

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность  
 ООП Управление комплексной техносферной безопасностью  
 Отделение Отделение контроля и диагностики

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРАНТА

<b>Тема работы</b>
Совершенствование системы мониторинга водных объектов Томской области
УДК 504.175:502.51(571.16)

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM11	Жигулина Алина Владимировна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД	Назаренко О.Б.	к.т.н., профессор		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Антоневич О.А.	к.б.н., доцент		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	к.х.н., доцент		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языках (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определить и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Способен самостоятельно приобретать, структурировать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в области техносферной безопасности, решать сложные и проблемные вопросы
ОПК(У)-2	Способен анализировать и применять знания и опыт в сфере техносферной безопасности для решения задач в профессиональной деятельности
ОПК(У)-3	Способен представлять итоги профессиональной деятельности в области техносферной безопасности в виде отчетов, рефератов, статей, заявок на выдачу патентов, оформленных в соответствии с предъявляемыми требованиями
ОПК(У)-4	Способен проводить обучение по вопросам безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды
ОПК(У)-5	Способен разрабатывать нормативно-правовую документацию сферы профессиональной деятельности в соответствующих областях безопасности, проводить экспертизу проектов нормативных правовых актов
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способен ориентироваться в полном спектре научных проблем профессиональной области;
ПК(У)-2	Способен создавать модели новых систем защиты человека и среды обитания;
ПК(У)-3	Способен анализировать, оптимизировать и применять современные информационные технологии при решении научных задач;
ПК(У)-4	Способен идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели, интерпретировать математические модели в нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели, математически описывать экспериментальные данные и определять их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять машинное моделирование изучаемых процессов;
ПК(У)-5	Способен использовать современную измерительную технику, современные методы измерения;
ПК(У)-6	Способен применять методы анализа и оценки надежности и техногенного риска;
ПК(У)-7	Способен организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания на уровне предприятия, территориально-производственных комплексов и регионов, а также деятельностью предприятия в режиме чрезвычайной ситуации;
ПК(У)-8	Способен осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях;
ПК(У)-9	Способен участвовать в разработке нормативно-правовых актов по вопросам техносферной безопасности;
ПК(У)-10	Способен к рациональному решению вопросов безопасного размещения и применения технических средств в регионах;
ПК(У)-11	Способен применять на практике теории принятия управленческих решений и методы экспертных оценок.
ДПК(У)-1	Способен осуществлять технико-экономические расчеты мероприятий по повышению безопасности



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность  
ООП Управление комплексной техносферной безопасностью  
Отделение Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

А.Н.Вторушина

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
1ЕМ11	Жигулина Алина Владимировна

Тема работы:

Совершенствование системы мониторинга водных объектов Томской области	
Утверждена приказом (дата, номер)	24.12.2021 №358–11/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	29.05.2023
--	------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	<p>Целью работы является разработать предложения для совершенствования системы мониторинга водных объектов с целью повышения эффективности мониторинга и точности оценки состояния водных объектов. Объект исследования: озера Томской области. Исследование выполнено на основе гидроэкологического анализа озер Томской области.</p>
<p><b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b> <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Провести анализ литературы по теме исследования;</li> <li>2. Проанализировать существующую систему мониторинга водных объектов;</li> <li>3. Дать краткую характеристику водных объектов Томской области, и на примере озер выполнить гидроэкологический анализ;</li> <li>4. Разработать рекомендации по совершенствованию системы мониторинга водных объектов.</li> </ol>

<b>Перечень графического материала</b>		
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>		
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>	
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Маланина Вероника Анатольевна, доцент ОСГН, к.э.н.	
«Социальная ответственность»	Антоневич Ольга Алексеевна, доцент ООД, к.б.н.	
«Иностранный язык»	Устюжанина Анна Константиновна, доцент ОИЯ, к.филолог.н.	
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>		
Analysis of the existing monitoring system of water bodies		
<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	05.10.2021	

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД	Назаренко Ольга Брониславовна	к.т.н., профессор		05.10.2021

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ11	Жигулина Алина Владимировна		05.10.2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа	<u>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</u>
Направление подготовки	<u>20.04.01 Техносферная безопасность</u>
Уровень образования	<u>Магистратура</u>
Отделение	<u>Отделение контроля и диагностики</u>
Период выполнения	<u>2021/2022–2022/2023 учебные года</u>

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
1ЕМ11	Жигулина Алина Владимировна

Тема работы:

Совершенствование системы мониторинга водных объектов Томской области
---

Срок сдачи студентом выполненной работы:	29.05.2023
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
29.11.2021	Обзор источников информации по мониторингу водных ресурсов	10
29.11.2021	Формулирование целей и задач работы, формулирование предмета и объекта разработки	5
30.06.2022	Проведение анализа	20
25.12.2022	Разработка рекомендаций по совершенствованию системы мониторинга водных объектов	20
10.04.2023	Анализ полученных результатов и выводы о достижении цели в основном разделе ВКР	5
11.04.2023	Разработка разделов «Социальная ответственность», «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», «Иностранный язык»	10
20.05.2023	Оформление пояснительной записки к ВКР и презентационных материалов	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД	Назаренко О.Б.	к.т.н., профессор		05.10.2021

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	к.х.н., доцент		05.10.2021

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ11	Жигулина Алина Владимировна		05.10.2021

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Совершенствование системы мониторинга водных ресурсов Томской области» содержит 99 с., 14 рисунков, 20 таблицы, 50 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: система мониторинга, водные ресурсы, Томская область, гидроэкологический анализ, экологический мониторинг.

Объект исследования: озера Томской области.

Цель работы – разработать предложения для совершенствования системы мониторинга водных объектов с целью повышения эффективности мониторинга и точности оценки состояния водных объектов.

В процессе исследования: была проанализирована существующая система мониторинга водных объектов и на основе анализа выявлены проблемы в системе мониторинга, кратко охарактеризованы водные объекты Томской области, выполнено гидроэкологический анализ.

В результате исследования: разработаны рекомендации по совершенствованию системы мониторинга водных объектов.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: применимо к существующей системе мониторинга водных объектов.

Степень внедрения: научно-исследовательский процесс.

Область применения: экологический мониторинг.

Экономическая эффективность/значимость работы совершенствованная система мониторинга и прогноза состояния водных объектов.

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	10
1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ .....	12
1.1 Классификация водных объектов .....	12
1.2 Задачи системы мониторинга водных объектов.....	13
1.3 Классификация системы мониторинга водных объектов .....	15
1.4 Нормативно-правовая база водопользования .....	17
1.5 Проблемы системы мониторинга озер.....	18
1.6 Методы прогнозирования качества воды.....	19
1.6.1 Прогнозирование состояния поверхностных и подземных вод.....	21
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ .....	26
3 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТА МОНИТОРИНГА ОЗЕР ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ .....	33
3.1 Анализ данных по результатам мониторинга озер Томской области .....	33
3.2 Рекомендации по совершенствованию системы мониторинга озер .....	38
3.3 Анализ загрязнения воды на основе гиперспектральных данных с БПЛА (беспилотный летательный аппарат).....	40
3.4 Прогнозирование качества водных объектов с помощью нейронных сетей .....	44
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ» .....	47
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	48
4.1 Предпроектный анализ .....	48
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	48
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений .....	49

4.1.3 SWOT-анализ.....	50
4.2 Планирование управление проектом .....	52
4.2.1 Участники, структура и график работ проекта.....	52
4.3 Бюджет научно-технического исследования .....	53
4.3.1 Расчет основной заработной платы.....	54
4.3.2 Расчет дополнительной заработной платы исполнителей работ .....	55
4.3.3 Расчеты затрат на страховые взносы.....	55
4.3.4 Расчет накладных расходов.....	56
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	56
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ».....	60
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	62
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	63
5.1.1 Правовые нормы трудового законодательства .....	63
5.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочего пространства .....	64
5.2 Производственная безопасность.....	65
5.2.1 Производственные факторы, связанные с опасностью химических веществ при попадании через органы дыхания .....	66
5.2.2 Производственные факторы, связанные с опасностью химических веществ при попадании через открытые раны.....	67
5.2.3 Поверхности твёрдых или жидких объектов, о которые ударяются движущиеся части тела, персонала .....	68
5.2.4 Факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий .....	69

5.2.5 Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного освещения .....	70
5.2.6 Производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде (повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума) .....	72
5.2.7 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего .....	73
5.2.8 Производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека (активное наблюдение за ходом производственного процесса, монотонность труда, перенапряжение анализаторов) .....	74
5.3 Экологическая безопасность .....	75
5.3.1 Воздействие на селитебную зону .....	75
5.3.2 Воздействие на литосферу .....	75
5.3.3 Воздействие на гидросферу .....	75
5.3.4 Воздействие на атмосферу .....	75
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	79
Список публикаций студента .....	81
Список использованных источников .....	82
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	87

## ВВЕДЕНИЕ

Водные ресурсы играют важную роль в биосфере и поддерживают жизнь на планете. К сожалению, за последние несколько лет качество водных ресурсов значительно ухудшилось, и чтобы предотвратить их деградацию, необходим непрерывный экологический мониторинг. Загрязнение водных объектов оказывает отрицательное влияние на все живые существа.

В городе Томске и его окрестностях наблюдается активная деятельность, которая изменяет гидрологические, гидробиологические и гидрохимические процессы в водных объектах [1]. Антропогенная деятельность приводит к химическому и термическому загрязнению водоемов, увеличению скорости эвтрофикации водоемов и нарушению экологического баланса. Ситуация, особенно в озерах, находящихся в городской зоне, очень сложная.

Оценка текущего состояния экологического мониторинга водных ресурсов нашей области является задачей первостепенной важности. Для получения более полной картины в работе планируется использовать методику исследования озер в городе Томске [2]. Одной из главных экологических проблем города Томска является гидроэкологическое состояние озёр, расположенных в пределах городской черты. Эти озёра являются неотъемлемой частью экосистемы городского района и подвергаются воздействию различных загрязнений.

**Цель:** разработать предложения для совершенствования системы мониторинга водных объектов с целью повышения эффективности мониторинга и точности оценки состояния водных объектов.

**Объект исследования:** озера Томской области.

**Задачи:**

- 1) проанализировать проблемы существующей системы мониторинга водных объектов;
- 2) дать краткую характеристику водных объектов Томской области;
- 3) проанализировать данные по результатам мониторинга озер Томской области;

4) разработать рекомендации по совершенствованию системы мониторинга водных объектов.

# 1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

## 1.1 Классификация водных объектов

В природе существует огромное количество водных объектов, которые могут иметь различное происхождение и природу. Они классифицируются по многим параметрам, таким как размер, форма, происхождение, химический состав, экологические особенности и др.

