исходной пробы;

\bar{A}_1 – среднее арифметическое значение оптической ρ холостой пробы;

A_2 – собственная оптическая ρ исходной пробы, к которой добавили р-р сульфаниловой кислоты.

Если для обесцвечивания пробы использовали суспензию гидроксида алюминия, то используют коэффициент 1,03 и на него умножают полученный результат.

1.3.4 Методика определения аммонийного азота

Аммонийный азот в водах находится в растворенном состоянии в виде ионов аммония и недиссоциированных молекул $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$, количественное соотношение которых имеет важное экологическое значение и определяется величиной рН и температурой воды. Аммиачный азот может перемещаться в сорбированном состоянии на минеральных и органических включениях, образуя комплексные соединения [19].

Аммоний, в свою очередь, связан с биохимическими процессами. Аммиак является продуктом жизнедеятельности живых организмов. Аммоний может образовываться при окислительно-восстановительных процессах, протекающих в аэробных условиях. Опасными антропогенными источниками загрязнения ионами водных акваторий являются бытовые и сельскохозяйственные стоки [19].

Значение и определение метода [19, 22]:

Настоящий метод основан на способности ионов аммония взаимодействовать с реактивом Несслера с образованием окрашенного в желто-коричневый цвет соединения с последующим фотометрическим определением на длине волны 400 нм и расчетом массовой концентрации определяемых компонентов в пробе исследуемой воды.



Рисунок 1.6 - Изменения окраса пробы при добавлении реактива Несслера при определении аммонийного азота

При добавлении р-ра виннокислого калий-натрия можно устранить мешающее воздействие жесткости и железа. Цветность и мутность устраняют с помощью осветления пробы р-ом $\text{Al}(\text{OH})_3$ при последующем действии – фильтрация осветленных проб.

Средства измерений, вспомогательные устройства [19, 22]:

1. Спектрофотометр;
2. Колбы конические на см^3 – 9шт.;
3. Колбы конические на см^3 – 8шт.;
4. Пипетка на см^3 – 1шт.;
5. Градуированная пипетка на 1 см^3 – 2шт.;
6. Цилиндр мерный на 50 см^3 – 1шт.;
7. Цилиндр мерный на 250 см^3 ;

8. Фильтры бумажные «белая лента» - 8шт.

Реактивы и материалы[19, 22]:

1. Дистиллированная вода;
2. Бидистиллированная вода;
3. Коагулированный раствор сульфата цинка;
4. Раствор калий-натрий виннокислый;
5. Реактив Нesslerа.

Требования безопасности, требования к квалификации работника:
требования к условиям измерения: см. главу 1.1.

Ход определения[19, 22]:

1. В колбу на 200 см^3 отбираем 200 см^3 пробы воды;
2. Прибавляем мерной пипеткой 2 см^3 коагулянта (сульфат алюминия) и хорошо перемешиваем раствор, желательнее поставить на 15 минут на магнитную мешалку;
3. Закрывать коагулированную пробу крышкой и поставить в холодильник для лучшего осаждения;
4. После того как в пробе замечен ярко-выраженный осадок пробу фильтруют. Предварительно через каждую колбу с фильтром пропустить бидистиллированную воду;
5. В мерную колбу на 50 см^3 мерным цилиндром отбирают 50 см^3 отфильтрованной пробы, а также холостой пробы (50 см^3 дистиллированной воды) и добавляют 1 см^3 раствора калий-натрий виннокислый;
6. За 10 минут до измерения на спектрофотометре в каждую пробу, а также в холостую добавляют 1 см^3 реактива Нesslerа, чтобы проба приняла желтый окрас;
7. Измерения проводят на спектрофотометре при длине волны 400 нм по отношению к раствору сравнения – холостой пробы (бидистиллированной воде, в которую добавлены те же реактивы, что и в пробы).

Вычисление оформление результатов[19, 22]:

Массовую концентрацию $\text{NH}_4\text{-N}$ вычисляют по формуле:

$$C = K * (D - D_0),$$

D – оптическая ρ исходной пробы воды, найденная в ходе определения по прибору;

D_0 – оптическая ρ холостой пробы;

K – коэффициент градуировочной зависимости, установленный по графику.

1.4 Отбор и хранение проб

Отбор и хранение проб проводился согласно методикам описанных выше. Оборудование должно соответствовать всем нормам и правилам, установленными различными ГОСТами [19, 20, 21, 23, 24, 25].



Рисунок 1.7 - Проботборник

Для отбора проб на НП используют темные стеклянные бутылочки на 100мл. Предварительно бутылочки нужно хорошо помыть и высушить. При отборе проб на НП следует соблюдать то, чтобы в бутылки не попала пленка нефтепродуктов. Так же при отборе проб объем может варьироваться от 80 до 150 см³. Пробы хранятся не более 8 часов. Если температура не более 4°C пробы можно хранить около 4 суток [20].

На АПАВ следует отбирать пробы воды в специально подготовленные темные стеклянные бутылки объемом не менее 100 см³. После анализа бутылки нельзя мыть синтетическими моющими средствами, только очень горячей воды и ополаскивать дистиллированной. Анализ проб проводят в течение суток после отбора и хранят при температуре от 2°C до 8°C [21].

Анализ проб на содержание фосфатного фосфора нужно проводить как можно скорее, так он биохимически неустойчив. Пробы отбирают в стеклянные бутылки, полиэтилен используется только тогда, когда пробу нужно заморозить. Если анализ не произвели в течение 4х часов, то в пробу необходимо добавить 4мл хлороформа на 1 литр воды, тогда пробы могут храниться не более 3х суток. Но при длительном хранении проб в замороженном виде не дает сто процентной гарантии в их сохранности [25].

Также, как и фосфаты нитраты являются неустойчивыми биохимическими элементами, таки образом анализ должен выполняться в день отбора, длительное хранение допускается только при замораживании проб, но не более 3х суток. Посуда для отбора должна быть объемом не менее 200см³ [23].

Отбор проб на нитритный азот производят в стеклянную или пластиковую посуду объемом не менее 100 см³. Пробы имеющие взвешенные вещества обязательно нужно пропускать через фильтр «синяя лента». Также как фосфаты и нитраты, нитриты также являются неустойчивыми биохимическими элементами и поэтому анализ нужно провести в течение 2х часов после отбора. Хранение проб в течение суток допускается лишь при температуре от 2°C до 5°C [24].

Отбор проб на аммоний проводится в пластмассовую посуду не менее 500см³. Также как и вышеуказанные биогенные элементы аммоний следует делать день отбора. Допускается длительное хранение лишь при добавлении раствора серной кислоты в расчете 1см³ на 1 литр воды и хранят не более 2х суток [19].

Отбор проб на вышеуказанные вещества проводился на 8 станциях наблюдения. Все нормы и правила при отборе и хранении проб были соблюдены. Все анализы были проведены на следующий день после отбора в лабораторных условиях с применением методик на такие вещества, как нефтепродукты, АПАВ, фосфатный фосфор, нитратный, нитритный и аммонийный азот [19, 20, 21, 23, 24, 25].

2 Оценка экологического состояния Дудергофского канала по гидробиологическим характеристикам

2.1 Методика оценки экологического состояния на основе наблюдений за высшей природной растительностью

Высшие водные растения – средообразующая часть водных экосистем, т.к. являются автотрофными организмами, которые создают пищевые продукты в процессе своей фотосинтезирующей деятельности. Кроме того, они играют важную роль в энергетическом обеспечении водных экосистем, Водные растения наиболее распространены в местах, где происходит замедление водообмена [12, 16, 26].

Обилие гидрофитов, занимающих огромные площади в водоемах, приводит к образованию донных отложений, образовавшихся в результате отмирания живых организмов в течение долго времени. Многие растения в процессе разложения дают минеральные вещества, необходимые для поддержания водного баланса. Поэтому места, которые богаты органическими и минеральными веществами, обладают целебными свойствами [12, 16, 26].

Гидрофитные сообщества создают благоприятные условия такие как, оптимальный температурный и газовый режим для размножения и развития зообентоса и остальных водных организмов.

Водоплавающие птицы, как правило, гнездятся в зарослях гидрофитных растений. Рыбы, обитающие в водорослях, питаются растительной пищей. Почва, богатая растительными отложениями, является питательной средой для рыб и другого зообентоса [12, 16, 26].

Укореняющиеся гидрофиты способствуют укреплению грунта. Заросли защищают берег от разрушения прибоем, а также предотвращают размывание берегов. Погруженные растения тормозят движение воды, что приводит к ее застою [12, 16, 26].

Сплавина— это плотная растительность, плавающая на поверхности водоема. Поверхностные воды являются естественной средой обитания для многих видов птиц, а также их гнездовых. Гидрофиты играют важную роль в обеспечении качества воды водоемов. В последние годы появляются все новые исследования, посвященные индикационным свойствам водных растений. Прибрежная растительность служит барьером, преграждающим путь к антропогенной эвтрофикации. По этой причине водоемы с развитой зоной растительности наиболее устойчивы к загрязнению. Но есть отдельные виды растений, которые служат главной причиной образования эвтрофикации[12, 16, 26].

Наиболее важными факторами, влияющими на гидрологический состав водоема, являются: прозрачность и кислотность воды. Это может быть как лимитирующим фактором, так и стимулирующим. Потребность гидрофитов в питательных веществах может быть связана с тем, что они играют важную роль в обеспечении водоемов органическими и неорганическими веществами[12, 16, 26].

2.1.1 Биоиндикация качества вод по растениям – макрофитам

Загрязнение водоема, вызванное живыми организмами, позволяет провести количественную оценку его санитарно-гигиенического состояния. Проверить качество воды можно различными методами, в том числе и по микроорганизмам. Данный метод, не требует наличия микроскопа и других приборов. В зависимости от вида и видового состава водных растений можно определить степень загрязнения воды. К сожалению, многие водоемы загрязнены органическими и неорганическими веществами. Сапробными называются водоемы, в которых присутствуют органические вещества [26, 27].

Различают следующие виды загрязнения воды органическими веществами:

1. Полисапробные – преобладают органические вещества, а также отсутствует O_2 ;
2. Мезосапробные – в воде присутствуют H_2S , SO_2 и O_2 , образуются данные вещества из-за протекающей минерализации органических веществ;
3. α -мезосапробные – умеренное загрязнение органическими веществами;
4. β -мезосапробные – большое содержание O_2 , а также присутствие в воде аммонийных веществ.
5. Олигосапробные – органические вещества практически отсутствуют, присутствие в большом количестве O_2 , воду можно считать чистой.

Для определения нужно выбрать несколько участков, на которых можно проводить исследования. По каждому участку заложить пробную площадку размером 5 на 5 м, на которой будет проводиться морфологическое описание прибрежно-растительного покрова. Установив виды растений нужно по определителям. В первую очередь стоит обратить внимание на те виды растений, которые отвечают за чистоту воды. Не стоит забывать и о том, что у каждого из перечисленных видов есть свои плюсы и минусы. Не стоит забывать и о разнообразии видов. Это необходимо для того, чтобы убедиться в том, что нет ошибки [26, 27].

В результате работы нужно указать, какие отделы и семейства растений были выявлены на каждом из участков. Прибрежно-водная растительность является одним из наиболее распространенных биоценозов. В первую очередь необходимо определить количество растений-индикаторов, а затем оценить их по 7-балльной шкале. Для этого нужно отдельно посчитать сумму для каждого вида и каждую отразить на графике по вертикальной оси, а по горизонтальной – расстояние между участками [26, 27].

В зависимости от того, сколько видов находится на участке, определяется индекс сапробности, который считается по формуле:

$$S = \frac{\sum S \cdot h}{\sum h},$$

Где $\sum S$ – сумма индекса значимости вида;

$\sum h$ - сумма числа особей.

2.2 Методика оценки экологического состояния на основе наблюдений за макрозообентосом

Прикладная экология – это наука, которая занимается исследованием биоразнообразия. Она основывается на следующем положении, что все живые организмы приспособлены к своему местообитанию. Не менее важными являются требования, предъявляемые к различным таксонам: родам, семействам и даже отрядам. Если знать состав населения данной точки, то можно предугадать особенности климатических условий в той или иной точке земного шара. Наблюдая за поведением животных в разных водоемах, можно судить о том, насколько они отличаются друг от друга. В зависимости от того, какие организмы используются в биомониторинге, их называют индикаторными. Этот вид должен быть достаточно распространенным и хорошо известным, чтобы его можно было легко найти в природе [12, 28].

Не менее важным является и биологический контроль качества воды в природных водоемах. Кроме того, есть еще и другие факторы, влияющие на качество воды. По сравнению с химическими и физическими методами, биологические методы контроля имеют ряд преимуществ. С помощью этого метода можно оценить влияние загрязнения на окружающую среду в различных периодах. При помощи биологического анализа воды можно узнать, чем она загрязнена [12, 28].

Оценивать качество пресной воды можно с помощью различных метрик и биотических индексов. Метрика измеряется в процентах по мере увеличения нагрузки на биосферу. Если говорить о биотических метриках, то они

могут быть самыми простыми и не требующими сложных математических расчётов. В некоторых случаях даже самые простые метрические показатели могут быть достаточно точными, чтобы определить экологическую ситуацию на водном объекте. Если говорить о биотических индексах, то они рассчитываются на основе метрики. Некоторые метрические индексы и биометрические индексы необходимо использовать при оперативном мониторинге [17].

2.2.1 Биоиндикация качества вод с помощью индекса Вудивисса

В гидробиологическом мониторинге используются крупные таксоны, не требующие сложных расчетов. Теоретический и практический смысл метода заключается в том, что он применим во всех типах водоемов с разной степенью загрязненности - малощетинковые черви, личинки комара-звонца. Выделяют два типа метода, основанных на определении количества устойчивых к загрязнению видов. Например, индекс Вудивисса является одним из самых известных биологических индексов. Наиболее показательными для оценки загрязненности водоема являются бентосы, обитающие на небольших расстояниях. В состав бентоса входят все растения и животные, которые живут в водоеме. Обрастания образуются на водных растениях, камнях, металлическом и бетонном днище судов [4-5, 8-9].