Водные объекты могут быть классифицированы по размеру:

- малые водные объекты (относятся ручьи, ручейки, ручейки, речушки и другие небольшие водотоки);
- средние водные объекты (включают реки, озера, пруды, водохранилища и др.);
- крупные водные объекты (включают океаны и моря).

Водные объекты представляют собой разнообразные формы водоемов, которые могут быть классифицированы по различным критериям. Один из таких критериев — это форма водоема, которая может быть проточной или стоячей. Проточные водные объекты – это реки и потоки, которые имеют определенное направление движения воды. Стоячие водные объекты – это озера, пруды, водохранилища, которые не имеют прямого направления движения воды.

Кроме того, водные объекты могут быть классифицированы по происхождению:

- природные водные объекты – водотоки, озера, ручьи, моря, океаны, формирование которых происходит в природных условиях;
- искусственные водные объекты – водохранилища, пруды, каналы, которые создаются человеком для различных целей, таких как генерация электроэнергии, орошение, питьевое водоснабжение и т. д.

Таким образом, виды и классификация водных объектов являются важными аспектами изучения экологии и управления водными ресурсами. Правильное определение типа водного объекта позволяет определить необходимые методы мониторинга, защиты и восстановления природных экосистем.

## 1.2 Задачи системы мониторинга водных объектов

Система мониторинга составляет одно из важнейших направлений экологической науки и практики, которое позволяет отслеживать и анализировать изменения состояния окружающей среды и ее компонентов. Водные объекты не являются исключением, поскольку мониторинг водных объектов направлен на улучшение их состояния и охрану водных экосистем.

Одним из основных методов мониторинга водных объектов является их гидрохимический анализ. Гидрохимическая оценка воды включает изучение температуры, pH, биохимического потребления кислорода (БПК), химического потребления кислорода (ХПК), азота, фосфора, железа и других элементов. Гидрохимический анализ даёт возможность оценить степень загрязнения вод и понять, какие меры необходимо принимать для их снижения и определения степени эффективности водоохраных мероприятий.

Современный экологический мониторинг является важным инструментом в защите окружающей среды и нацелен на поддержание высокопродуктивной системы взаимодействия между человеком и природой.

Система мониторинга за водными объектами предназначена для сбора данных и информации о текущем состоянии, изменении и динамике параметров, связанных с экосистемой, физико-химическими свойствами воды, биологической продуктивностью и другими экологическими и гидрологическими характеристиками [3].

Основные задачи системы мониторинга за водными объектами могут быть описаны следующим образом:

- 1) оценка качества воды: система мониторинга позволяет следить за концентрацией различных показателей качества воды, таких как содержание органических и неорганических веществ, тяжелых металлов, микроорганизмов и других параметров. Эти данные необходимы для оценки соответствия уровня загрязнения водных объектов нормативным требованиям и выявления причин источников загрязнений.

2) картографирование: система мониторинга позволяет проводить географическую картографию поверхностных и подземных водных объектов, на основе которой можно выявлять различные изменения в их состоянии, анализировать динамику изменения региональных и местных гидрологических и геоэкологических условий.

3) управление ресурсами: система мониторинга водных объектов является инструментом для оценки и управления водными ресурсами. Эти данные могут помочь принимать решения в области управления водоснабжением, капитального строительства, регулирования водопотребления и других важных вопросах, связанных с эффективным использованием водных ресурсов.

4) прогнозирование: система мониторинга водных объектов позволяет строить математические модели и проводить прогнозы изменения различных параметров (например, уровня воды, температуры, изменений биотических показателей). Эти прогнозы используются для сопоставления результатов с существующими нормами и стандартами, наблюдения за изменениями и предотвращения нежелательных последствий.

5) экологический мониторинг: система мониторинга за водными объектами включает в себя экологический анализ, направленный на выявление и изучение биологических, экологических и геохимических феноменов, происходящих в водоемах и других водных объектах [4].

Система мониторинга за водными объектами имеет большое значение для сбора данных и мониторинга состояния водных ресурсов. Важно проводить мониторинг регулярно и на достаточно высоком уровне точности. Это позволит эффективно контролировать качество, динамику и характеристики водных объектов и поддерживать их экологическую устойчивость на местном и глобальном уровнях.

### **1.3 Классификация системы мониторинга водных объектов**

Цель всестороннего экологического мониторинга заключается в объединении различных программ контроля для получения комплексной оценки проблемы загрязнения окружающей среды. Этот процесс включает в себя три вида программ, которые охватывают различные территории и направлены на различные аспекты экологической проблемы:

1) глобальный мониторинг является первым видом программы, который охватывает большую часть земной поверхности и направлен на отслеживание процессов выделения углекислого газа и хлорфторуглеродов. Это позволяет нам получать информацию о масштабах глобальных изменений климата и состояния озонового слоя;

2) региональный мониторинг является вторым видом программы, который затрагивает соседние группы стран и направлен на отслеживание трансграничного переноса загрязнителей через воздух и реки, загрязнение морей и вырождение тропических лесов. Это позволяет нам получать информацию о масштабах региональных экологических проблем и разрабатывать меры по их решению;

3) местный мониторинг является третьим видом программы, который охватывает относительно небольшие территории, но может быть проведен в различных местах. Примеры включают загрязнение воздуха в городах, загрязнение природной воды, используемой для питья, загрязнение природной среды тяжелыми металлами и исчезновение слоя плодородной почвы. Это позволяет нам получать информацию о местных экологических проблемах и разрабатывать меры по их решению на местном уровне.

Также возможна классификация систем по объектам и методам наблюдения. В таблице 1 приведены основные виды и характеристики существующих систем мониторинга.

Таблица 1 – Классификация систем мониторинга

Класс	Вид	Назначение
По масштабам обобщения информации	Глобальный	Слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере Земли, включая все экологические компоненты. Предупреждение о возникающих экстремальных ситуациях.
По методам ведения	Национальный	Слежение за процессами и явлениями в пределах страны, включая все экологические компоненты. Сбор и анализ информации, прогнозирование состояния окружающей среды предупреждение о возможных экстремальных ситуациях.
	Региональный	Слежение за процессами и явлениями в пределах какого-то региона, где эти процессы и явления могут отличаться по природному характеру от базового фона, характерного для биосферного.
	Локальный	Слежение за антропогенными воздействиями на локальном уровне
	Биологический	Мониторинг с помощью биоиндикаторов
	Авиационный	Осуществляется с самолетов, вертолетов и др. летательных аппаратов в пределах тропосферы
	Космический	Мониторинг с помощью космических средств наблюдения
	Дистанционный	Совокупность авиационного и космического мониторинга. Иногда в это понятие включают слежение за средой с помощью приборов, установленных местах Земли, показания которых передаются с помощью дальней передачи информации (по радио, через спутники, по компьютерным сетям)
По объектам наблюдения	Мониторинг окружающей среды и ее объектов: -атмосфера; -гидросфера; -литосфера.	Слежения за состоянием окружающей среды и предупреждение о создающихся критических ситуациях, вредных или опасных для здоровья людей и других живых организмов
	Биологический	Слежение за биологическими объектами, наличием видов, их состоянием, появлением случайных ингредиентов и <u>т.д.</u>

## **1.4 Нормативно-правовая база водопользования**

Государственный мониторинг окружающей среды и производственный контроль осуществляются на основании законодательных документов:

- федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 № 7-ФЗ;
- федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха" от 04.05.1999 № 96-ФЗ (ред. от 11.06.2021);
- федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 14.07.2022);
- федеральный закон "Об экологической экспертизе" от 23.11.1995 № 174-ФЗ;
- федеральный закон "О радиационной безопасности населения" от 09.01.1996 № 3-ФЗ (ред. от 11.06.2021);
- «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 01.05.2022);
- законы и нормативные акты субъектов РФ:

В соответствии с ч.2 ст.11 Водного кодекса РФ на основании договоров водопользования водные объекты предоставляются в пользование в целях:

- 1) забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов в соответствии с ч.3 ст.38 Водного кодекса РФ;
- 2) использование акватории водных объектов, если иное не предусмотрено ч.3 и ч.4 ст.11 Водного кодекса РФ;
- 3) производства электрической энергии без забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов.

В соответствии с ч.3 ст.11 Водного кодекса РФ на основании решений о предоставлении водных объектов в пользование, если иное не предусмотрено ч.2 и ч.4 ст.11 Водного кодекса РФ, водные объекты предоставляются в пользование в целях:

- 1) обеспечение обороны страны и безопасности государства;

- 2) сброса сточных вод;
- 3) строительства и реконструкции гидротехнических сооружений (ГТС);
- 4) создания стационарных и подвижных буровых платформ (установок), морских стационарных платформ и искусственных островов;
- 5) строительства и реконструкции мостов, подводных переходов, трубопроводов и других линейных объектов, если такое строительство и реконструкция связаны с изменением берегов и дна поверхностных водных объектов;
- 6) разведки и добычи полезных ископаемых;
- 7) проведения взрывных, дноуглубительных, буровых и других работ, связанных с изменением берегов и дна поверхностных водных объектов, за исключением случаев, предусмотренных ч.2 ст.47 Водного кодекса РФ;
- 8) подъема затонувших судов;
- 9) сплава древесины;
- 10) изъятие водных ресурсов из водных объектов для гидромелиорации земель;
- 11) изъятие водных ресурсов из водных объектов и сброса сточных вод для осуществления рыбоводства.

### **1.5 Проблемы системы мониторинга озер**

Проблемы системы мониторинга озер могут быть следующими:

- 1) недостаточное количество точек отбора образцов воды: в некоторых случаях мониторинг проводится только в одной точке, что может привести к неточности оценки качества воды в озере;
- 2) неравномерность частоты и периодичности мониторинга: мониторинг может проводиться не регулярно или не в равных интервалах времени, что может привести к упущению изменений в качестве воды в озере;
- 3) отсутствие комплексного подхода: мониторинг может ограничиваться только измерением одного параметра, например уровня загрязнения, в то время как качество воды зависит от многих факторов;

4) низкая точность измерений: использование устаревшего оборудования или неквалифицированный персонал могут привести к неточности измерений и искажению результатов мониторинга;

5) недостаточное использование результатов мониторинга: полученные данные могут не использоваться для принятия решений и разработки мер по улучшению качества воды в озере;

6) отсутствие единого стандарта оценки качества воды: разные страны и регионы используют различные методы и международные стандарты, что затрудняет сравнение данных и оценку ситуации в мировом масштабе;

7) нехватка финансирования: мониторинг природных водных ресурсов – это длительный процесс, который требует значительных финансовых вложений. Однако часто ресурсы, выделяемые для мониторинга, недостаточны для обеспечения полноценного проведения анализов и получения подробных данных о состоянии водных ресурсов. Эта проблема приводит к тому, что данные, полученные в ходе мониторинга, могут быть недостаточно точными и не дать полной картины состояния водных ресурсов [5];

8) отсутствие контроля за качеством оборудования и персонала: недостаточный контроль за оборудованием и персоналом может привести к ошибкам и искажению результатов мониторинга.

В целом, проблемы мониторинга природных водных ресурсов требуют дополнительного внимания и решения, чтобы обеспечить доступность и качество водных ресурсов в различных регионах мира.

## **1.6 Методы прогнозирования качества воды**

Контроль и прогнозирование качества природной воды является важной задачей для защиты ее от загрязнения и улучшения экологической ситуации в регионах. Многие методы были разработаны для изучения водных систем и определения физических, химических и биологических параметров, которые влияют на качество воды.

Один из таких методов – биоиндикационный мониторинг, который основан на использовании различных видов биоты для определения качества воды в реках, озерах и других водных объектах. Примерами таких особей могут быть водоросли, рыбы и насекомые. Они могут служить как показатель плохого качества воды, так и индикатор её улучшения.

Еще одним методом является использование аналитических инструментов для оценки химических и биологических составляющих воды. Например, газовая и жидкостная хроматография, спектрофотометрия и электроанализ позволяют определить содержание различных веществ в воде, таких как микроорганизмы, пестициды, тяжелые металлы и другие показатели [6].

В настоящее время также набирает популярность применение математических моделей для прогнозирования качества воды. Прогнозирование качества воды моделированием можно осуществлять с помощью различных инструментов и алгоритмов, таких как искусственные нейронные сети, регрессионные модели и геостатистические методы.

В последнее время также активно исследуются подходы для использования технологий искусственного интеллекта в данной области, которые могут давать более точные и эффективные предсказания. К примеру, нейросетевые модели и алгоритмы машинного обучения могут использоваться для прогнозирования показателей качества воды на основе данных, собранных в режиме реального времени.

Выбор метода прогнозирования качества природной воды зависит от целей и задач исследования, а также от условий, в которых происходит исследование. Однако, несмотря на многообразие методов, их цель – защита и улучшение качества водных ресурсов.

### **1.6.1 Прогнозирование состояния поверхностных и подземных вод**

Разработка прогнозов и оценка прогнозируемого состояния биосферы являются важными составными частями экологического мониторинга. Экологическое прогнозирование направлено на достижение рационального управления качеством окружающей среды и может применяться на различных масштабах территорий, включая небольшие экосистемы и биосферу в целом.

Прогноз основывается на данных о состоянии окружающей природной среды в настоящем и прошлом, которые получают при наблюдениях и анализе результатов наблюдений, а также на выявленных закономерностях в изменении состояния природной среды. Это позволяет предсказывать изменения в окружающей среде и оценивать их воздействие на биосферу и человеческое здоровье.

Существуют интуитивные и формализованные методы прогнозирования, которые применяют в зависимости от сложности объекта прогнозирования. Интуитивные методы прогнозирования основаны на опыте и знаниях экспертов, которые используют свой опыт и интуицию для оценки будущих событий. Эти методы могут быть индивидуальными или коллективными экспертными оценками. Интуитивные методы имеют свои преимущества и недостатки. Они могут быть полезны для получения быстрого и неформального прогноза, но могут также быть подвержены субъективизму и неопределенности.

Формализованные методы прогнозирования, в отличие от интуитивных методов, основаны на математических и статистических моделях. Эти методы включают экстраполяционные, системно-структурные, ассоциативные и методы опережающей информации. Каждый метод имеет свои особенности и может быть применен в зависимости от конкретной задачи прогнозирования.

Экстраполяционные методы используют прошлые данные для прогнозирования будущих значений. Они могут быть полезны для краткосрочных прогнозов, но могут не учитывать изменения в экономической или социальной среде.

Системно-структурные методы используют модели, которые отражают связи между различными переменными и факторами. Они могут быть полезны для прогнозирования долгосрочных тенденций и оценки воздействия изменений в экономической или социальной среде.

Ассоциативные методы используют статистические методы для определения связей между переменными и прогнозирования будущих значений. Они могут быть полезны для краткосрочных прогнозов и могут учитывать изменения в экономической или социальной среде.

Методы опережающей информации используют экономические или социальные индикаторы для прогнозирования будущих значений. Они могут быть полезны для прогнозирования долгосрочных тенденций и оценки воздействия изменений в экономической или социальной среде.

В целом, формализованные методы прогнозирования имеют более объективный подход, чем интуитивные методы, но они могут быть ограничены качеством данных и моделей. Поэтому часто используется комбинированный подход, который объединяет интуитивные и формализованные методы для получения более точных и достоверных прогнозов.

Разработка прогноза состояния биосферы включает несколько основных этапов:

- 1) определение характеристик прогнозируемого объекта, формулирование целей, задач, рабочих гипотез, выбор методов исследования и организации работы;
- 2) создание исходной модели объекта с помощью системного анализа.
- 3) сбор данных о прогнозном фоне;
- 4) построение динамических рядов показателей для будущих прогнозных моделей методами экстраполяции;
- 5) создание серии предварительных моделей объекта;
- 6) оценка достоверности и точности моделей (верификация прогнозов).

Анализ состояния биосферы позволяет определить приоритетные направления для борьбы с отрицательными проявлениями. Прогнозирование позволяет создать меры как для улучшения существующих проблем, так и для профилактики

отрицательных эффектов, которые еще не проявились. Прогноз также позволяет выделить проблемы, требующие особого внимания на глобальном и региональном уровнях.

Анализ данных прогноза может помочь корректировать хозяйственную деятельность и оптимизировать взаимодействие человеческого общества и природы. Прогнозирование состояния биосферы является важным инструментом управления качеством природной среды.

Таким образом, прогнозирование состояния биосферы является необходимым инструментом для управления качеством природной среды и борьбы с отрицательными проявлениями. Оно позволяет не только определить возможные проблемы, но и выработать конкретные меры по их предотвращению и устранению, а также оценить эффективность принимаемых мер и корректировать их в зависимости от реальной ситуации.

Для прогнозирования воздействия объекта на состояние поверхностных и подземных вод в районе необходимо определить ряд параметров, которые могут влиять на качество и количество водных ресурсов в данной зоне:

- особенности водных ресурсов, которые используются для обеспечения водоснабжения или водоотведения проектируемого объекта, включая такие параметры, как гидрология, гидрогеология и гидравлика;
- степень загрязнения поверхностных и подземных вод в реальном времени;
- объемы водоотведения и водопотребления, связанные с проектируемым объектом;
- места расположения водозаборов и мест, куда сбрасываются сточные воды проектируемого объекта;
- объемы водопотребления других пользователей в районе за определенный период времени;
- количество, состав и характеристики сбрасываемых сточных вод, включая основные загрязняющие вещества, концентрации и уровни опасности;

- расположение и характеристики накопителей сточных вод, других объектов, влияющих на состояние водной среды;
- изменения параметров поверхностного стока в зоне влияния проектируемого объекта;
- данные о количестве и составе сточных вод, сбрасываемых другими объектами в водотоки и водоемы в заданный период времени, а также возможный уровень фоновое загрязнение водных объектов;
- требования для режима водопользования в рассматриваемом районе, установленные водными органами надзора;
- требования для пользователей водных ресурсов со стороны органов по рыбоохране.

При регулировании процесса водопользования водных объектов выделяют ещё два метода оценки качества воды: водохозяйственный подход и экологический подход (рис. 1). Водохозяйственный подход включает оценку возможности водоснабжения (коммунальное, промышленное, сельскохозяйственное), оценку перспектив рыбного хозяйства, и оценку рекреационного потенциала. Для каждого типа водопользования устанавливаются индивидуальные требования по качеству природной воды. Экологический подход подразумевает установку показателей качества, обеспечивающих сохранение естественных экосистем.



Рисунок 1 – Подходы к оценке качества воды [15]

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

На территории Томской области насчитывается 131023 водных объекта, которые включают в себя:

- 18100 рек, общая протяженность которых составляет 95 тыс. км;
- 12900 озер, общая площадь которых составляет 4451 км<sup>2</sup>;
- 6 водохранилищ объёмом 21,198 млн м<sup>3</sup>;
- 23 водохранилища и пруды, поднадзорные Главному управлению природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Томской области, объёмом 7,6 млн м<sup>3</sup>;
- более чем 80 тыс. км<sup>2</sup> водно-болотных угодий.

На территории Томской области располагается самое большое болото в мире – Васюганское, которое является природным феноменом, не имеющим аналогов в мире. Площадь составляет около 53 тыс. км<sup>2</sup> (для сравнения площадь Швейцарии 41 тыс. км<sup>2</sup>), ежегодно увеличиваясь на 800 га.

Из 29 разведанных месторождений пресных подземных вод на территории Томской области эксплуатируются только 15, что указывает на огромный потенциал еще неиспользованных ресурсов. Среди разведанных месторождений наибольшее количество относится к палеогеновому водоносному комплексу (их количество составляет 19), который широко используется для водоснабжения в данном регионе. На юге области главным источником водоснабжения являются воды зоны трещиноватости палеозойских образований. Отложения неоген-четвертичного периода используются гораздо реже и, главным образом, для обеспечения водоснабжения в сельской местности.

При этом озёрные комплексы на территории города Томск распределены неравномерно. Озёра наиболее распространены в пойме реки Томи на левобережье, где находятся самые крупные озёра, такие как Сенная Курья, Калмацкое и Боярское. Но на правом берегу реки Томи большая часть водоёмов была засыпана. В водоёмах правобережной поймы, которые окружаются населёнными пунктами, количество ландшафтных контуров незначительно, а структура аквальных урочищ относительно

простая, что обусловлено обеднённым видовым составом водной растительности. Однако, чем сложнее структура населённых пунктов, тем проще структура аквальных урочищ и меньше их разнообразие [1].

Одним из главных экологических проблем города Томска является гидроэкологическое состояние озёр, расположенных в пределах городской черты. Эти озёра являются неотъемлемой частью экосистемы городского района и подвергаются воздействию различных загрязнений.

Сегодня пойменные озера в городе можно обнаружить только в северной (Керепеть, Осаваш, Анжетан, Зырянское, Ереневское) и южной (Мавлюкеевское, Университетское) его частях (рис. 2).