Индекс Вудивисса изначально был разработан и использовался в Англии для реки Трент, а теперь он используется для определения качества воды во всем мире. Индекс определяет общее количество видов зообентоса, обитающих в водной среде. Уменьшение разнообразия флоры происходит по мере загрязнения водоемов, что приводит к постепенному исчезновению отдельных групп животных. Это один из самых простых методов определения загрязнения водоема. При этом не учитывается количество животных в отряде и семействе [4-5, 8-9].

Значения определения индекса измеряются от 0 до 10, в зависимости от качества воды (Приложение Б). Чтобы вычислить индекс, нужно найти соответствующую строку в таблице (Приложение А). Если двигаться по этой строке снизу вверх, то можно найти тот вид, который интересует. Для конечного результата нужно сложить все найденные группы в таблице и найти индекс. В пробе не было личинок весенней поденки, но была обнаружена одна личинка веснянки [4-5, 8-9].

Наибольшим биотическим индексом является число 10, которое характеризует качество воды в водоемах, которые не содержат вредных веществ и химических соединений. Организмы, живущие в таких водоемах, получают достаточное количество питательных веществ для поддержания жизнедеятельности. Следует сказать о том, что водоёмы с чистой водой населяют подёнки и веснянки. В их рационе питания преобладает червь, ракообразные и различные насекомые. Не стоит забывать, что в таких водоёмах обитают и беспозвоночные [4-5, 8-9].

В первую очередь загрязнения водной среды касаются веснянок, подёнок и ручейников. Все это приводит к сокращению поголовья животных и их численности. Есть виды бентоса, которые более устойчивы к загрязнению воды, к ним можно отнести: кольчатых червей, личинки ильной мухи, а также другие виды зообентоса [4-5, 8-9].

Важным дополнением для определения биотического индекса является определение количества особей, обитающих в конкретном водном объекте. Чем больше особей, тем чище вода в водоёме. Некоторые особи, обитающие в водной среде, говорят о том, что условия данной среды ухудшаются.

2.2.2 Определение сапробности методом Пантле и Букка

Сапробность — это способность живых организмов существовать при большом количестве органических соединений в среде обитания. Сапробность также является способностью организма удовлетворять свои потребности в

питательных веществ, а также устойчивость к органическим соединениям, содержащимся в органическом растворителе (например, N_2S). Нарастающая органическая загрязненность в воде, особенно на дне, приводит к тому, что происходит гниение органики, а также к снижению содержания растворенного кислорода (поскольку органические вещества и растворенный кислород находятся в равновесии). Сапробностью можно назвать меру баланса, который существует в природе. Снижение сапробности приводит к угнетению одних организмов из-за нехватки кислорода, а для других - к смене состава водного сообщества. Даже при отсутствии воздействия человека на водный объект, его обитатели могут иметь разный уровень сапробности и адаптироваться к различным условиям обитания. Так, в горных и северных озерах, реках и ручьях содержится очень мало органики, но они всегда полны кислородом (олигосапробные). Большинство рек, озер и рек имеют умеренный уровень содержания органики (мезосапробные). Кроме того, большинство мелких стоячих водоемов (например, болота и пруды) в жарком климате загрязняются разложением органики и почти полностью лишены кислорода. В зависимости от того, в каких зонах обитают эти организмы и как они называются, они называют их полисапробные, олиго- и мезосапробные. Кроме того, было замечено, что полисапробный организм более устойчив к химическим и минеральным загрязнениям. Таким образом, между мезосапробами и полисапробами увеличивается не только стойкость к высокому содержанию органического вещества, а также устойчивость к изменению климатических условий, что позволяет проводить ориентировочную оценку производственных загрязнений. С точки зрения гидрохимических свойств воды нет строгой корреляции [14, 17].

Химические градации, характеризующие сапробность, выглядят следующим образом:

1. Волигосапробной зоне водна насыщена кислородом, углекислым газом, а в воде нет сернистых примесей. Примеси азота – в основном нитраты и нитриты, аэробная среда, при которой происходит окислительный процесс.
2. β-мезосапробная зона - соединение азота с нитратами или нитритами; кислород обычно присутствует, но иногда наблюдается замораживание у дна, характер биологических процессов окислительно-восстановительный.
3. В полисапробной зоне разлагаются белки, а условия среды анаэробные, биохимические процессы восстанавливаются. В воде много сернистого газа.

В системе Росгидромета, для определения сапробности воды, рекомендуется использовать индикаторные организмы "Пантле" и "Букка" в модификациях Сладчека. Метод основан на определении относительной частотности встречаемости гидробионов h и сапробной значимости s . Индикаторы s и зоны сапробности определяются для каждого из видов по списку сапробных организмов [14].

Индекс сапробности определяется по формуле:

$$S = \frac{\sum h*s}{\sum h},$$

Где h – число встречаемости организмов;

s – индикаторная значимость.

Индекс сапробности принято указывать до одной сотой. Так олигосапробные характеризуют чистые водоемы, а полисапробные очень грязные.

3 Результаты гидрохимического и гидробиологического анализа проб воды и их оценка

3.1 Нефтепродукты

В настоящей работе использована «Методика измерения массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-2» (М 01-05-2012)». По данной методике диапазон измерения массовой концентрации НП составляет от 0,005 до 0,50 мг/л[20].

Методом измерения является флуориметрический метод измерений массовой концентрации нефтепродуктов, который основан на их экстракции гексаном из пробы воды, при необходимости очистке экстракта, измерении массовой концентрации НП с использованием градуировочной характеристики, заложенной в память анализатора, и вычисления массовой концентрации НП в аликвоте[20].

В работе были выбраны 8 станций отбора проб (рис.3.1), на которых проводился анализ по содержанию в воде нефтепродуктов, а также азотной группы ($N-NO_3$, $N-NO_2$ и $N-NH_4$), АПАВ и фосфатного фосфора. Станция №1 является истоком канал, здесь воды поступают через подземный коллектор, двигаясь далее по течению, впадая в Финский залив (станция №8 – устье). Станция №6 и №7 - зона расширения канала, представляет экосистему озерного типа, которая подвергается периодическому поступлению водных масс и органических взвешенных веществ из акватории Невской губы.

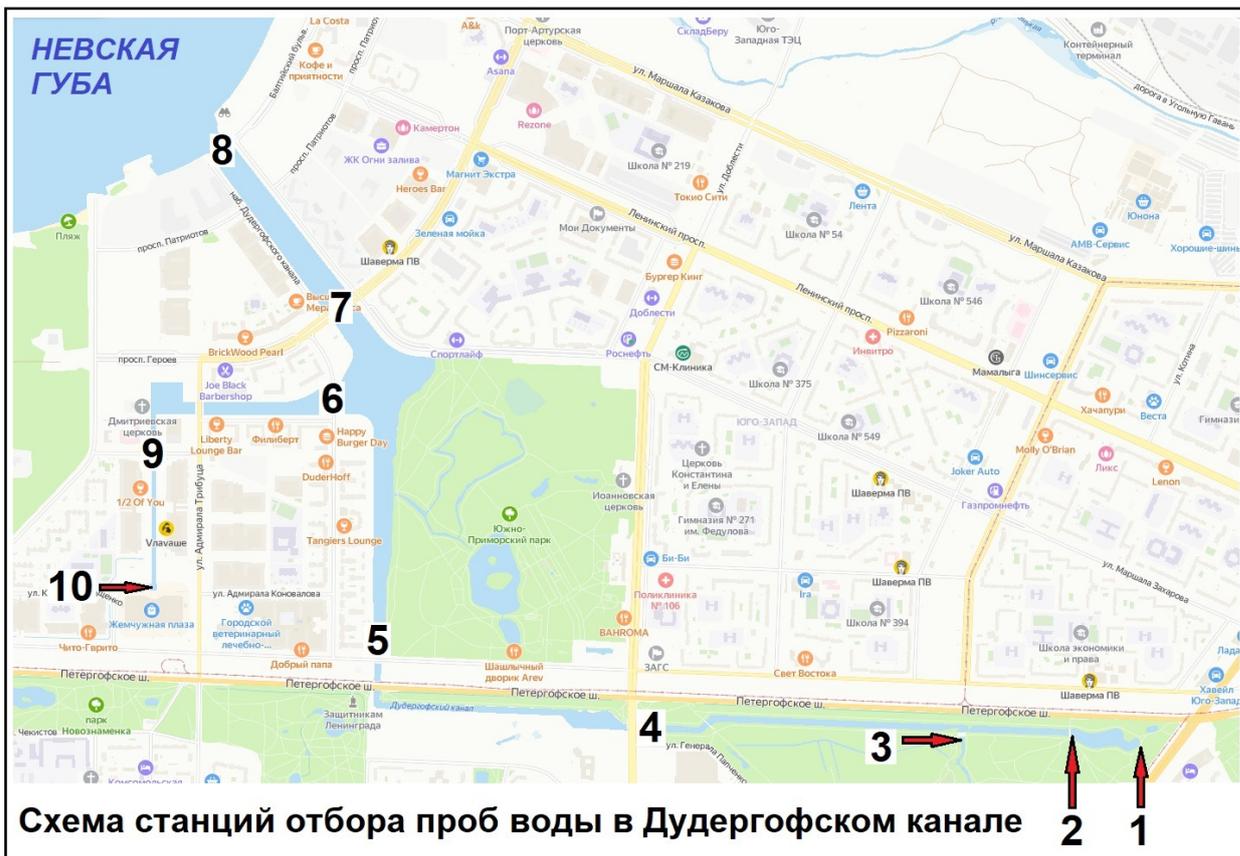


Рисунок 3.1 - Схема станций отбора проб воды

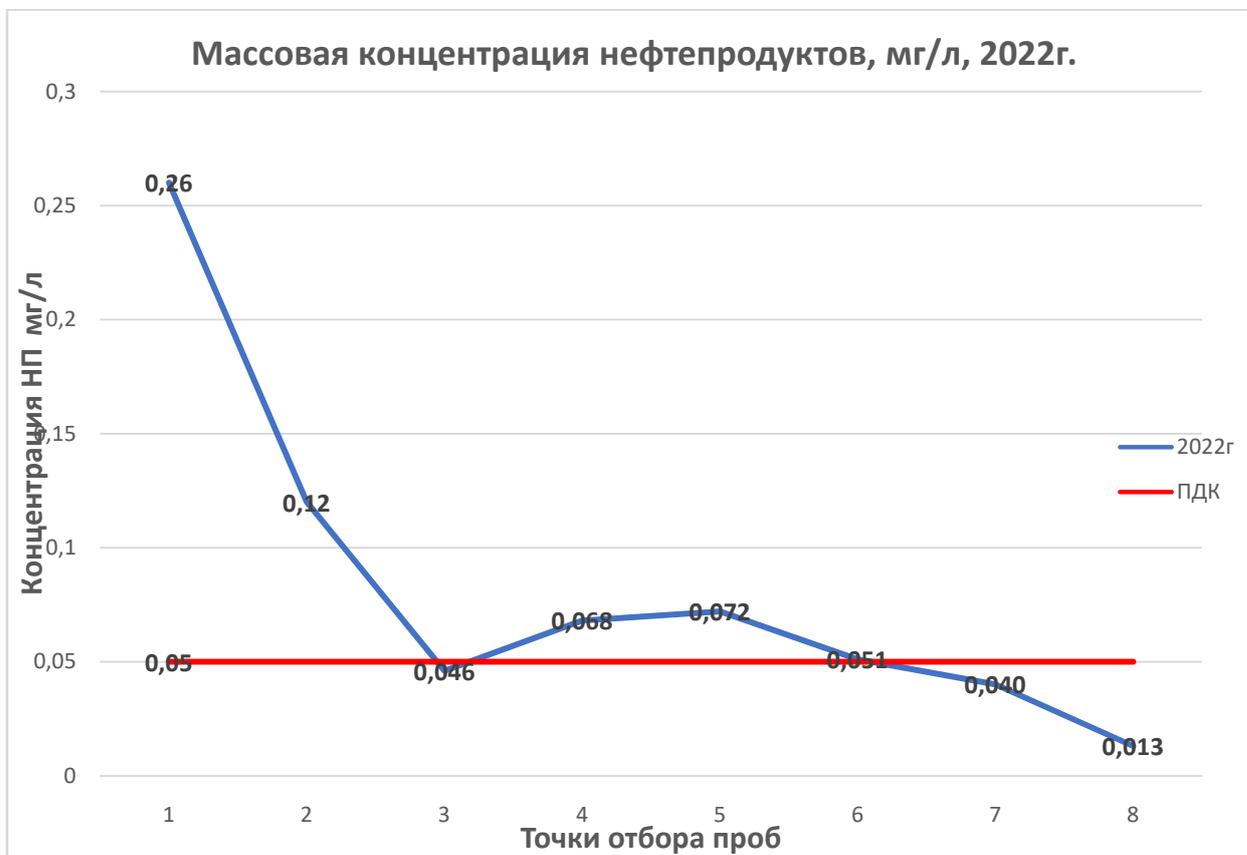


Рисунок 3.2 - График массовой концентрации нефтепродуктов, мг/л за 2022г.