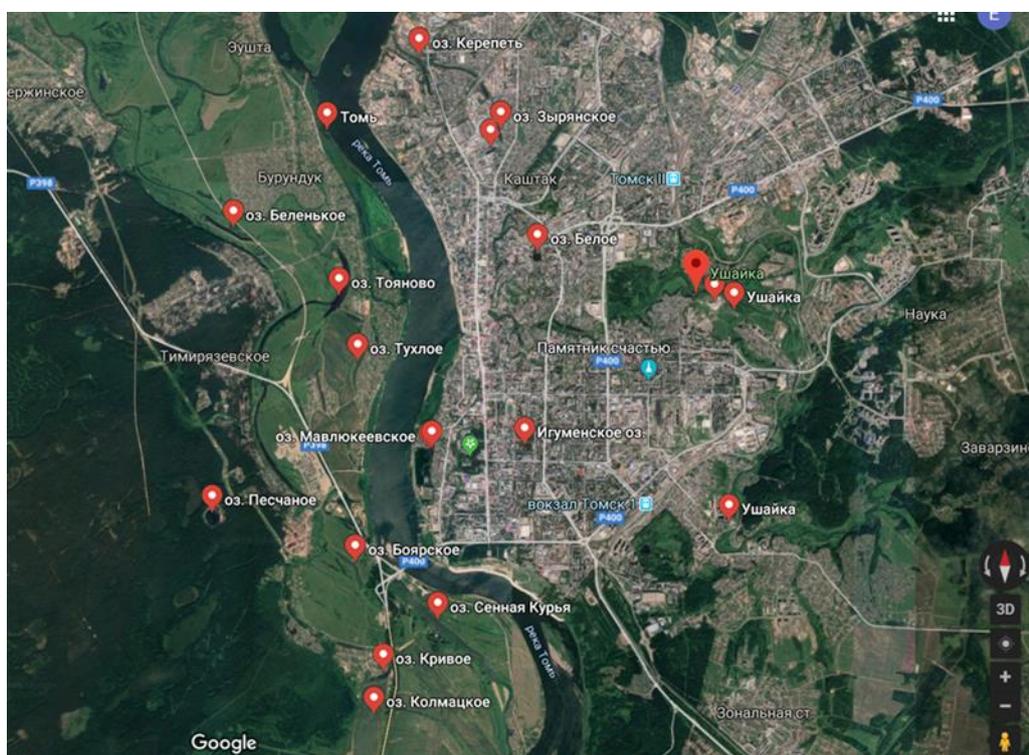


Рисунок 2 – Карта-схема расположения озёр города Томска [9]

Озеро Керепеть, находящееся в городе Томск, является одним из наиболее загрязненных водоемов. Озеро содержит как химические, так и бактериальные загрязнения, причиной которых могут быть как поверхностные, так и подземные воды в районе Черемошники. Кроме того, озеро расположено в зоне действия шпалопропиточного завода, что может быть еще одной причиной его загрязнения.

Антропогенную нагрузку на озеро Керепеть можно проследить по спутниковым снимкам. Неподалёку от озера находятся такие производственные объекты как [1]: Томскмясо, Сибирская карандашная фабрика (в данный момент недействительна), Томский завод резиновой обуви, химфармзавод и наиболее близко расположенный к берегам озера Шпалопропиточный завод (рис. 3–7).



Рисунок 3 – Территория шпалопропиточного завода

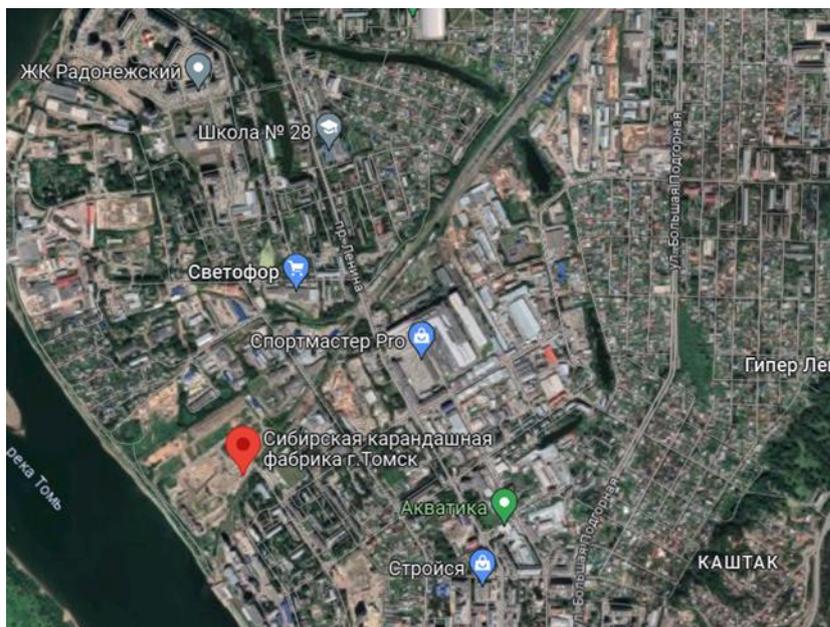


Рисунок 4 – Сибирская карандашная фабрика

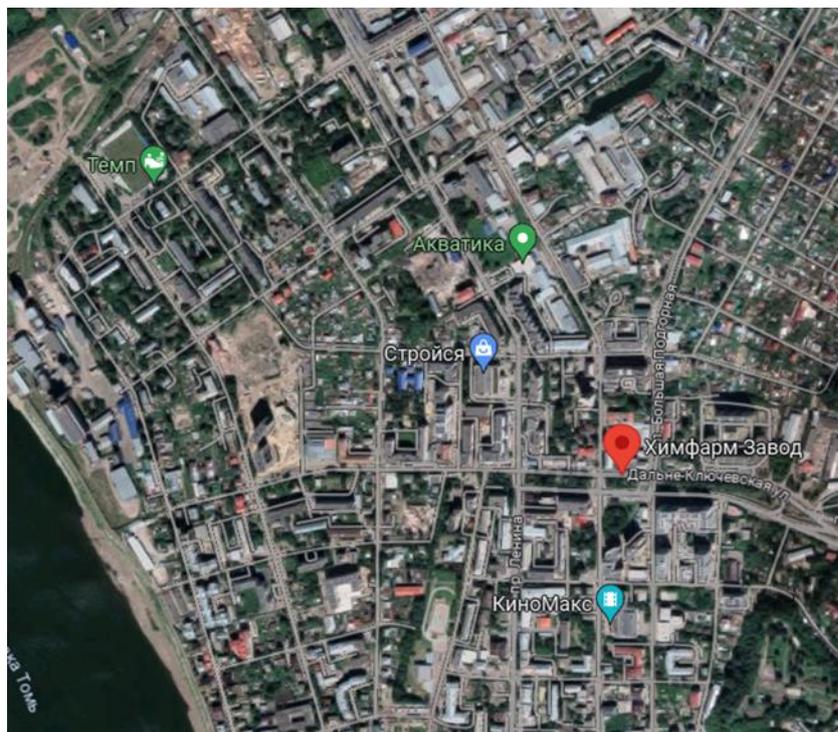


Рисунок 5 – Томский химфарм завод

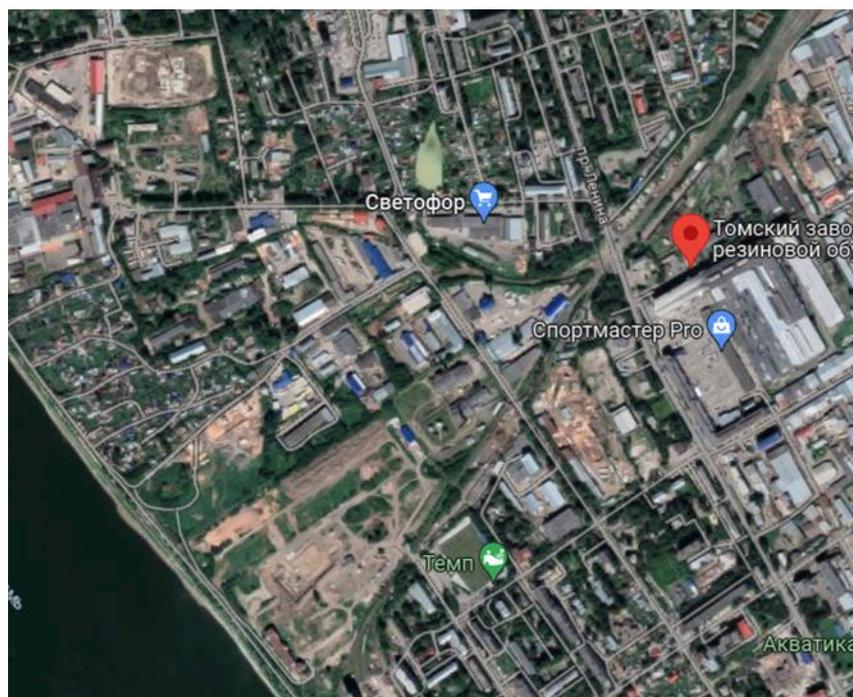


Рисунок 6 – Томский завод резиновой обуви

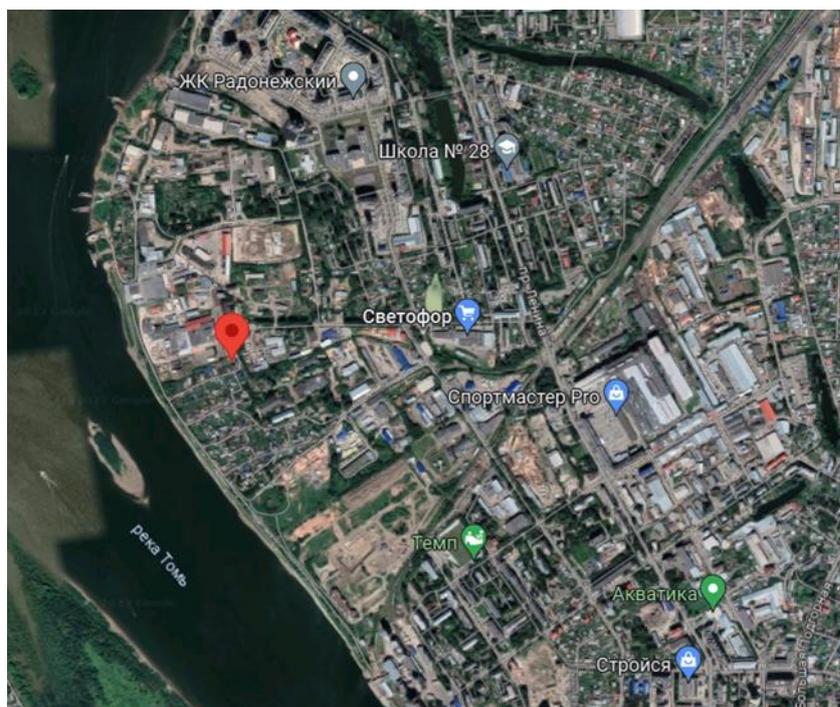


Рисунок 7 – Томскмясо

Вдоль озера проходит магистральный бытовой коллектор, из которого сточные воды часто попадают в озеро, что усугубляет проблему его загрязнения и ухудшает экологическую обстановку в регионе. На основании изучения спутниковых снимков территории, прилегающей к водоему, выявлено, что антропогенная нагрузка вдоль берегов озёр велика.

Постоянное воздействие этих объектов на экологию озера привело к его загрязнению и заболачиванию. В 2014 году озеро было очищено от водной растительности, со дна водоема был выкопан слой ила и удален мусор (рис. 8). Вероятно, загрязнение озера на сегодня должно быть менее значительным. В подтверждение этого была взята проба воды из озера и проведен ее анализ по органолептическим и гидрохимическим показателям.



Рисунок 8 – озеро Керепеть 2014 г. (а) и 2023 г. (б)

Отметим также, что в воде озера Керепеть существует превышение ПДК [7] по содержанию  $\text{NH}^{4+}$  (0,6 мг/л), выше нормы содержание  $\text{NO}^{2-}$  (0,4 мг/л). Содержание нефтепродуктов изменяется в пределах от 0,1 до 2,8 мг/л, что значительно превышает ПДК для целей рыборазведения (0,05 мг/л).

Озеро Ботаническое, расположенное на склоне междуречья в южной части города, своим возникновением обязано грунтовой насыпи, которая запрудила выходы родниковых вод. Поверх насыпи проложена асфальтовая дорога. Расположено на территории Ботанического сада Томского Государственного университета. Используется в культурно-бытовых и рекреационных целях. Основной приходной частью водного баланса озера является питание грунтовыми водами.

Озеро Цимлянское когда-то было частью озера Керепеть, и позже было отделено от него благодаря расширению городской застройки. В воду этого озера попадают канализационные стоки, что существенно ухудшает его состояние. Также был нанесён ущерб вследствие аварии на насосной станции в 2018 году.

Озеро Беленькое расположено в северной части поселка Тимирязевский (сейчас – Тимирязево).

Водоём находится в системе речки Бурундук (часть реки Кисловка перед местом её впадения в Томь) левобережной поймы реки Томи, к северу от посёлка.

В феврале 2022 года Администрация Томской области приняла решение о выделении денежных средств на очистку летом данного водоёма от иловых отложений и попавшего сюда бытового мусора, а в 2023 году будет проведена

планировка земель и посев трав. Эта задача выполняется в рамках федерального проекта «Сохранение уникальных водных объектов» национального проекта «Экология», направленного на улучшение экологической ситуации в России и сохранение природных ресурсов для будущих поколений.

В озере водится типичная для томских водоёмов рыба, в частности здесь – щука, язь, плотва, окунь, карась, чебак, верхоплавка, судак и подлещик, а также раки.

Озеро Аэропорт находится на территории одноимённого посёлка и входит в состав Томского района. Водоём, расположенный в посёлке Аэропорт, играет важную роль в жизни местных жителей, предоставляя им возможность отдыха на природе и пользования водными ресурсами.

Согласно информации, предоставленной региональным департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды, не только озеро Керепеть, но также Ботаническое и Цимлянское озера в течение продолжительного времени находились под угрозой деградации и требовали восстановления экосистемы.

Реставрационные работы водоёмов, проведённые в период 2014–2015 годов, заключались в полной очистке от мусора и загрязнений, а также заселении растительноядными видами рыб. Озеро Цимлянское, по своей очереди, подвергалось очистке несколько раз в течение 10 лет, последняя произведена в 2019 году.

Планируется, что реставрация водоёма, расположенного в посёлке Аэропорт, будет проведена до 2024 года в рамках регионального проекта «Сохранение уникальных водных объектов», являющегося частью масштабного национального проекта «Экология», направленного на улучшение экологической обстановки в стране и сохранение природных ресурсов.

### 3 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТА МОНИТОРИНГА ОЗЕР ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

#### 3.1 Анализ данных по результатам мониторинга озер Томской области

Исследования гидроэкологического состояния озёр в городе Томск проводятся регулярно, с целью определения качества воды в них. В рамках этого исследования было проведено обследование всех главных озёр города, включая озёра Аэропорт, Беленькое в период с 2015 по (часть) 2023 г. Данные для исследования были предоставлены Томской специализированной инспекцией государственного экологического контроля и анализа (СИГЭКиА) ОГБУ «Облкомприрода». Дополнительные данные взяты из госдокладов Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области.

В таблице 2 представлен перечень всех веществ, поддающихся анализу за период с 2015 по (часть) 2023 (среднее значение).

Таблица 2 – Перечень загрязняющих веществ в исследуемых озерах

№ п/п	Загрязняющее вещество (среднее значение за период с 2015 по (часть) 2023г.)	ПДК	Озеро Кереть	Озеро Ботаническое	Озеро Цимлянское	Озеро Аэропорт	Озеро Беленькое
1	рН/водородный показатель ед.рН	6,5-8,5	7,9	7,6	7,8	8,0	7,6
2	Массовая концентрация взвешанных веществ	30	18,03	9,820	15,875	5,257	13,541
3	Массовая концентрация сухого остатка	1000	476,325	383,220	603,896	235,296	163,575
4	Массовая концентрация ионов аммония	1,5	0,604	0,821	1,597	0,472	0,878
5	Массовая концентрация азота аммонийного	1,5	0,455	0,544	1,209	0,367	0,680
6	Массовая концентрация Массовая концентрация нитрит-ионов	3,3	0,208	0,035	3,154	0,05	0,05

Продолжение таблицы 2

7	Массовая концентрация нитрат-ионов	45	10,04	0,950	19,454	2,094	1,368
8	Массовая концентрация сульфат-ионов	500	49,243	17,669	62,436	10,077	10
9	Массовая концентрация хлорид-ионов	300	56,084	43,910	69,328	12,782	11,726
10	Массовая концентрация фторид-ионов	1,5	1,831	0,773	0,837	0,826	0,808
11	Массовая концентрация фосфат-ионов	3,5	0,158	0,184	0,287	0,073	0,241
12	ХПК	30	31,152	31,218	27,433	26,353	42,89
13	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	3	10,844	11,815	10,496	10,558	15,552
14	Массовая концентрация летучих фенолов / гидроксibenзолов	0,001	0,002	0,006	0,002	0,002	0,0009
15	Массовая концентрация нефтепродуктов	0,05	0,05	0,06	0,069	0,03	0,035
16	Массовая концентрация анионных поверхностно активных веществ АПАВ	0,5	0,038	0,507	0,054	0,038	0,036
17	Массовая концентрация общего железа (растворенного)	0,3	0,323	0,412	0,352	0,318	1,4
18	Острое токсическое действие	-	Не оказывает острого токсического действия				

В течение периода с 2015 по (часть) 2023 годов наблюдалось постоянное превышение норм ПДК [7] среднегодовых значений показателей качества воды по ряду химических и физических параметров. В частности, значительное превышение установленных норм наблюдалось по показателям химического потребления кислорода (ХПК), биохимического потребления кислорода (БПК), а также содержанию железа и нефтепродуктов (рис. 9).

Данный факт свидетельствует о серьезных проблемах, связанных с загрязнением водных ресурсов, и подчеркивает важность решения данной проблемы. В целях предотвращения дальнейшего ухудшения качества воды и его пагубных последствий необходимо предпринимать меры по снижению загрязнения водных ресурсов, в том числе ограничивать выбросы вредных веществ в окружающую среду и развивать экологически чистые технологии в промышленности и сельском хозяйстве.

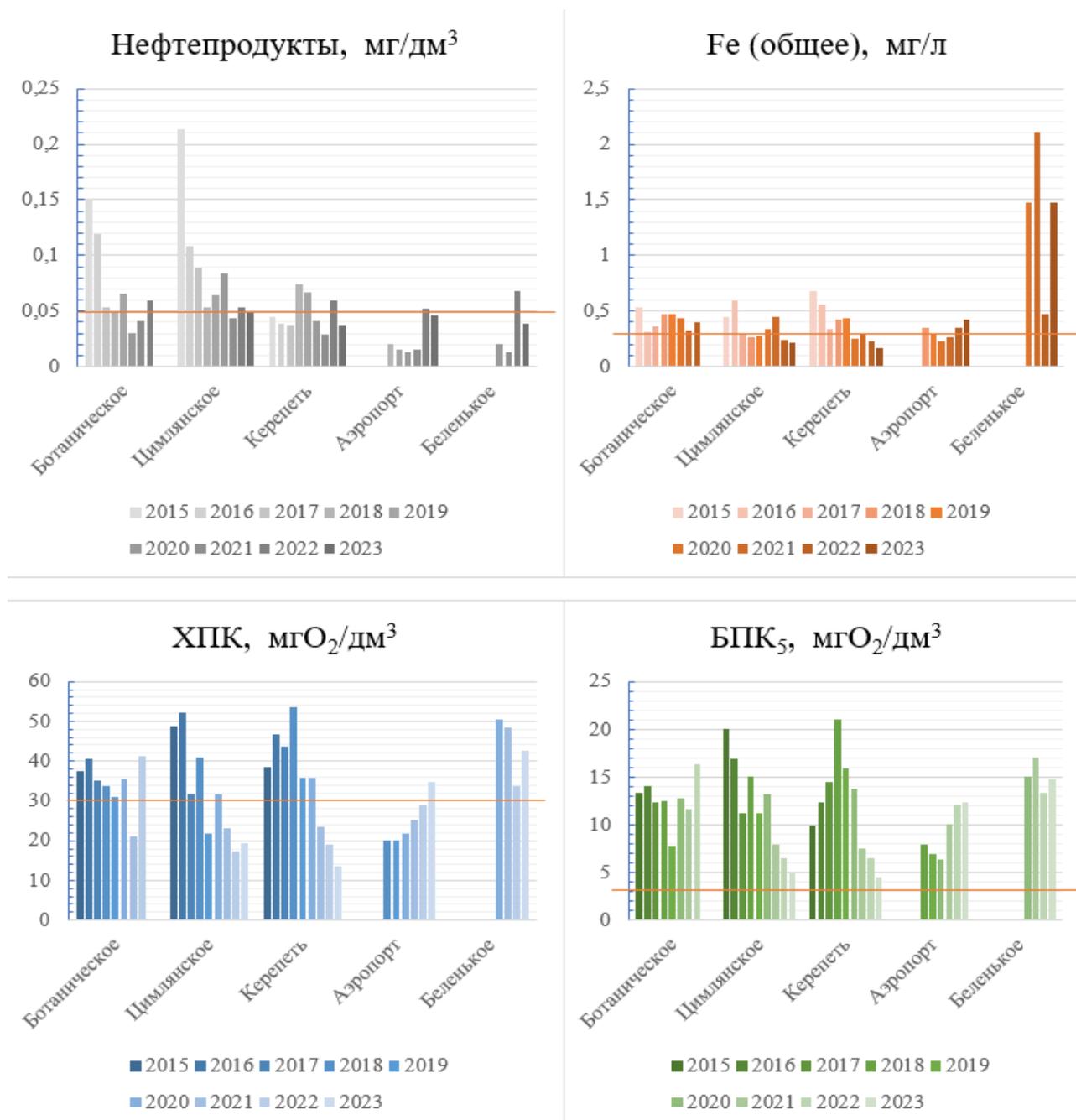


Рисунок 9 – Среднегодовые значения гидрохимических показателей вод озер г. Томска и Томского района за период с 2015 по первую половину 2023 г.