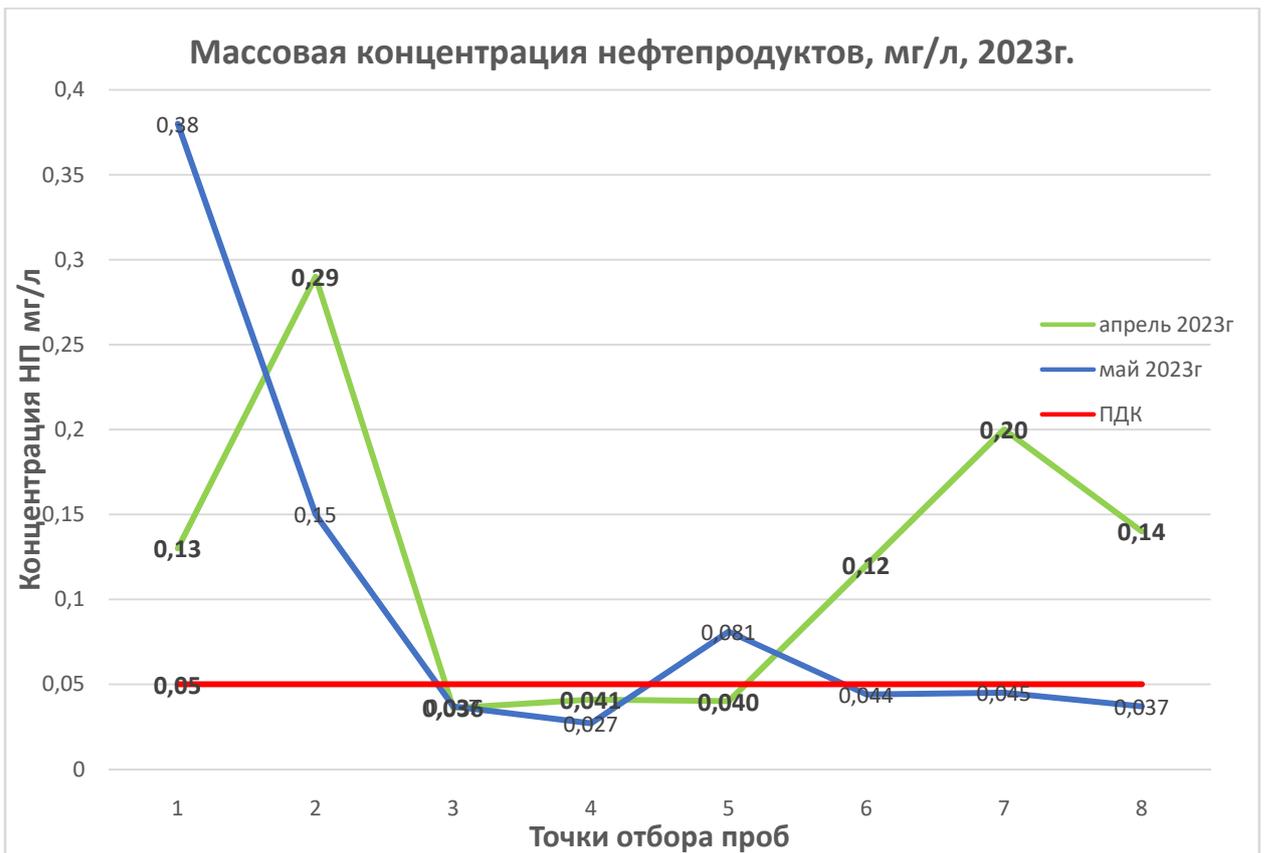


Рисунок 3.3 - График массовой концентрации нефтепродуктов, мг/л за 2023
ГОД

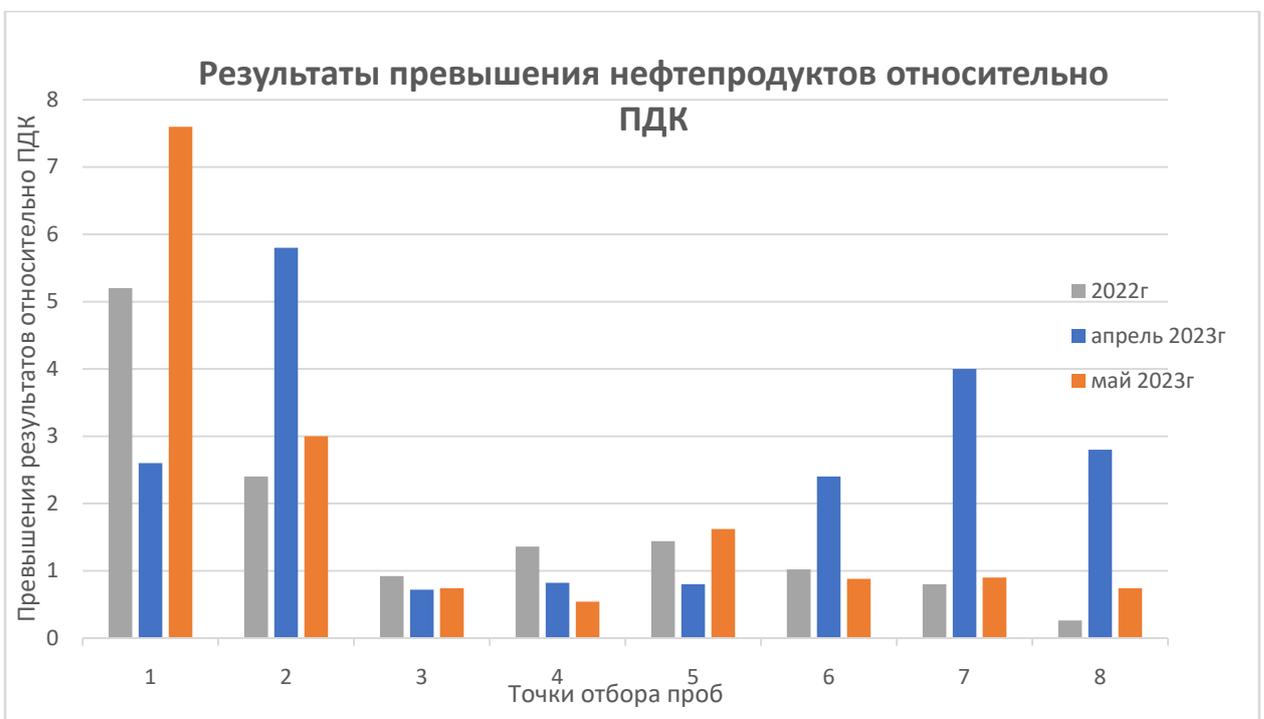


Рисунок 3.4 - Диаграмма результатов превышения НП относительно ПДК

Отбор и анализ проб на НП проводился в весенне-летнее время в 2022-2023 гг. По данным графика (рис.3.2, 3.3) наибольшее превышение приходится на май 2023г. на станциях отбора №1-№2, а также в апреле на №7-№8. На станции №1 в 2022г. превышение относительно ПДК составили в 5 раз, а в 2023г. в апреле на станции №2 почти в 6 раз, в мае на станции №1 в 7,5 раз (рис.3.4). По предварительным данным Комитета по природопользованию и охране ОС ранее в 2021 году уже наблюдались разноцветные пятна нефти и мазута. Активисты совместно с экослужбами нашли источник загрязнения – канава, которая впадает в реку Дудергофку, предварительно осмотрев место происшествия, было установлено, что источник находится за пределами Санкт-Петербурга. С целью локализации загрязнения были установлены заграждения, территория обработана сорбентом, акватория - активной пеной. Т.к. акватория Дудергофского канала подлежит федеральному экологическому надзору, информацию передали в надзорные органы [2].

3.2 Анионные поверхностно-активные вещества

В работе применена «Методика измерений массовой концентрации анионных поверхностно-активных веществ в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02»». Методика не применяется для морских вод[21].

Метод измерения основан на экстракции хлороформом ионных пар АПАВ с красителем акридиновым желтым из подготовленной пробы с последующим измерением интенсивности флуоресценции экстракта с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02»[21].