Проведенные исследования показали, что гидроэкологическое состояние озёр в городе Томск оставляет желать лучшего. Они имеют высокую концентрацию веществ, отрицательно воздействующих на здоровье людей и окружающей среды.

Превышение нормативных значений железа в городе Томск может быть обусловлено воздействием естественных факторов. Высокие показатели химического потребления кислорода (ХПК) и биохимического потребления кислорода (БПК) могут быть связаны с избытком органических веществ в водоемах и недостаточным кислородным обменом, что может привести к различным экологическим проблемам.

По данным рисунка можно сделать вывод, что несмотря на повышенное содержания загрязняющих веществ в период с 2015 по первую половину 2023 года, наблюдаются общая тенденция к уменьшению их количества в целом.

Среднегодовые значения содержания загрязняющих веществ в озерах Керепеть и Цимлянское превышают установленные нормы в 2–5 раз для БПК, на 1–23 мг/л для ХПК и на 0,04–0,4 мг/л для Fe (общего). Для озера Керепеть не наблюдается положительной динамики по уменьшению содержания загрязняющих веществ, в отличие от озера Цимлянского. Оба озера расположены в Ленинском районе города Томска с развитой промышленной инфраструктурой, в результате чего сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду происходят не всегда с санкционированием. Наряду с этим, следует отметить, что оба озера расположены рядом с большими частными участками и новым микрорайоном Радужный, воды из ливневых канализаций которых попадают в озера. Все эти факторы могут негативно сказаться на полном восстановлении экосистемы озёр.

Судя по данным, представленным на рисунке 9, экологическое состояние озера Аэропорт Томского района представляется более благополучным, чем состояние озер, расположенных в городе Томск, значительные превышения нормативных значений содержания загрязняющих веществ по БПК и Fe (общему). В государственных докладах департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды по Томской области за период с 2018 по 2021 год указывают на увеличение концентрации фенолов в озерах посёлка Аэропорт и превышение нормативных значений уровня фенола в озере Ботаническое. Кроме того, для озёр Керепеть и Цимлянское отмечены

превышения нормативных показателей содержания азотсодержащих соединений и нефтепродуктов, что свидетельствует о более серьезных проблемах с загрязнением водоемов (таблица 3).

Таблица 3 – Особенности загрязнений озер за период с 2015 по (часть) 2023 г. (данные государственных докладов Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области)

Озеро	Ботаническое	Керепеть (ср.)	Цимлянское	Беленькое	Аэропорт
Показатель	АПАВ, фенолы, НФПР	Фторид-ион, фенолы, НФПР	Нитрит-ион, аммоний-ион, НФПР	Фенолы	Фенолы

Повышенное содержание фенолов в озерах Кировского района может быть связано как с естественными, так и антропогенными факторами. Естественные факторы включают распад гуминовых кислот, которые существенно присутствуют на пойменных территориях. Однако, антропогенные факторы также могут оказывать значительное влияние на уровень загрязнения водоемов. В частности, близкое расположение озера Ботаническое к «Томской нефтебазе» — нефтехранилища с подъездными ж/д путями и небольшого нефтеперерабатывающего предприятия в её составе функционирующей с 1950 по 1999 г.

К решению данной проблемы можно предложить регулярное очищение водоемов от примесей. Более эффективным подходом может являться разработка и внедрение современных систем фильтрации воды, которые позволят контролировать качество воды, а также установка подлобных систем во всех районах города. Также могут быть проведены экологически ориентированные кампании, направленные на информирование населения о экологических проблемах города.

Гидроэкологическое состояние озёр в городе Томск является проблемой, требующей комплексных решений. Ежеквартально проводимые химические исследования для анализа водных объектов показывают, что состояние водоемов лишь ухудшается, что делает город менее экологически-устойчивым.

### 3.2 Рекомендации по совершенствованию системы мониторинга озёр

Рекомендации по совершенствованию системы мониторинга озёр в Томской области:

1) увеличение количества точек отбора образцов воды: необходимо проводить мониторинг в разных точках озера, чтобы получить более полную картину о качестве воды;

2) комплексный подход: необходимо измерять не только один параметр, а проводить комплексный анализ водных компонентов, включая такие параметры, как донные отложения и регулярная очистка от донных отложений;

3) улучшение методов обработки и анализа данных: для этого необходимо разрабатывать новые методы и алгоритмы обработки данных, которые позволят получать более точные и надежные результаты. Также необходимо улучшать программное обеспечение для анализа данных, чтобы упростить и ускорить процесс обработки и анализа данных;

4) улучшение качества обучения персонала: для этого необходимо разрабатывать новые программы обучения, которые будут учитывать современные технологии и методы мониторинга;

5) контроль за качеством оборудования и персонала: необходимо усилить контроль за оборудованием и персоналом, чтобы исключить возможность ошибок и искажения результатов мониторинга;

6) необходимо поддерживать парковые зоны и общественные пляжи в надлежащем виде. Озёра часто являются местами отдыха для местного населения и туристов. Однако необходимо следить за чистотой и порядком на общественных пляжах и в парковых зонах вокруг озёр. Также необходимо проводить дополнительные профилактические мероприятия, такие как очистка пляжей и озёр от мусора и других загрязнений;

7) применение современных технологий мониторинга при помощи БПЛА (беспилотных летательных аппаратов), чтобы упростить добычу образцов воды в труднодоступных местах;

8) применение нейронных сетей для мониторинга качества воды, чтобы автоматизировать обработку данных и сократить время для анализа данных.

На рисунке 10 схематически представлена система мониторинга водных объектов и какие рекомендации следует применить для совершенствования системы мониторинга.

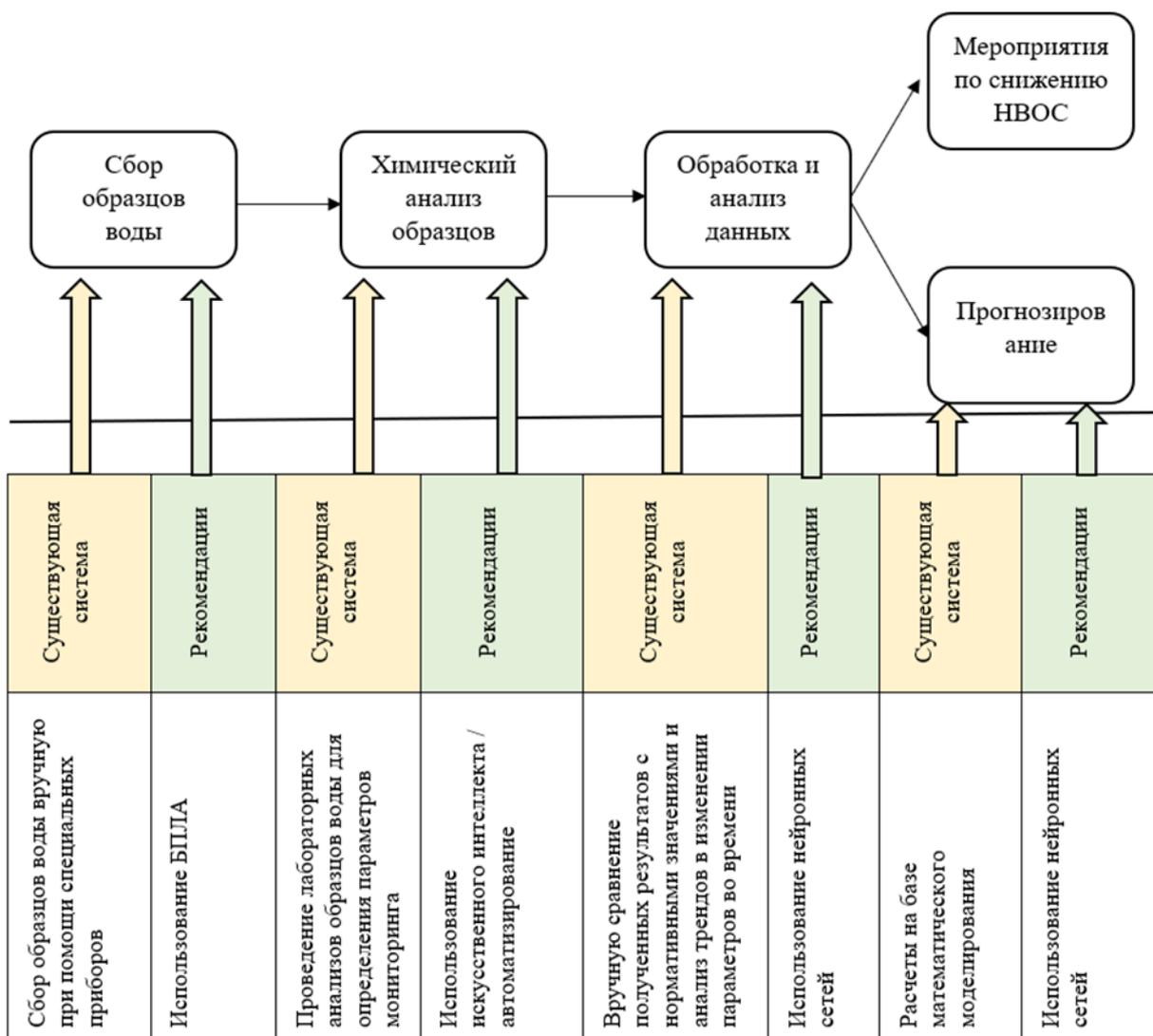


Рисунок 10 – Структурная схема системы мониторинга водных объектов

В целом, улучшение системы мониторинга водных ресурсов — это задача, требующая комплексного подхода. Применение современных технологий, улучшение методов обработки и анализа данных, улучшение качества обучения персонала, создание системы раннего предупреждения — все это позволит более точно и

надежно контролировать состояние водных ресурсов и принимать меры для их сохранения.