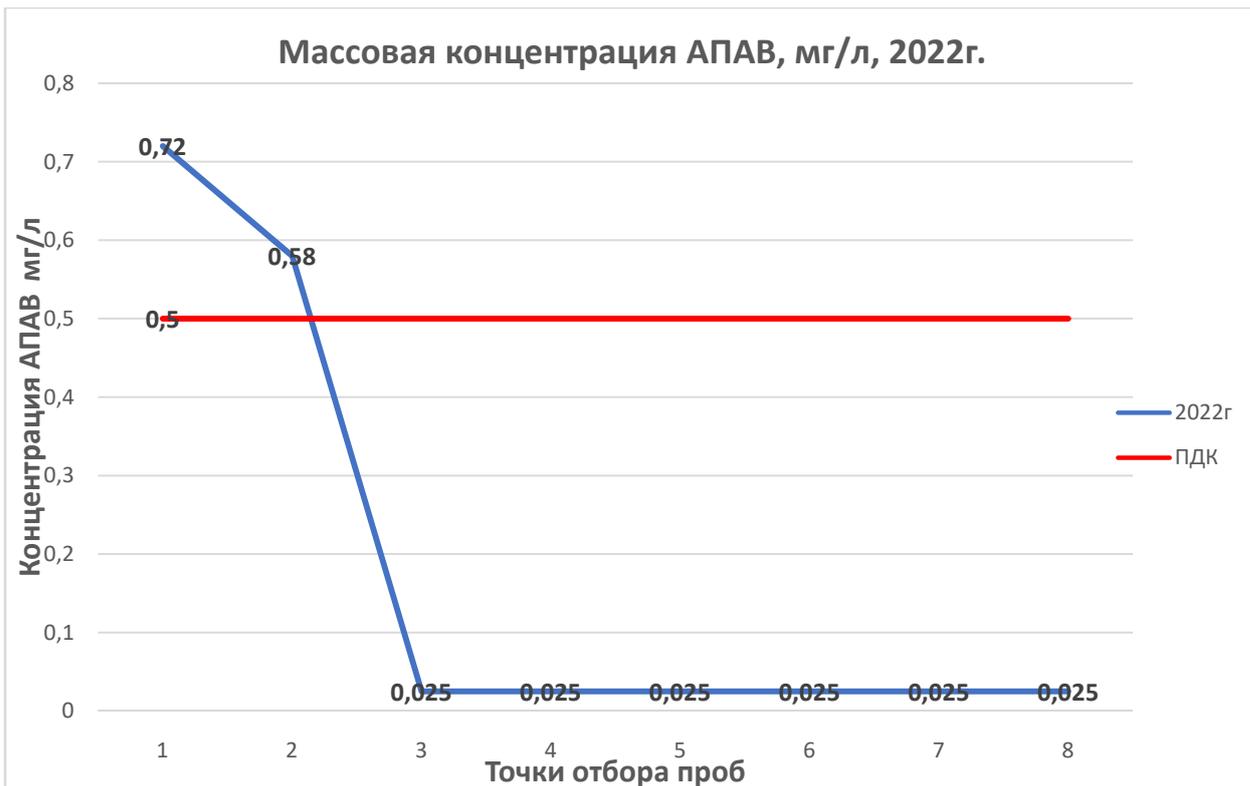


Рисунок 3.5 - График массовой концентрации АПАВ, мг/л за 2022 год

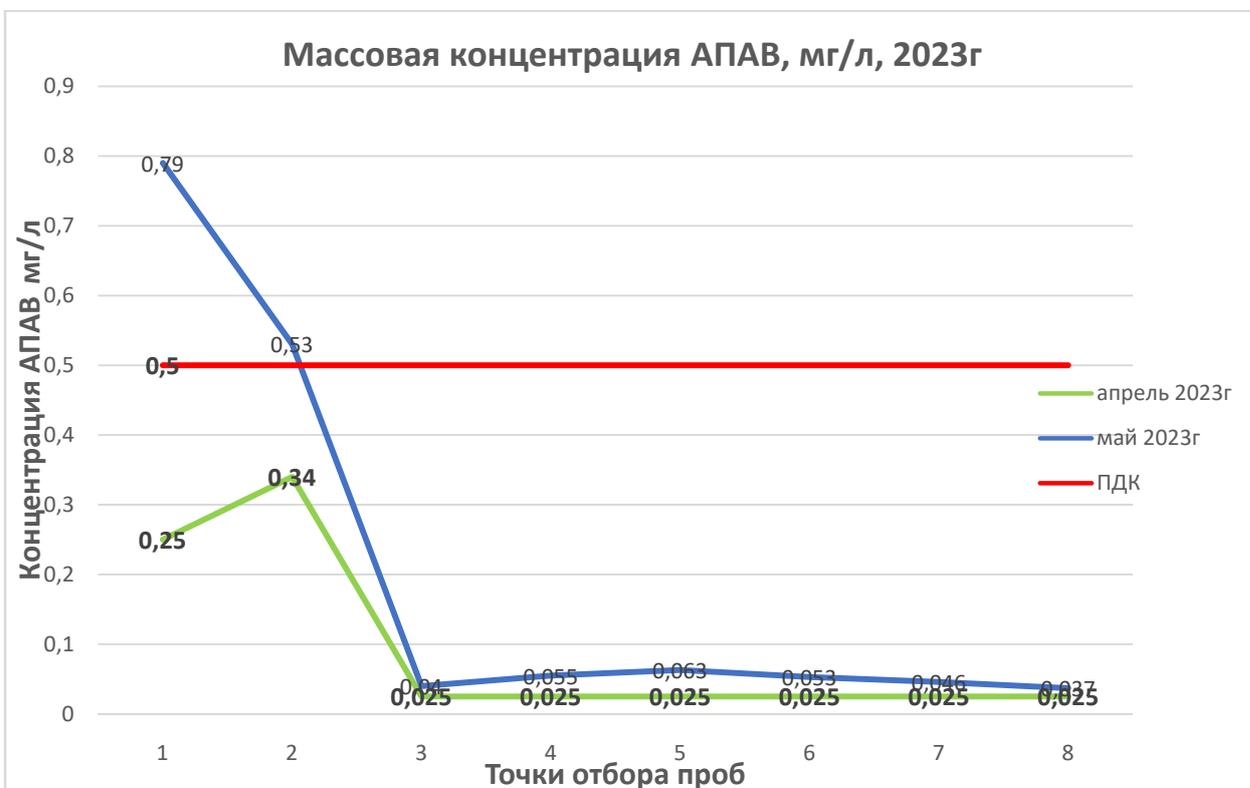


Рисунок 3.6 - График массовой концентрации АПАВ, мг/л за 2023 год

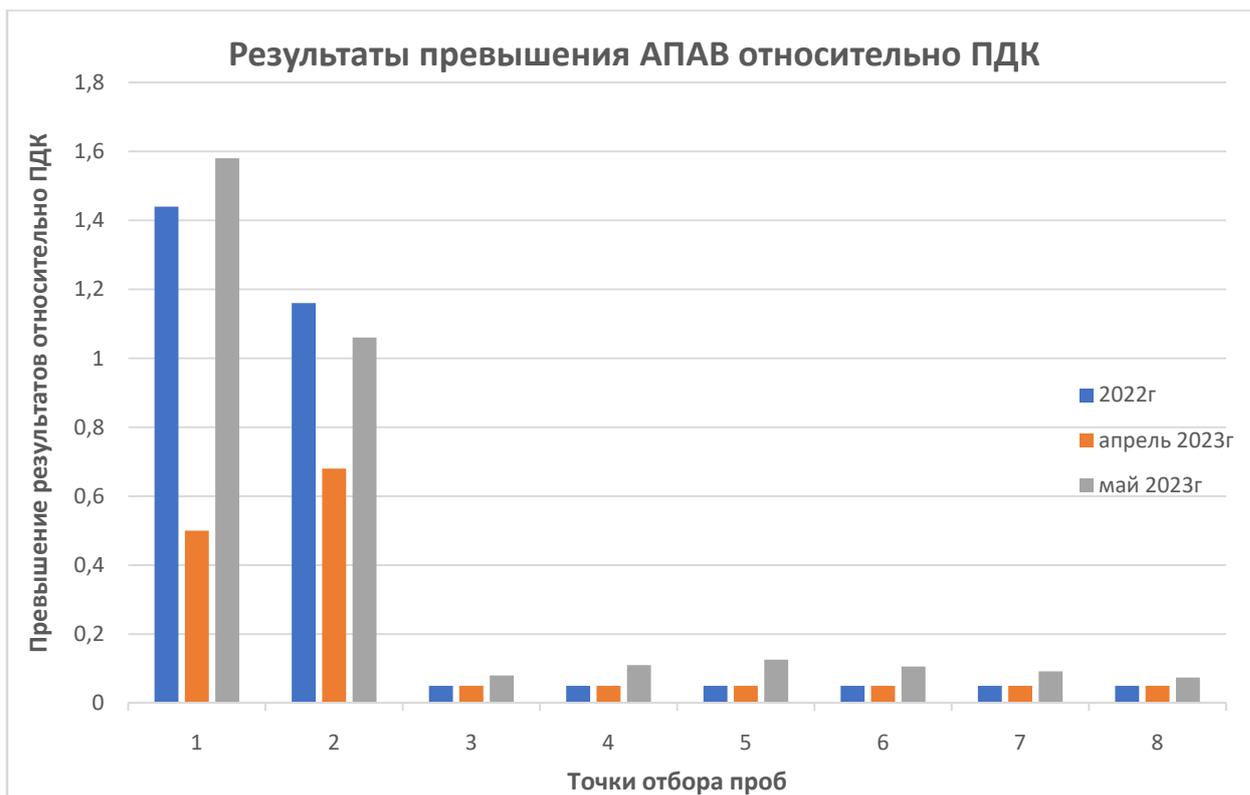


Рисунок 3.7 - Диаграмма результатов превышения АПАВ относительно ПДК

Отбор и анализ проб на АПАВ проводился в весенне-летнее время в период 2022-2023гг. По данным графика (рис.3.5, 3.6) и диаграммы (рис.3.7) ситуация по содержанию АПАВ более положительна, чем с НП. Но в 2022 году на станции №1 и в мае 2023 года превышение АПАВ составляет примерно в 1,5 раз. В феврале 2021 года в службу Росприроднадзора поступала информация о наличии пены в Дудергофском канале. Мыльные фрагменты были замечены и в реке Ивановке, которая впадает в канал. Рядом с ней расположен гаражный кооператив, но там не обнаружено автомоек и каких-либо производств. По словам руководителя пресс-службы Управления Росприроднадзора по СЗФО, рядом находится промзона, в которой могут быть потенциальные источники загрязнения. В связи с тем, что река Ивановка подлежит региональному надзору, а на территории промзоны отсутствуют объекты Федерального экологического надзора информация Росприроднадзором была направлена в Комитет по природопользованию и администрацию Красносельского района. В предыдущий раз ситуацию с мыльной пеной наблюдали в конце 2022 года, тогда Росприроднадзор провел

проверку. Также специалисты ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» произвели отбор проб, но следов загрязнения обнаружено не было. Экологи предположили, что причиной появления пены в Дудергофском канале стал сброс в акваторию большого количества синтетических моющих средств, использующих в быту и практике. Также специалисты ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» произвели отбор проб, но следов загрязнения обнаружено не было[3, 11].

3.3 Фосфатный фосфор

В работе применена «Методика измерения массовой концентрации фосфатного фосфора в водах фотометрическим методом». Данная предназначена для использования в лабораторных условиях, осуществляющая анализ проб в природных и очищенных сточных водах[25].

Методом измерения является определения фосфатного фосфора (ортофосфаты) фотометрическим методом при взаимодействии фосфатов с молибдатом аммония в кислой среде с образованием молибдофосфорнойгетерополикислоты, которая в процессе восстанавливается аскорбиновой кислотой в присутствии антимоилтартрата калия до интенсивно окрашенной молибденовой сини.Измерения проводят при оптической плотности 882нм[25].

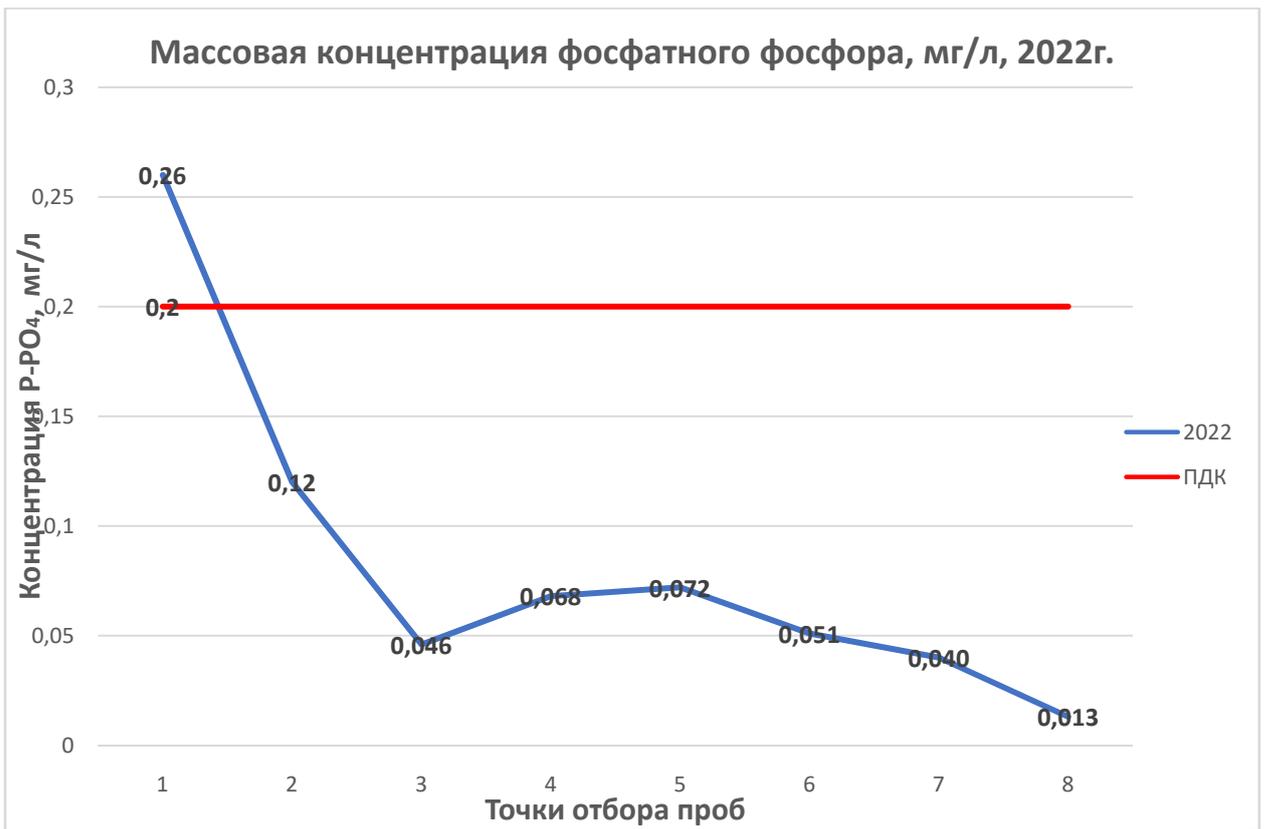


Рисунок 3.8 - График массовой концентрации фосфатного фосфора, мг/л за 2022 год

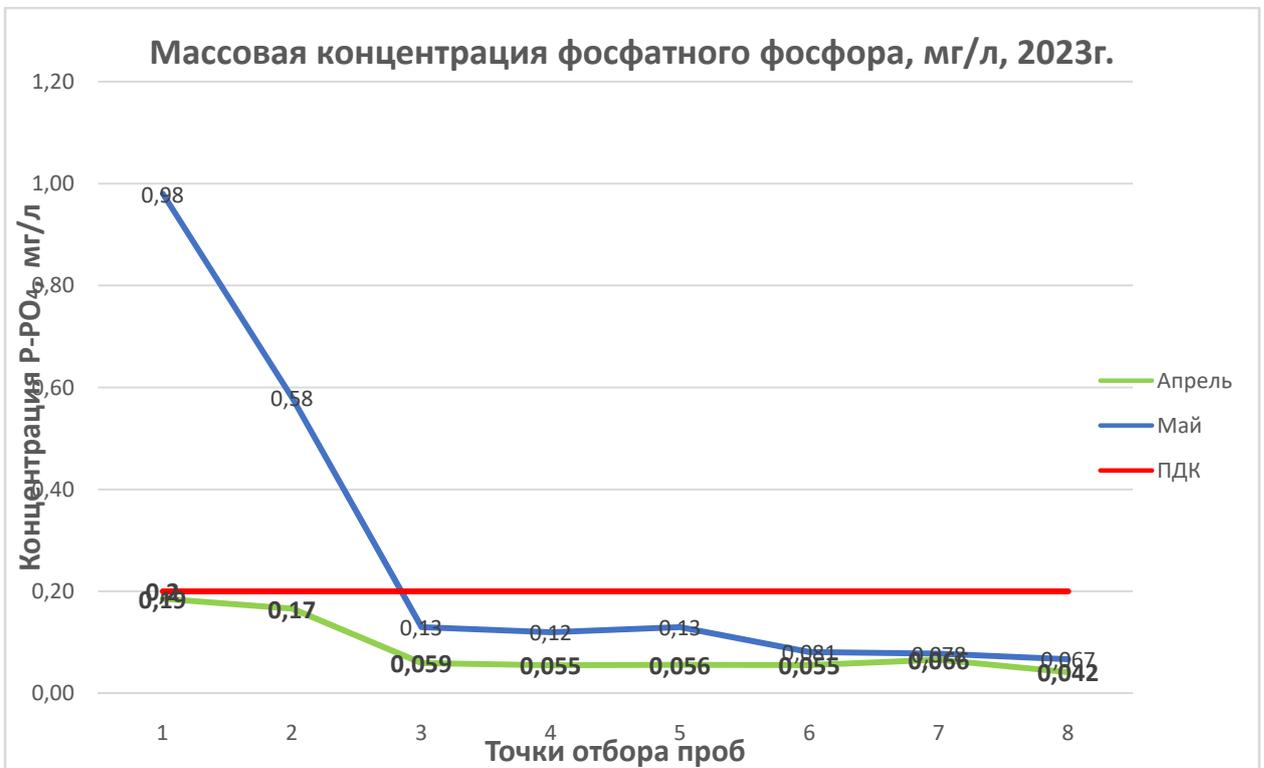


Рисунок 3.9 - График массовой концентрации фосфатного фосфора, мг/л за 2023 год

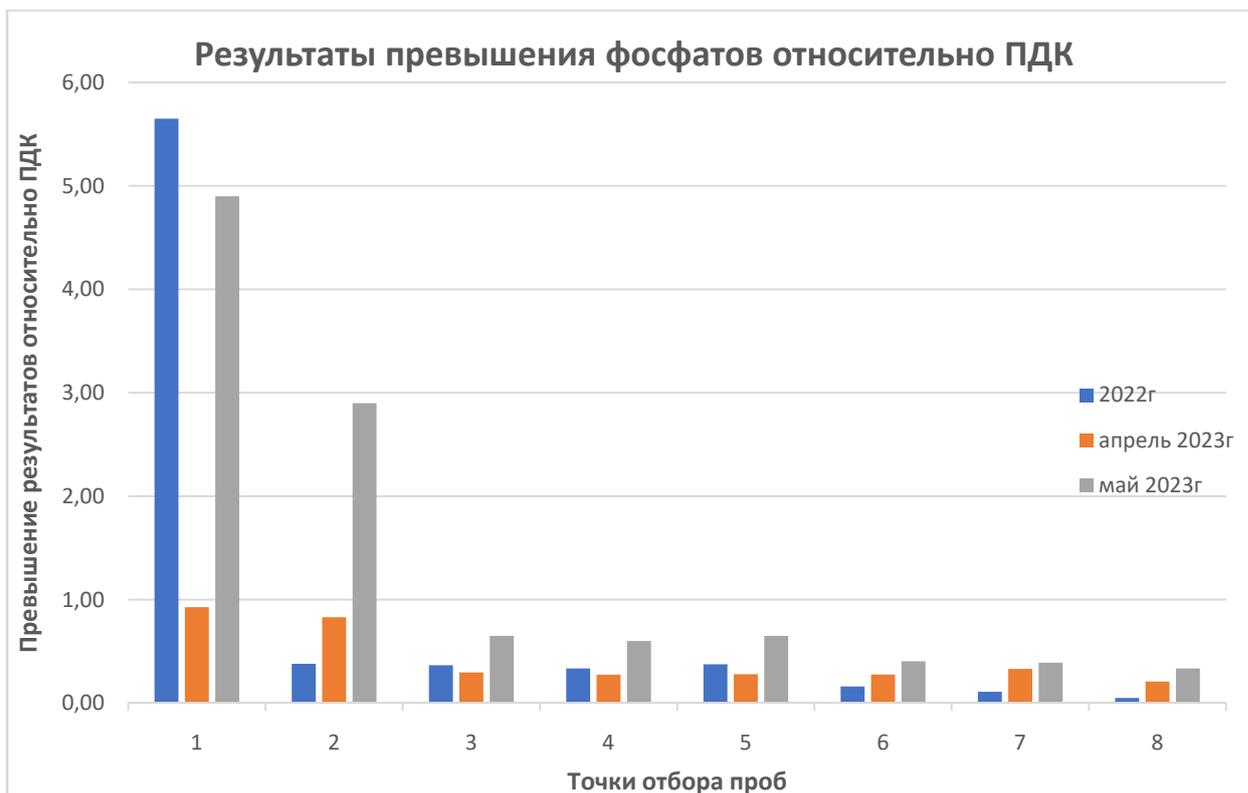


Рисунок 3.10 - Диаграмма результатов превышения фосфатного фосфора относительно ПДК

По данным графика (рис.3.8, 3.9) и диаграммы (рис.3.10) видно, что содержание концентрации фосфатного фосфора за 2022-2023гг. находятся в пределах нормы почти на всем протяжении Дудергофского канала. Исключением является станция №1 в 2022 году и станции №1-2 в мае 2023 года, здесь превышение ПДК составило почти в 5,5 раз и 3-5 раз соответственно. А на станции №8 в том же году содержание концентрации фосфатного фосфора составило менее 0,01мг/л.

3.4 Нитратный азот

Азотосодержащие соединения являются не менее важными биогенными элементами, чем фосфор, в биологической продуктивности водных объектов. Такие соединения могут существовать в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии, а также имеют способность переходить из одного состояния в другое под воздействием различных биохимических и физико-химических факторов[23].

Таким образом, водные объекты в которых наблюдается высокая концентрация ионов аммония и нитритов указывает на свежее загрязнение, а высокая концентрация нитратов указывает на то, что процессы разложения белка уже завершились, значит загрязнение было в предшествующем времени.

Методом измерения является фотометрический метод, который позволяет измерить концентрацию нитрата азота, полученного при восстановлении металлического кадмия. Азокраситель обладает высокой оптической плотностью. Кадмий обладает высокой эффективностью, если его предварительно обработать раствором соляной кислоты. Соединяясь с кадмием, восстанавливается медь. Реакция на нитраты может быть разной, в зависимости от рН раствора [23].

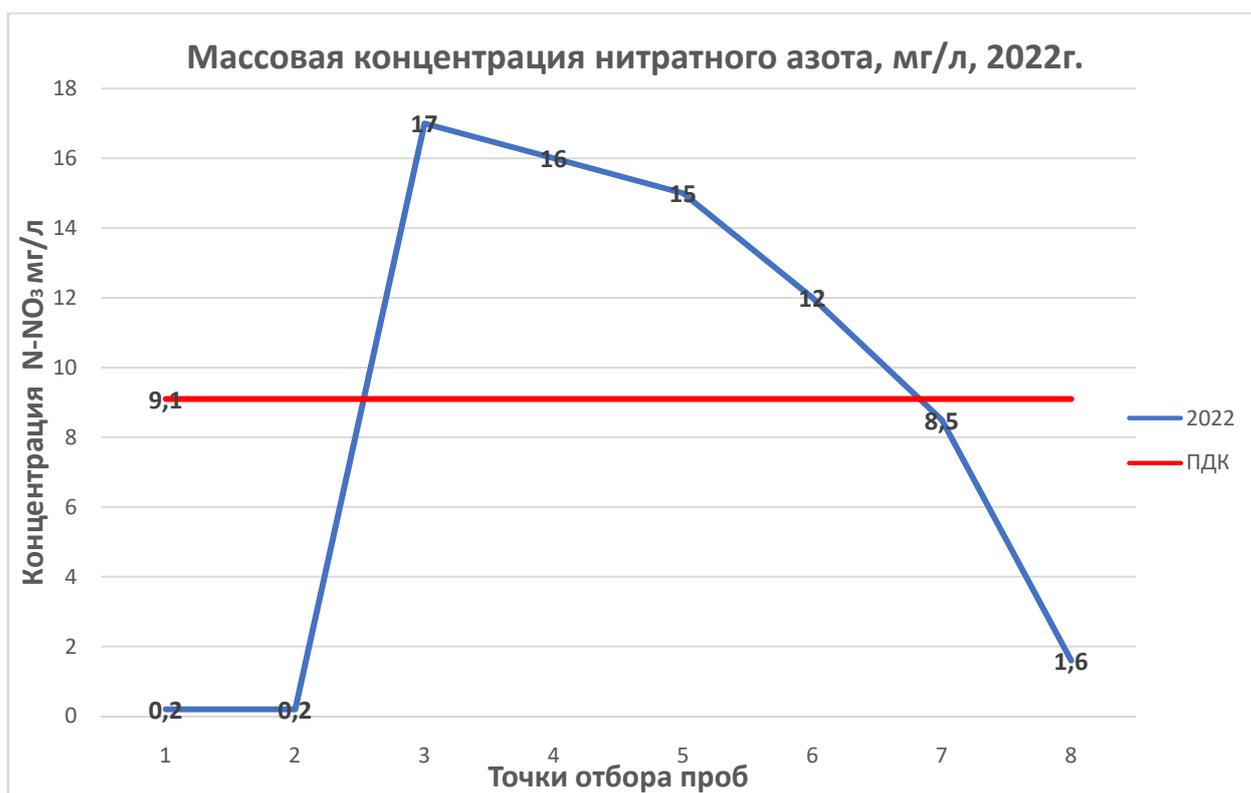


Рисунок 3.11 - График массовой концентрации нитратного азота, мг/л за 2022год

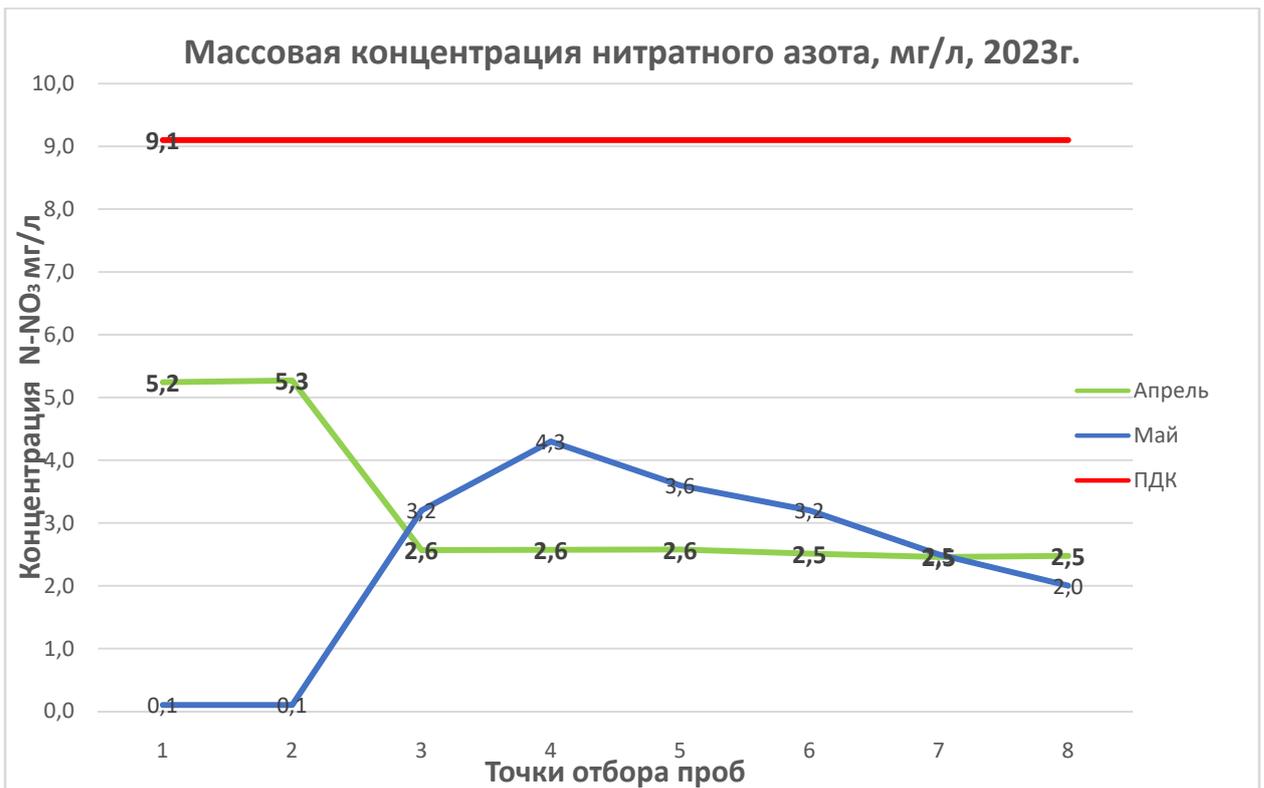


Рисунок 3.12 - График массовой концентрации нитратного азота, мг/л за 2023
ГОД

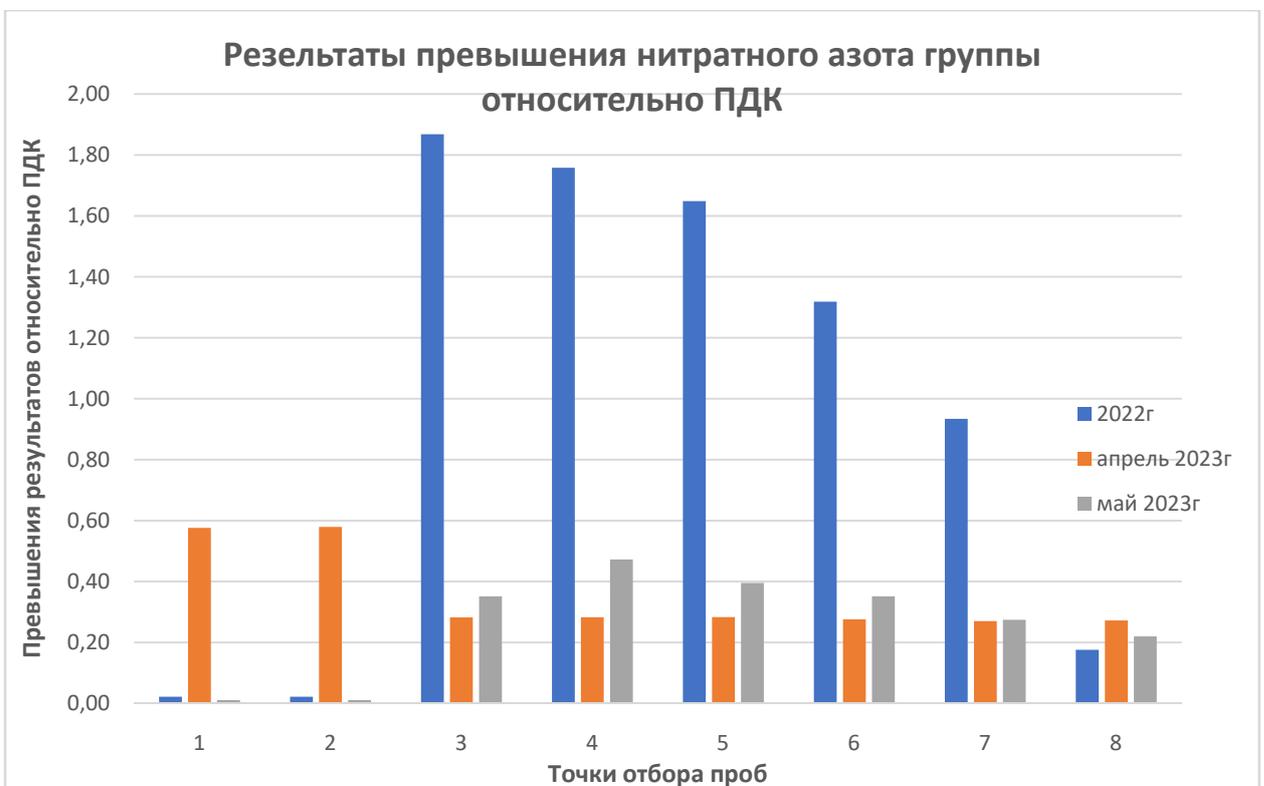


Рисунок 3.13 - Диаграмма результатов превышения нитратного азота
относительно ПДК

Отбор проб проводился в весенне-летнее время в период 2022-2023 гг. По данным графиков (рис.3.11, 3.12) в 2022 году наблюдалась достаточно высокая концентрация содержания нитратного азота на станциях №3-№6, что может говорить о том, что акватория Дудергофского канала могла, подвергнуться загрязнению от реки Дудергофки, т.к. станция №3 является местом впадения реки в канал. Также видно, что концентрация содержания нитратного азота постепенно снижается. На станциях №1-№2 в том же году наблюдается очень низкое содержание нитратов менее 0,2 мг/л.

В 2023 году, картина по содержанию данного вещества, выглядит намного лучше. Есть увеличение на станциях №1-№2 по сравнению с 2022 годом, но оно не превышает ПДК.

3.5 Нитритный азот

В работе использовалась «Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса массовой концентрации нитритного азота в водах». Данный документ предназначен для использования в лабораторных условиях для осуществления анализа природных и очищенных сточных вод.

Методом измерения является выполнение измерений массовой концентрации нитритного азота фотометрическим методом основано на способности первичных ароматических аминов, в частности сульфаниловой кислоты, взаимодействовать с азотистой кислотой, образуя азосочетания с 1-нафтиламином, образует интенсивно окрашенный азокраситель. Максимум оптической плотности в спектре полученного азокрасителя наблюдается при 520 нм[24].