Далее более детально рассмотрены методы с применением современных технологий, а именно применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и нейронные сети.

### **3.3 Анализ загрязнения воды на основе гиперспектральных данных с БПЛА (беспилотный летательный аппарат)**

Проведение анализа загрязнения воды на основе гиперспектральных данных с БПЛА (беспилотный летательный аппарат) представляет собой эффективный и перспективный подход для изучения экологического состояния водоемов. Этот метод позволяет проводить более точные и детальные исследования загрязнения воды, так как БПЛА способен получать данные о качестве воды в различных точках водоема, включая труднодоступные места. Более того, гиперспектральные данные позволяют определять концентрации различных загрязняющих веществ в воде с высокой точностью и надежностью.

Традиционный способ мониторинга качества воды в озерах и реках, который заключается в отборе проб на месте и лабораторном анализе, имеет некоторые недостатки. Этот метод мониторинга проводится в определенных точках забора проб в течение длительного времени, что может не отражать общие пространственные и временные условия качества воды. Кроме того, данный метод является трудоемким и имеет локальный характер.

В последние годы наблюдается рост интереса к применению гиперспектральной технологии при анализе загрязнения воды. Гиперспектральные данные с БПЛА позволяют проводить дистанционное зондирование водных объектов и выявлять загрязнения в режиме online. Далее рассмотрим анализ результатов исследований загрязнения воды на основе гиперспектральных данных с БПЛА.

Использование технологии мониторинга качества воды с помощью дистанционного зондирования имеет множество преимуществ по сравнению с традиционным способом мониторинга. Эта технология обладает высокой динамикой,

низкой стоимостью и макроскопическими характеристиками, что делает ее более эффективной и точной. Также эта технология позволяет проводить крупномасштабный мониторинг качества воды, отражая его распределение и изменения в пространстве и времени, а также компенсировать недостатки традиционного метода мониторинга, связанные с единоразовым отбором проб. Более того эта технология способна выявлять миграции характеристик загрязняющих веществ и масштабы воздействия, что обеспечивает научную основу для развертывания пунктов отбора проб.

Применение гиперспектральных данных может быть полезно в области мониторинга загрязнений воды, особенно в случаях, когда вода плохо доступна для пробоотбора. Также, автоматизация процесса сбора и анализа данных позволяет значительно ускорить скорость реакции на возможные загрязнения.

Современные БПЛА со спектрометром могут использоваться для мониторинга различных параметров качества воды, таких как концентрация взвешенных веществ, мутность, прозрачность, общая концентрация фосфора, общая концентрация азота, глубина воды и химическая потребность в кислороде (ХПК) в реках и озерах.

Концентрация взвешенных веществ является важным показателем качества воды во внутренних водоемах, который может влиять на рост водных организмов и первичную продуктивность водных объектов. Однако, традиционные методы контроля концентрации взвешенных твердых частиц в воде на большой площади с высокой периодичностью. В этом случае технология дистанционного зондирования с помощью БПЛА может стать эффективным инструментом для мониторинга временного и пространственного распределения концентрации взвешенных твердых частиц в воде.

Например, на примере реки Дацин гиперспектральный снимок, полученный с БПЛА, может использоваться для инвертирования распределения концентрации взвешенных веществ в воде, что отражено на рисунке 11.

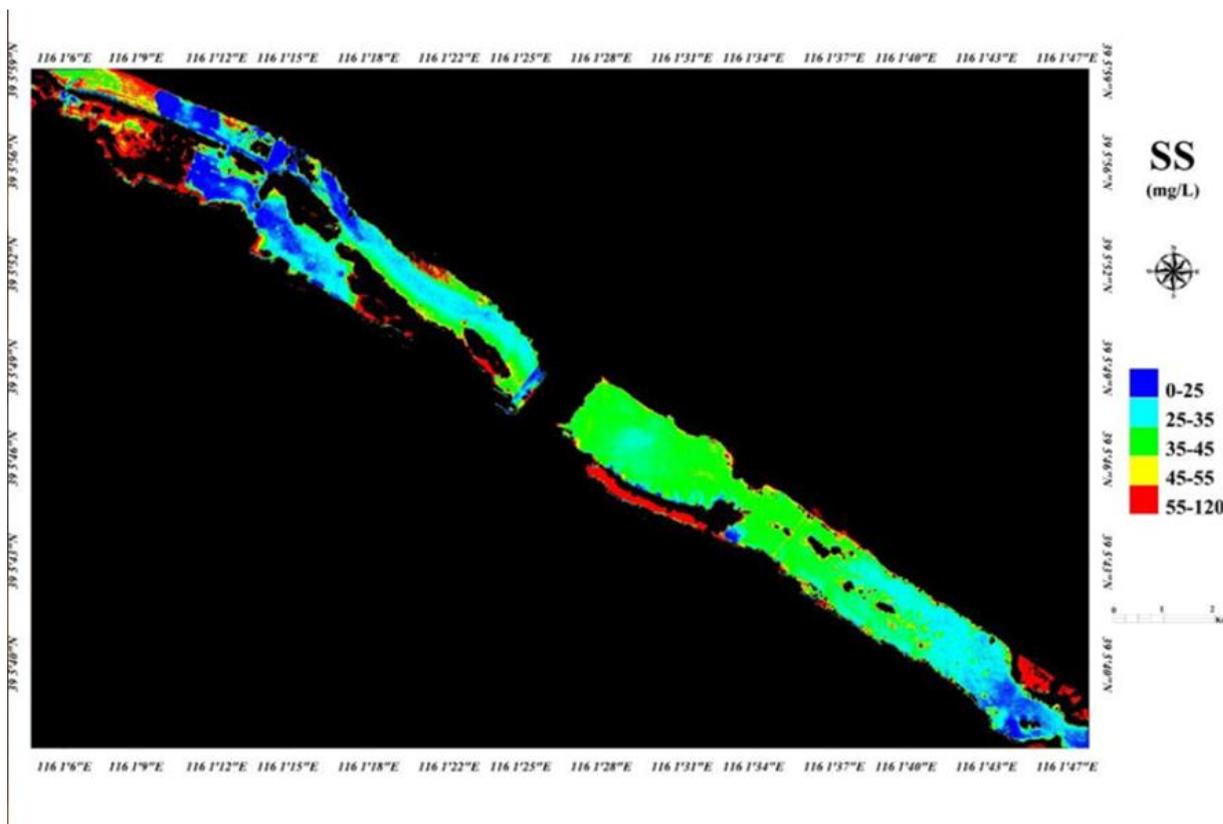


Рисунок 11 – Инверсионная карта гиперспектральной съемки с БПЛА концентрации взвешенных веществ в реке Дацин [10]

Для получения данных о химическом потреблении кислорода (ХПК) реки Дацин была использована гиперспектральная съемка с БПЛА, а затем полученные данные были обработаны с помощью модели мониторинга химической потребности в кислороде, разработанной компанией Jiangsu Shuangli Heru Spectrum. Таким образом, были получены данные о ХПК реки Дацин, как показано на рисунке 12. Эта методика может быть полезна для мониторинга качества воды и выявления изменений в химическом составе воды.

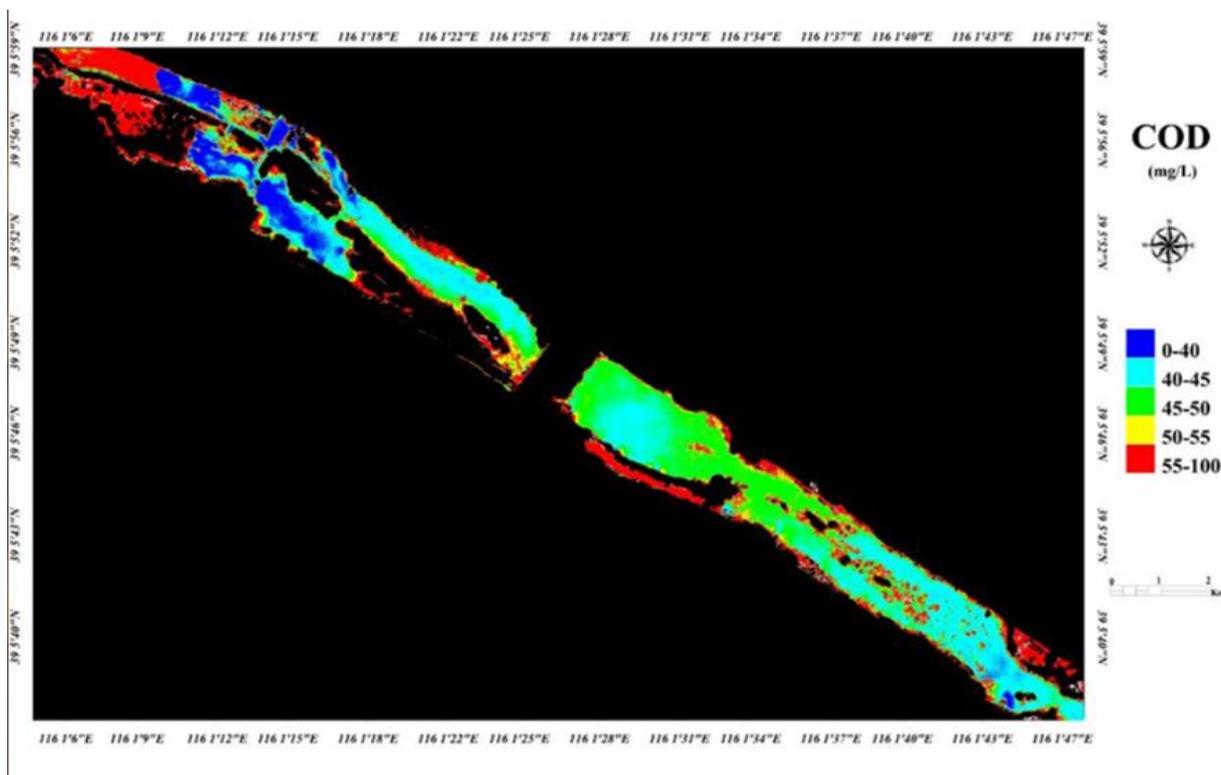


Рисунок 12 – Инверсионная карта гиперспектральной съемки с БПЛА химической потребности в кислороде в реке Дацин [10]

Гиперспектральная технология с БПЛА представляет собой эффективный метод для отслеживания эвтрофикации и загрязнения воды, каждая из которых имеет свои особенности и применима только в определенных условиях. Поэтому для каждого водоема требуется индивидуальный подход к мониторингу и оценке качества воды. Несмотря на это, использование гиперспектральной технологии с БПЛА имеет большие перспективы для решения задач мониторинга качества воды в различных водоемах и может быть важным инструментом для оценки воздействия человеческой деятельности на окружающую среду.