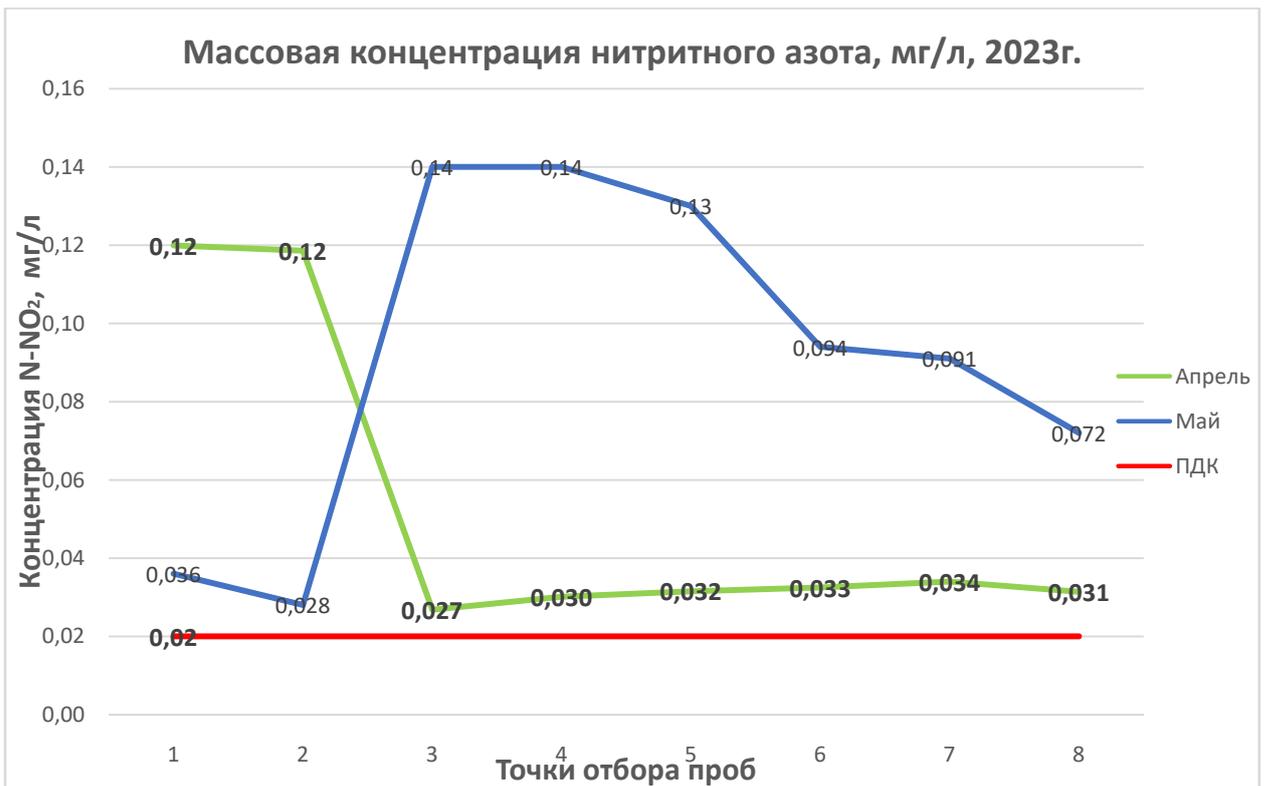


Рисунок 3.14 - График массовой концентрации нитритного азота, мг/л

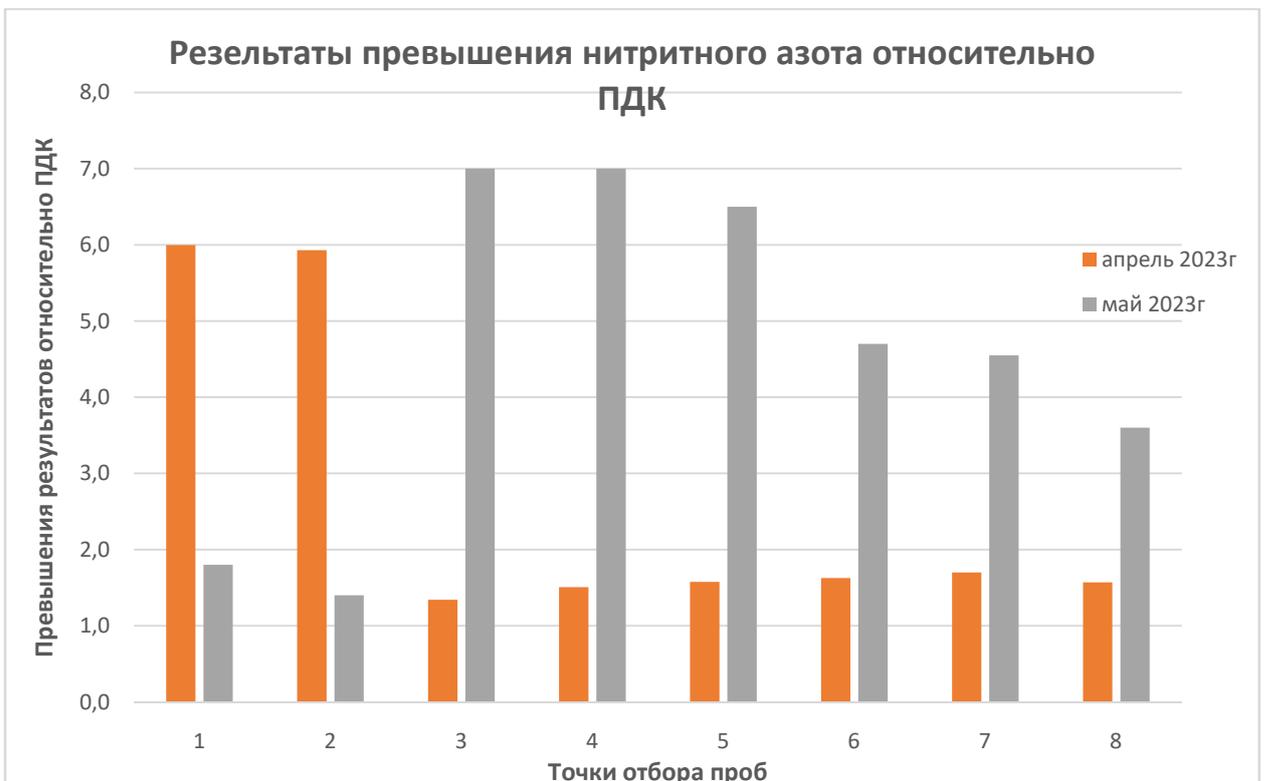


Рисунок 3.15 - Диаграмма результатов превышения нитритного азота относительно ПДК

Отбор и анализ проб проводился в весеннее время в 2023 году. По данным графика (рис.3.14) и диаграммы (рис.3.15) превышения относительно ПДК составляют на всем протяжении Дудергофского канала. На станции №1-№2 в апреле превышения относительно ПДК составляют в 6 раз, а в мае на станциях №3-4 превышения составляют в 7 раз, постепенно снижаясь до устья, но превышения относительно ПДК все равно составляют не менее чем в 3,5 раза. Это может говорить о том, что на этих станциях наблюдается дефицит кислорода, что влияет на биопродуктивность водоема в данном месте.

3.6 Аммонийный азот

В работе была использована «Методика выполнения измерений фотометрическим методом массовой концентрации ионов аммония в питьевых, поверхностных (в том числе морских) и сточных водах с реактивом Несслера». Измерение массовой концентрации аммонийного азота основывается на взаимодействии ионов аммония с реактивом Несслера в щелочной среде с образованием коричневой, нерастворимой в воде соли, переходящей в коллоидную форму желтого цвета при малых содержаниях ионов аммония[19].

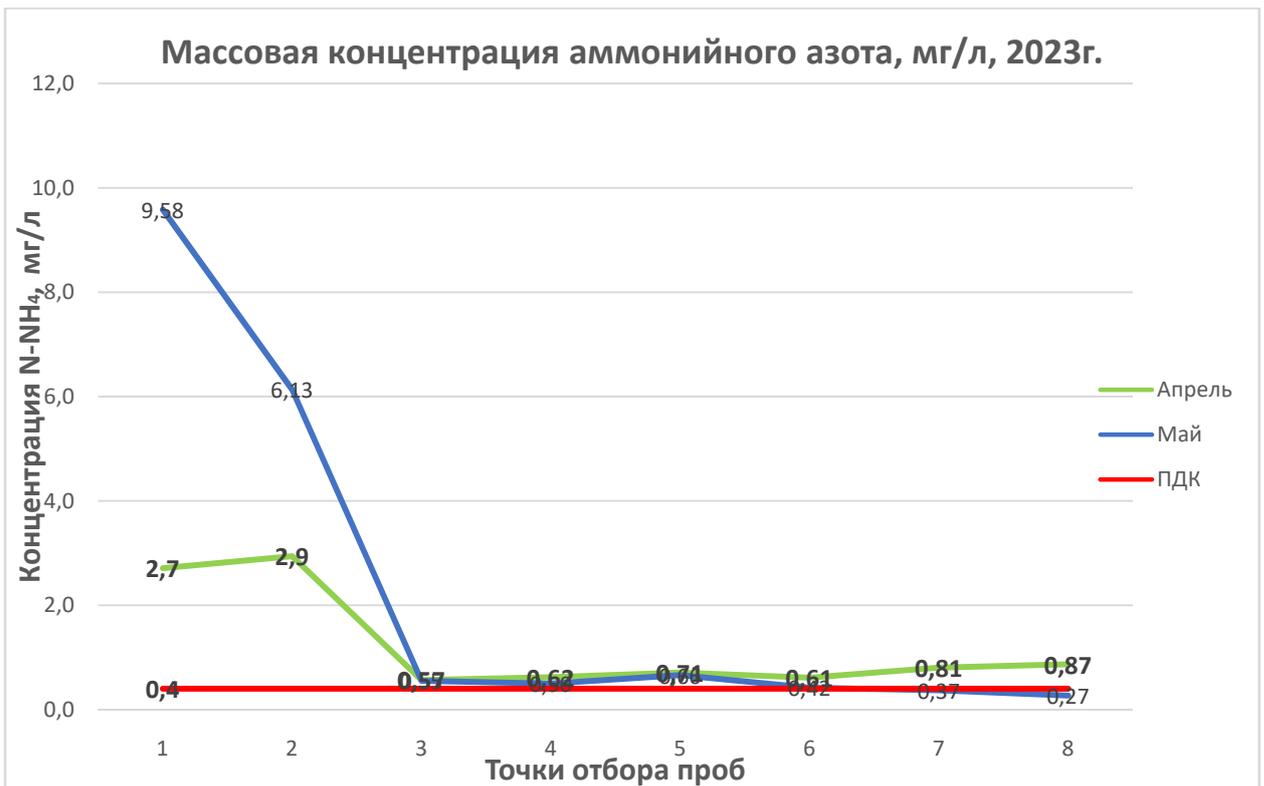


Рисунок 3.16 - График массовой концентрации аммонийного азота, мг/л

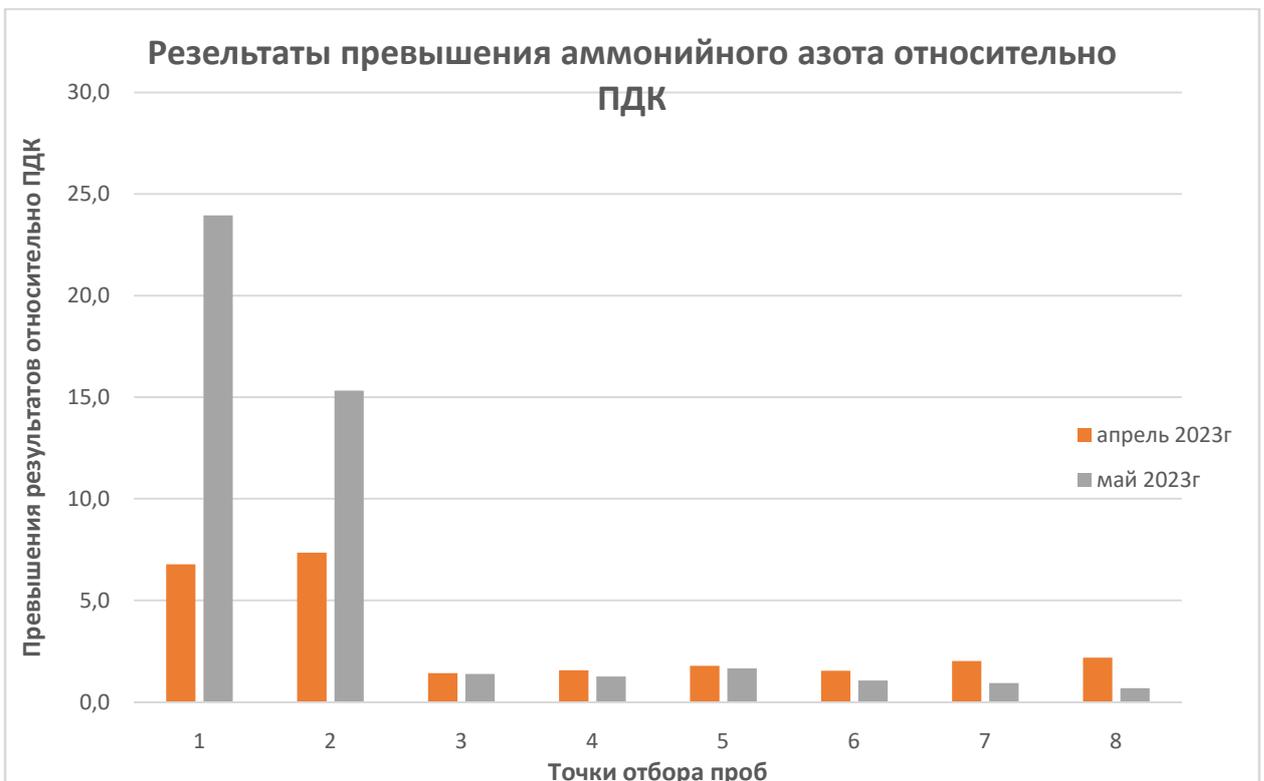


Рисунок 3.17 - Диаграмма результатов превышения аммонийного азота относительно ПДК

Отбор и анализ проб проводился так же май и апрель в 2023 году. По графику (рис.3.16) и диаграмме (рис.3.17) наблюдается высокое содержание массовой концентрации аммонийного азота относительно ПДК на всем протяжении Дудергофского канала. Также на станциях №1-№2 наблюдается очень высокая концентрация данного вещества, как и нитритного азота, только превышения составляют почти в 25 раз в мае 2023года. Анализируя графики и диаграммы, можно сделать точный вывод о том, что в точках №1-№2 очень низкое содержание кислорода, что сильно влияет на продуктивность водоема не только в данных точках, но и на протяжении всего канала.

В общем и целом, комплексная оценка по гидрохимическим показателям указывает на то, что в плохом экологическом состоянии находятся станции №1-2 (исток канала). Превышения почти по всем показателям за 2022-2023гг. говорят нам об антропогенной нагрузке на канал, т.е. сброс сточных вод делает Дудургофский пруд непригодным для жизни различных гидробионтов.

3.7 Оценка экологического состояния канала по гидробиологическим показателям

Гидробиологические методы основаны на представлениях о последствиях загрязнения окружающей среды. В качестве индикаторов могут выступать самые разные организмы, но наиболее часто они встречаются в донных сообществах (гидробионты). Связано это с тем, что у разных видов и отрядов разная реакция на загрязненную воду. Все это приводит к тому, что некоторые особи погибают в результате загрязнения. Другие же, наоборот, увеличивают численность своих популяций. Существуют так называемые индикаторы загрязнения – это те виды, которые могут быть обнаружены живыми при сильном загрязнении [12, 16, 17].

В первую очередь, канал — это водная система, которая сформировалась в результате комплексного воздействия природных и техногенных факторов. Антропогенные факторы влияют на изменение

биологического разнообразия. Важным процессом, который происходит на поверхности земли, является смыв биогенных элементов и органические вещества [29].



Рисунок 3.18 - Процессы эвтрофикации ДК

При зарастании дна на улице Партизан Германа скапливается избыток биогенных веществ, которые являются кормовыми участками для многих видов рыб. В связи с расширением канала, в нем нет плавающих листьев. Эфирные водоросли играют важную роль в поддержании биогенного баланса. По берегам пруда разрастаются растения, которые играют важную роль в поддержании баланса наземных и водных биоценозов. Как правило, это места отдыха водоплавающих птиц в период миграции. Многие донные черви являются индикаторами загрязнения воды [7].



Рисунок 3.19 - Места обитания водоплавающих птиц на ДК

Гидрохимические методы позволяют обосновано судить о количественном и качественном (вещественном) параметрах загрязнения. Гидробиологические методы дают представление об экологических последствиях воздействия загрязняющих веществ. В качестве организмов-индикаторов рассматриваются самые различные водные обитатели (зоопланктон, рыбы, водоросли) но наиболее часто – относительно 70 крупные (5–50 мм) обитатели донных сообществ (макрозообентос), которые имеют длительные жизненные циклы (2 и более лет), ведут малоподвижный образ жизни (локализованы в конкретном районе) и могут быть легко определены по атласам, определителям, в том числе в полевых условиях. Установлено, что определенные виды или семейства, отряды макрзообентоса – личинок насекомых, ракообразных, червей – по-разному реагируют на загрязнение воды. Некоторые не выдерживают даже малейшего загрязнения и погибают, в пробах в данном случае они не обнаруживаются вообще и или только в виде мертвых особей. Другие же – в данной ситуации продолжают существовать, но уменьшают численность своей популяции. Наконец, имеются виды-индикаторы сильного загрязнения – как правило, их

весьма немного, и только они и могут встречаться в пробах живыми в данной ситуации [7, 16-17, 26-27].

В российской системе мониторинга окружающей среды, которая функционирует под эгидой Росгидромета, начиная с 1974 года применяется метод оценки качества воды на основе анализа зообентоса. Этот метод основан на работе гидробиолога Ф. Вудивисса, который разработал биотический индекс для реки Трент в 1964 году. В ходе исследования влияния загрязнения на бентос реки Трент в Англии, Вудивисс заметил, что с увеличением уровня загрязнения из донной фауны последовательно исчезают наиболее чувствительные группы организмов, такие как веснянки, затем поденки, ручейники и т.д. В конечном итоге, остаются только олигохеты и личинки красного мотыля, которые исчезают только при очень сильном загрязнении. На основе этих наблюдений Вудивисс разделил различные степени загрязнения на 10 классов и разработал таблицу, которая позволяет определить класс загрязнения на основе наличия или отсутствия отдельных групп гидробионтов, с учетом общего количества таких групп на исследуемом участке. По мере увеличения загрязнения воды, представители этих групп последовательно исчезают из водоема. Согласно этому методу, с ростом уровня загрязнения происходит упрощение видового состава бентоценоза из-за потери индикаторных таксонов, когда они достигают своей предельной толерантности, что сопровождается сокращением общего разнообразия организмов [4-5, 8-9].

Метод основан на закономерности упрощения таксономической структуры и общего видового разнообразия биоценоза при повышении уровня загрязнения воды. Это происходит за счет сокращения численности организмов, которые являются особо чувствительными к загрязнению и способны жить только в чистых водах. Ф. Вудивисс разработал специальные индикаторные группы донных беспозвоночных организмов, включая личинки насекомых, принадлежащих к отрядам веснянок, поденок, семействам ручейников, двум родам ракообразных, моллюскам, плоским червям,

пиявкам, олигохетам семейства Tubificidae и личинкам хирономид. Применение данной методики включает отбор образцов донных организмов на выбранных станциях, определение общего количества индикаторных групп Вудивисса в образце, отражающих общее видовое разнообразие на данной станции, и оценку численности видов отдельных показательных организмов, которые обладают определенной степенью толерантности к конкретному уровню загрязнения окружающей среды. Личинки веснянок и поденок считаются "очень чистыми водами", губки, личинки ручейников - "чистыми водами", личинки стрекоз и гаммарусы - "удовлетворительной чистоты водами", ракообразные рода Asellus, личинки вислокрылок - "загрязненными водами", а олигохеты семейства Tubificidae и личинки хирономид - "грязными водами". Затем, на основе анализа общего видового состава и численности показательных организмов по специальной таблице, определяется биотический индекс местообитания (БИМ), который позволяет оценить степень чистоты воды. БИМ изменяется в диапазоне от 0 (очень загрязненная вода, присутствуют только малочисленные виды, малочувствительные к недостатку кислорода и избытку органических веществ) до 10 (очень чистая вода, преобладают индикаторы чистых вод, такие как веснянки и поденки). Методика также предусматривает использование крупных таксонов для сглаживания эффектов сезонных изменений и топографических различий между реками. Используя биоиндикационную методику Ф. Вудивисса, можно оценить качество воды в Дудергофском канале следующим образом. Для каждой биологической пробы определите показательный (индикаторный) таксон, присутствующий в пробе, в первой графе шкалы. Определить наличие в пробе одного или нескольких видов или индикаторных таксонов, относящихся к веснянкам, поденкам или ручейникам, и найти соответствующую строку в графе "Видовое разнообразие". Определить число групп Вудивисса в пробе. Найти балл биотического индекса в точке пересечения найденной строки

видового разнообразия с графой числа групп, соответствующего пробе [4-5, 8-9]..

Таблица 3.1. Рабочая шкала для определения биотического индекса по наличию группы Ф. Вудивисса

Основные индикаторные организмы		Общее количество групп				
		0–1	2–5	6–10	11–15	16 и более
Личинки веснянок <i>Plecoptera</i>	Более одного вида	–	6	7	8	9
	Только один вид	–	5	6	7	8
Личинки поденок <i>Ephemeroptera</i>	Более одного вида	–	7	8	9	10
	Только один вид	–	6	7	8	9
Личинки ручейника <i>Trichoptera</i>	Более одного вида	–	5	6	7	8
	Только один вид	4	4	5	6	7
Ракообразные, включая бокоплавов, водяных осликов. <i>Gammarus</i> , <i>Aesellus aquaticus</i>	Прочие виды отсутствуют	3	4	5	6	7
		2	3	4	5	6
Малощетинковые черви <i>Tubificidae</i> и личинки комаров <i>Hironomidae</i>	То же	1	2	3	4	–

Оценка полученного балла биотического индекса позволит определить качество воды в Дудергофском канале. Если полученный балл составляет от 0 до 2, это указывает на сильное загрязнение воды и находится в полисапробной зоне, что свидетельствует о сильном угнетении водного сообщества. Оценка от 3 до 5 говорит о средней степени загрязнения (альфа-мезосапробная), а оценка от 6 до 7 указывает на незначительное загрязнение водоема (бета-мезосапробная). Чистые реки обычно получают оценку от 8 до 10, а особенно богатые водными обитателями участки могут иметь более высокие значения индекса [4-5, 8-9, 18].

На основе собранных 11 биологических проб в различных районах Дудергофского канала можно выявить существенные различия в качестве воды, которые характерны для отдельных акваторий канала. Это позволяет сделать выводы о состоянии водных экосистем и их возможных проблемах загрязнения.

Для оценки качества вод Дудергофского канала, кроме гидрохимических методов, использована также биоиндикационная методика Ф. Вудивисса, основанная на наблюдениях за численностью и видовым разнообразием организмов микрзообентоса. Организмы-индикаторы обладают специфической толерантностью к конкретным условиям среды. Присутствие определённых индикаторных видов в данном районе отражает характерные условия их среды обитания. В различных районах собраны 11 биологических проб, изученные в полевых условиях и в лаборатории. Полученные результаты показали существенные различия в качестве вод, свойственные отдельным акваториям Дудергофского канала [8-9, 18].

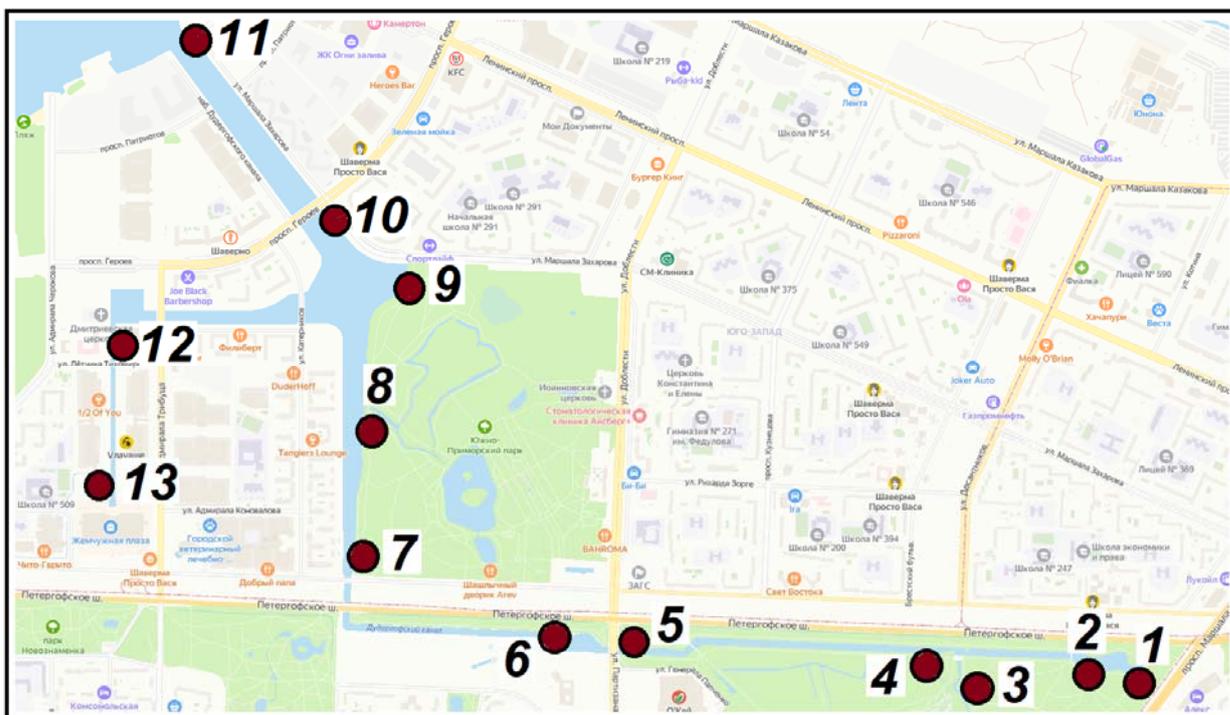


Рисунок 3.20 - Станции отбора проб по гидробиологическим показателям

Обобщённые данные и предварительное заключение относительно экологического состояния водной системы ДК представлены в табл. 3.2. отбор проб на гидробиологический анализ представлен на рис. Данные говорят о том, что оценка качества вод канала по гидробиологическим показателям не сильно отличается от гидрохимических результатов. К особому вниманию следует отметить Дудергофский пруд, т.к. он является опасным источником для развития и жизни гидробионтов. Потому как, по

гидрохимическим и гидробиологическим показателям. качество воды в данной точке оценивается как грязные. К вниманию стоит отнести также восточную часть расширения канала, здесь также качество воды можно отнести как грязные.

Таблица 3.2 - Сравнительная оценка экологического состояния акваторий по гидробиологическим показателям на основе применения биоиндикационной методики Ф. Вудивисса

Районы исследований	Номер станции	Число индикаторных групп Вудивисса в пробе	Значения биотического индекса местообитания	Обобщенная оценка чистоты воды
Дудергофский пруд	1	3	2	«грязные»
	2	5	3	
Устье реки Дудергофки	3	8	5	«загрязненные»
	4	8	4	
Расширение канала, Петергофское шоссе/ул. Германа	5	8	4	«загрязненные»
	6	8	6	
Восточный берег вдоль Ю-Приморского парка	7	8	7	«удовлетворительной чистоты»
	8	10	6	
Залив Восточный	9	5	3	«грязные»
Устьевая часть канала	10	10	6	«относительно чистые»
	11	12	8	
Матисов	12	10	6	«удовлетворитель-

канал	13	8	7	ной чистоты»
-------	----	---	---	--------------



Рисунок 3.21 - Процессы обмеления ДК

Опасными для канала являются сгонно-нагонные процессы, которые приводят к изменению уровня воды (обмелению или затоплению территории), береговой эрозии, а также повышение мутности.

Значение мутности зависит от сгонных или нагонных процессов. Т.к. на при ветрах различного направление происходит поднятие со дна взвешенных частиц. Значение мутности влияет на жизнь гидробионтов. При очень высоком значении может произойти массовая гибель рыб т.к. жабры рыб забиваются взвешенными примесями, что приводит к удушью[10, 15].

Практические рекомендации

Рекомендации по улучшению экологической ситуации в природных водах должны быть основаны на количественных и качественных показателях. В настоящее время накоплена достаточная информация для принятия конкретных решений, связанных с использованием и охраной водных ресурсов. В то же время необходимо расширять и обновлять существующие базы данных, а также использовать современные информационные технологии.

В настоящее время, в связи с тем, что федеральные органы исполнительной власти претерпевают реорганизацию, они должны быть наделены полномочиями по контролю за водными объектами и принимать соответствующие управленческие решения.

Законы, регулирующие экологическую безопасность водных объектов, должны быть прочными и неукоснительно соблюдаться на законодательном уровне.

Важны не только водоохранные мероприятия, но и управление водными ресурсами. В связи с этим особую важность приобретает информирование населения о деятельности водоохраных служб.

Важным элементом современной экологической этики является профилактическая охрана природных вод. В первую очередь это касается тех людей, которые борются за чистоту водоемов и защищают их от загрязнения.

В основе экологического подхода лежит отказ от идеи о том, что сточные воды в природных водоемах должны быть разбавлены до предельно допустимых концентраций.

В связи с возросшей нагрузкой на поверхностные воды, необходимо принимать меры по контролю за их качеством. Важную роль в этом процессе играет нормативная база и правовые акты, регламентирующие работу с водными объектами. К сожалению, до сих пор нормативные документы по водоохранным мероприятиям так и не были разработаны. Экологический паспорт городского водоёма (ЭПГВ) – это документ, который позволяет в

режиме реального времени отслеживать ситуацию на водном объекте и осуществлять контроль за ее выполнением. Кроме того, он должен стать частью кадастра земельных участков.

В результате проведенного исследования было составлено заключение о качестве воды в Дудергофском канале. Важным показателем загрязненности окружающей среды является состояние водоемов. Связано это с тем, что естественные процессы формирования и очистки водоемов в городских ландшафтах нарушены.

Все это приводит к тому, что водные ресурсы становятся все менее и менее ценными.

В связи с этим необходимо разработать и реализовать комплексную экологическую программу, направленную на восстановление водного баланса канала. Удобная транспортная развязка с соседними районами, лесными массивами и другими природными комплексами делает эту часть города еще более привлекательной.

В Санкт-Петербурге планировали работы по ликвидации донных отложений на Дудергофском канале. Это способствовало бы увеличению глубины канала, а также могло улучшить экологическую ситуацию. Об этом сообщили в пресс-службе Комитета по природопользованию [1].

По словам пресс-службы эти работы были запланированы из-за образования процессов эвтрофикации водоема, что приводит в первую очередь к низкому уровню проточности канала, а также наличию большого количества органических и неорганических веществ в воде.

Проектные документы были разработаны еще в 2018 году, когда появилась финансовая возможность по реализации работ. По плану, работы должны быть завершены до конца 2024 года. На данный момент времени (июнь 2023г.) информации о том, что эти работы начались или ведутся – нет. Что можно судить о безразличии городских властей к водным объектам второго по величине города в стране [1].

Для обеспечения благоприятной экологической обстановки Дудергофского канала необходимо уделить особое внимание вопросам обеспечения экологической безопасности:

1. Усилить контроль за органами исполнительной власти в сфереприродопользования и охраны окружающей среды за исполнением поставленных целей и задач.
2. Обеспечить финансирование в целях экологической безопасности водной акватории для проведения мониторинговых работ и очистки канала от донных отложений;
3. Провести, как и требовалось, дноуглубительный работы с целью предотвращения обмеления данного водного объекта.
4. Полное исключение поступления сточных вод в исток канала через впадающий в него подземный коллектор.
5. Разработка и реализация программ по экологической безопасности с целью снижения рисков от антропогенной нагрузки.
6. Разработка и реализация программ комплексного мониторинга по химическим и гидробиологическим показателям.

Заключение

В целом, экологическая обстановка водной системы Дудергофского канала характеризуется как очень напряженная. Наблюдается комплексное загрязнение вод, основными источниками могут являться подземный коллектор в устьевой зоне канала, ливневые стоки с располагающихся в непосредственной близости автомагистралей.

Изучив и проанализировав методики по гидрохимическим показателям, а также отобрав и сделав анализ проб воды на 8 станциях, можно сделать вывод, что канал подвергается антропогенному загрязнению по таким показателям как нефтепродукты, АПАВ, нитраты и азотсодержащей группы. Воды канала подвергались обнаружению нефтяных пятен, образованию мыльных фракции, а также к массовой гибели рыб на всем протяжении канала. Это можно и подтвердить по анализам, которые были выполнены в Аналитической лаборатории РГГМУ. На протяжении всего канала наблюдаются высокие показатели нитритного и аммонийного азота, особенно на станциях №1-№2, где превышения относительно ПДК составляют в 6-7 раз. Это может сказываться на содержании кислорода в воде и биологической продуктивности всего водоема. Содержание нефтепродуктов и АПАВ также в этих двух точках очень высокие. Потенциальными источниками загрязнения можно назвать промышленную зону и реку Дудергофку.

Как было сказано ранее ситуация водной системы Дудергофского канала очень напряженная, поэтому нужно обратить особо пристальное внимание на реализацию программы комплексного мониторинга состояния экосистем канала, реализовать и разработать программу по выявлению потенциально опасных антропогенных источников загрязнения, влияющих на водную акваторию не только Дудергофского канала, но и рек Дудергофки, Ивановки, Новой, а также Матисова канала.

Также в работе были использованы методики оценки проб воды канала по гидробиологическим показателям. В 2021 году при подготовке ВКР в

весенний период времени оценка качества вод характеризовалась как грязная. Особенно ухудшенная ситуация наблюдалась на станции №1-№2 (Дудергофский пруд). Здесь оценка качества воды характеризуется как очень грязная. В 2023 году в летний период оценка качества воды по гидробиологическим показателям для станции №1-№2 осталась неизменной. Следует отметить, что по гидрохимическим показателям превышения ПДК так же наблюдаются в истоке канала. Причиной тому является несанкционированный сброс сточных вод, а также антропогенная нагрузка на данную часть канала. Т.к. из-за сброса сточных вод с большим содержанием опасных веществ, условия жизни (снижение кислорода в воде, нестабильный температурный режим, изменение рН воды и так далее) для гидробионтов ухудшаются.

На экологическую обстановку канала влияют и природные явления такие как ветра северного и северо-западного направления, которые приводят к изменению уровня воды в водоеме, что может приводить к обмелению канала или заболачиванию близлежащих территорий, а также поднятию со дна взвешенных частиц, в т.ч. и крупных, которые попадают во внутрь гидробионтов, в следствие чего организм умирает.

Для достижения улучшения экологической обстановки в канале следует разрабатывать комплекс мер для ослабления антропогенной нагрузки. Такие меры могут быть как:

1. Выявление опасных источников сброса сточных вод;
2. Обеспечение экологической безопасности как самого канала, так и близлежащих территорий;
3. Разработка различных программ мониторинга на всем протяжении канала, особенное внимание уделить истоку канала;
4. Усилить контроль за госорганами по природопользованию и охране ОС, отвечающих не только за водную акваторию Дудергофского канала, но и за всеми водными объектами;

5. Выделение финансирования для проведения мониторинга и установки гидротехнических средств отчистки.
6. Обеспечение экопросвещенности населения с целью предотвращения несанкционированного сброса в канал мусора, в том числе и пластика.

Список использованных источников

1. «Дудергофский канал очистят от донных отложений за три года»//DnevnikSPB.ru/наш город// Светлана Дягилева: [Электронный ресурс]. – URL: <https://spbdnevnik.ru/news/2021-12-02/dudergofskiy-kanal-ochistyat-ot-donnyh-otlozheniy-za-tri-goda>
2. «Нефть и мазут попадают в Дудергофку из Ленобласти»// Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности: [Электронный ресурс]. – URL:<https://pilarn.ru/presstsentr/smi-o-nas/244-neft-i-mazut-popadayut-v-dudergofku-iz-lenoblasti>
3. «Реку Дудергофка в Петербурге загрязнила загадочная пена»//Экология, Водоканал Санкт-Петербурга//Рамблер/: [Электронный ресурс]. – URL:<https://news.rambler.ru/ecology/45899872-reku-dudergofka-v-peterburge-zagryaznila-zagadochnaya-pena/>
4. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view // Ergebnisse der Limnol. 1973. Н. 7. 218 S.
5. Woodiwiss F.S. The biological system of stream classification used by the Trent River Board // Chem. and Ind. 1964. V. 11. P. 443-447.
6. Анионные поверхностно-активные вещества// Большая Российская Энциклопедия. – 2004-2017// Л.А. Шиц: [Электронный ресурс]. – URL:<https://old.bigenc.ru/chemistry/text/1823817>
7. Беляков В.П. Мониторинг экологического состояния городских водоемов Санкт-Петербурга по показателям зообентоса / В.П. Беляков, А.И. Бажора, И.В. Сотников // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. - т.17. - №6. – С. 51-56
8. Вудивисс Ф. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Труды

- советско-английского семинара. Валдай, 12 – 14 июля 1976 г. – Л.: Гидрометеиздат, 1977, с. 132 – 161.
9. Вудивисс Ф.С. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л., Гидрометеиздат. 1977. С. 132-161
 10. Гордеева, С. М., Малинин, В. Н. (2014). Изменчивость морского уровня Финского залива. СПб.: РГГМУ, 178 с.
 11. ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». В Петербурге сократилось количество несанкционированных сбросов загрязняющих веществ в систему городской канализации [Электронный ресурс]. URL: http://www.vodokanal.spb.ru/presscentr/news/v_peterburge_sokratilos_k_olichestvo_nesankcionirovannyh_sbrosov_zagryaznyayuwih_vewestv_v_sistemu_gorodskoj_kanalizacii/
 12. Дроздов В.В. Практикум по экологии: учебно-методическое пособие для студентов экологических специальностей вузов. – СПб.: РГГМУ, 2019. – 256 с. ISBN 978-5-86813-510-1.
 13. Дудергофские высоты – комплексный памятник природы / ред. Е. А. Волкова, Г. А. Исаченко, В. Н. Храмцов. – Санкт-Петербург, 2006. – 144
 14. Макарченко Е.А., Тарасова Е.В. Введение в биомониторинг пресных вод: учебное пособие/ в24 Вшивкова Т.С., Иваненко Н.В., Якименко Л.В., Дроздов К.А. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2019. – 40с.
 15. Малинин, В. Н., Гордеева, С. М., Митина, Ю. В. (2016). Изменчивость невских наводнений и морского уровня в современных климатических условиях. Водные ресурсы, № 5, сс. 544–557
 16. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах.

- Зообентос и его продукция. – Л.: ЗИН РАН, ГосНИОРХ, 1984. – 52 с.
17. Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. Л., Гидрометеиздат. 1989. Вып. 2. 277 с.
18. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). Под ред. Л.А. Кутикова и Я.И. Старобогатова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 510 с. 9. Определитель пресноводных беспозвоночных России. Т. 2. Ракообразные. Под ред. С.Я. Цалолихина. – СПб.: ЗИН РАН, 1995. – 631 с. 10. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем./ Под ред. В.А. Абакумова. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 319 с.
19. ПНД Ф 14.1:2:3.1-95 Методика измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера: Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. – Издание официальное: – Москва 2017г. – 24с.
20. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 01-05-2012): Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. – Издание официальное: 2012г. – Москва 1998г. – 25с.
21. ПНД Ф 14.1:2:4.158-2000 Методика измерений массовой концентрации анионных поверхностно-активных веществ в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 01-06-2013): Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. – Издание официальное: 2014г. – Москва 2000г. – 23с.

22. Позднякова А.И. Практическое руководство по проведению гидрохимического анализа на лабораторных занятиях по курсу «Гидрохимия»: Учебно-методическое пособие для вузов. – СПб.: РГГМУ, 2019. - 112с.
23. РД 52.24.380-2006 Массовая концентрация нитратов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса после восстановления в кадмиевом редуторе: Росгидромет 2006г.: [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293837/4293837298.htm>
24. РД 52.24.381-2017 Массовая концентрация нитритного азота. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса: Приказ Росгидромета от 10.01.2018 №1 [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293739/4293739151.htm>
25. РД 52.24.382-2019 Массовая концентрация фосфатного фосфора в водах. Методика измерений фотометрическим методом: Приказ Росгидромета от 22.03.2019 №126 [Электронный ресурс]. – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293729/4293729845.pdf>
26. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем/Под ред. Абакумова В.А.- СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
27. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л., Гидрометеиздат. 1983. 240 с.
28. Румянцев В.А., Игнатьева Н.В. Система ранней диагностики кризисных экологических ситуаций на водоемах. СПб: ВВМ, 2006. 152 с
29. Фрумин Г. Т., Германова А. В. Динамика поступления биогенных элементов в Финский залив со стоком российских рек // Финский

залив в экосистеме Северо-Запада России. Сборник научных трудов.
СПб.: ИПК «Прикладная экология», 2012. С. 185-200.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение А

Наличие видов – индикаторов	Количество видов–индикаторов	Общее количество присутствующих групп бентосных организмов					
		0 – 1	2 – 5	6 – 10	11 – 15	16 – 20	более 20
Нимфы веснянок (<i>Plecoptera</i>)	более 1	–	7	8	9	10	11 – ...
	1 вид	–	6	7	8	9	10 – ...
Нимфы поденок (<i>Ephemeroptera</i>) — кроме вида <i>Baetis rhodani</i>	более 1	–	6	7	8	9	10 – ...
	1 вид	–	5	6	7	8	9 – ...
Личинки ручейников (<i>Trichoptera</i>)	более 1	–	5	6	7	8	9 – ...
	1 вид	4	4	5	6	7	8 – ...
Бокоплавы (<i>Gammarus</i>)		3	4	5	6	7	8 – ...
Водяной ослик (<i>Asellus aquaticus</i>)		2	3	4	5	6	7 – ...
Олигохеты (<i>Tubificidae</i>) или личинки звонцов (<i>Chironomidae</i>)		1	2	3	4	5	6 – ...
Отсутствуют все названные группы		0	1	2	–	–	–

Рисунок 1 – Рабочая шкала для определения биотического индекса Вудивисса

Приложение Б

Класс качества воды	Степень загрязнения	Биотический индекс
1	Очень чистая	10
2	Чистая	8 – 9
3	Умеренно загрязненная	6 – 7
4	Загрязненная	5
5	Грязная	3 – 4
6	Очень грязная	0 – 2

Рисунок 2 – Классификация качества воды по биологическим показателям