В целом, гиперспектральные данные с БПЛА становятся все более обещающей технологией для анализа загрязнения воды и мониторинга водных объектов. Однако, как и в любой технологии, существуют ограничения, которые нужно учитывать при использовании данных методов.

### **3.4 Прогнозирование качества водных объектов с помощью нейронных сетей**

Для прогнозирования качества водных объектов применяются различные методы, включая методы статистического анализа, математического моделирования и машинного обучения. Один из самых перспективных методов прогнозирования качества водных объектов — это использование нейронных сетей.

Нейронные сети – это математические модели, которые имитируют работу мозга человека. Они состоят из нейронов, которые соединены между собой связями. Нейронные сети используются для решения задач классификации, регрессии и кластеризации. В контексте прогнозирования качества водных объектов нейронные сети используются для анализа данных, полученных в результате мониторинга водных объектов.

Одним из примеров применения нейронных сетей для прогнозирования качества водных объектов является работа, проведенная исследователями из Института гидрологии и геоэкологии РАН [11]. Они использовали нейронные сети для прогнозирования содержания органических веществ в водных объектах. В их исследовании были использованы данные, полученные в результате мониторинга водных объектов на территории России. Нейронные сети были обучены на этих данных и использовались для прогнозирования содержания органических веществ в водных объектах.

Еще один пример исследования с целью прогнозирования качества воды (WQI – water quality index) с помощью искусственных нейронных сетей (artificial neural networks – ANNs) [12] на основе значений 16 показателей качества подземных вод, собранных в период 2006–2013 годов из 47 скважин и источников в городе Андимешк при помощи Министерства энергетики Ирана [13]. Такой прогноз может уменьшить время и усилия для расчета и возможность ошибок в расчетах.

Вид области исследования показан на рисунке 13.

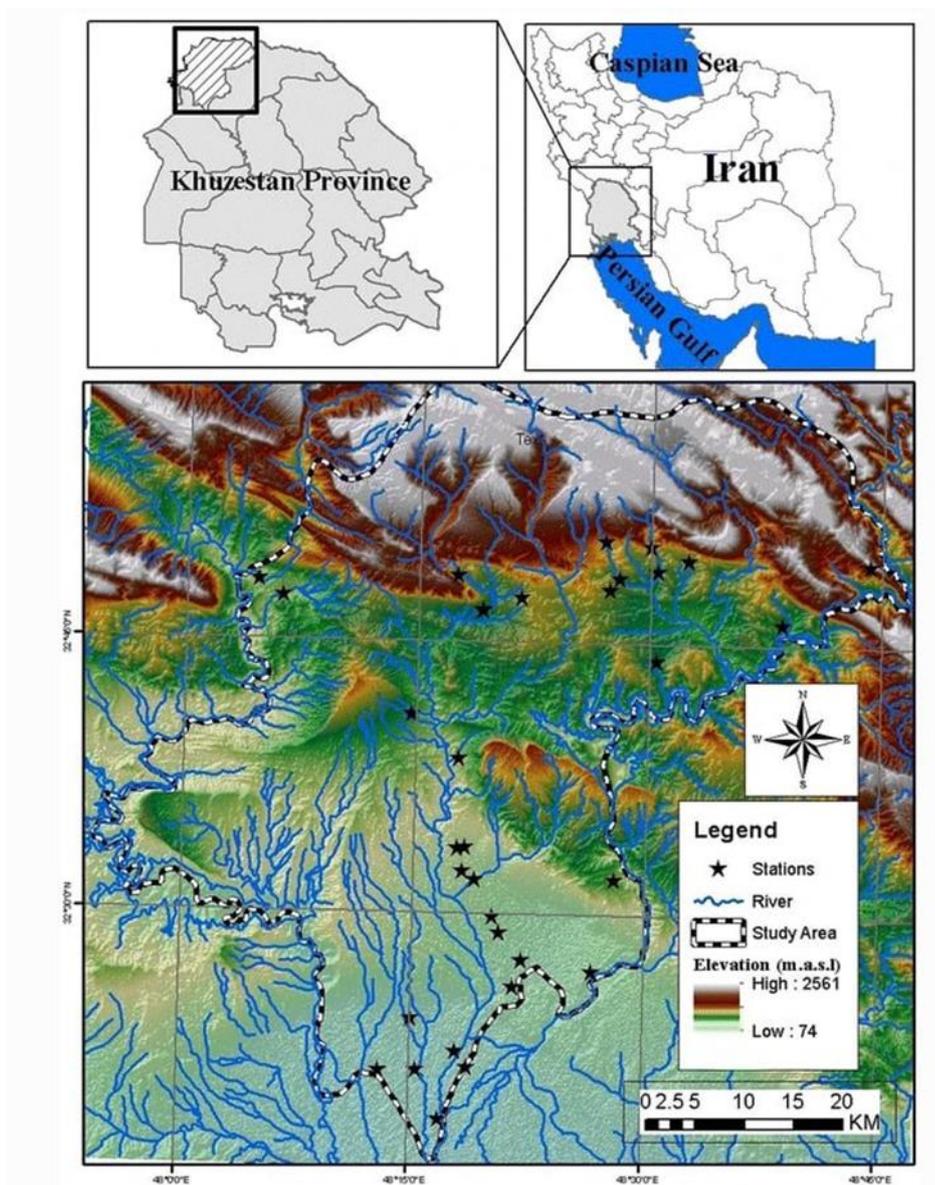


Рисунок 13 – Изучаемая территория, включая провинцию Хузестан и станции отбора проб

В рамках этого исследования были использованы три алгоритма нейронных сетей, включая нейронные сети с ранним прекращением, ансамбль ANNs и нейронные сети с Байесовской регуляризацией.

Применение этих алгоритмов для этой цели является первым исследованием такого типа в Иране. Сравнение производительности различных методов прогнозирования индекса качества воды показало, что минимальная способность к обобщению была получена для метода Байесовской регуляризации (mean sum of squared network errors – MSE = 7,71) и метода ансамблирования (MSE = 9,25),

соответственно, и эти методы показали минимальную проблему переобучения по сравнению с методом раннего прекращения.

Корреляционные коэффициенты между прогнозируемыми и наблюдаемыми значениями индекса качества воды составили 0,94 и 0,77 для тестовых и обучающих наборов данных, соответственно, что указывает на успешное прогнозирование нейронной сетью индекса качества воды через алгоритм Байесовской регуляризации.

Был проведен анализ чувствительности для определения влияния каждого параметра на прогнозирование индекса качества воды в процессе моделирования нейронной сети, и показано, что параметры, такие как фосфаты и железо, являются наиболее важными для прогнозирования индекса качества воды.

Одним из главных преимуществ нейронных сетей является их способность к обучению на данных. Они могут адаптироваться к новым данным и улучшать качество прогнозирования с течением времени. Это позволяет использовать нейронные сети для прогнозирования качества водных объектов в режиме реального времени.

Однако, применение нейронных сетей для прогнозирования качества водных объектов также имеет свои ограничения. Например, для эффективной работы нейронных сетей необходимо иметь достаточное количество данных. Если данных недостаточно, то качество прогнозирования может быть низким. Кроме того, нейронные сети могут быть склонны к переобучению на существующих данных, что может привести к ошибкам в прогнозировании.

Прогнозирование качества водных объектов с помощью нейронных сетей является перспективным направлением в области экологии и водопользования. Однако, необходимо учитывать ограничения и сложности, связанные с использованием нейронных сетей. Дальнейшие исследования в этой области могут привести к разработке более эффективных и точных методов прогнозирования качества водных объектов.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1ЕМ11	Жигулиной Алине Владимировне

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОКД</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	20.04.01 Техносферная безопасность

### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Затраты на сырье, материалы, комплектующие изделия, специальное оборудование, основную и дополнительную заработную платы исполнителей, отчисления на социальные нужды, накладные расходы
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- районный коэффициент- 1,3; - коэффициент дополнительной заработной платы - 1,12; - накладные расходы – 20%;
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	1.Налоговый кодекс Российской Федерации 2.ФЗ №212 от 24.07.2009 в ред. от 19.12.2016

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Проведение предпроектного анализа. Анализ потенциальных потребителей результатов исследования. Выполнение SWOT-анализа исследований
2. Разработка устава научно-технического проекта	Определение целей и результатов проекта, организационной структуры проекта.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Формирование плана и графика проекта: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ. Формирование бюджета затрат проекта
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности природоохранных мероприятий предприятия	Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности природоохранных мероприятий предприятия

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет проекта
4. Бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

### Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Маланина Вероника Анатольевна	к.э.н.		

### Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1ЕМ11	Жигулина Алина Владимировна		

## **4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

На сегодняшний день проведение всестороннего анализа финансово-экономических аспектов научного-технического исследования является основополагающим фактором при оценке потенциала коммерциализации разработки. Целесообразность проведения работ может быть обоснована путем анализа аналогов рассматриваемой разработки, составления структуры работ и планирования их графика, расчета бюджета и сравнительного анализа.

Таким образом, целью данного раздела является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации. В данном разделе оцениваются полные денежные затраты, необходимые для проведения исследования по мониторингу водных объектов в Томской области.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- Провести анализ конкурентных решений;
- SWOT-анализ;
- Проработать основные элементы планирования управления проектом;
- Рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
- Произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

### **4.1 Предпроектный анализ**

#### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном проекте сегментами рынка являются:

- Население города Томска;
- Роспотребнадзор;

- Бюджетные организации муниципального образования ГОРОД ТОМСК.

#### 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

С помощью анализа конкурентных технических решений можно выявить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Проведем данный анализ с помощью оценочной карты (таблица 4).

В данном научном исследовании анализируется качественный состав водных объектов в городе Томск (озера).

Ф – разрабатываемый проект;

К1 – данные по мониторингу, предоставленные Томской СИГЭКиА «Облкомприрода»;

К2 – данные по исследованию, проведенные сторонней организацией.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, в сумме должны составлять 1.

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Категории оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Трудоемкость	0,14	5	3	4	0,7	0,42	0,56
Точность	0,18	4	4	4	0,72	0,72	0,72
Скорость	0,15	5	4	3	0,75	0,6	0,45
Технологичность	0,15	4	4	4	0,6	0,6	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48
Стоимость	0,14	5	3	2	0,7	0,42	0,28
Время	0,12	4	3	3	0,48	0,6	0,36
Итого	1	32	27	24	4,55	3,84	3,45

Основываясь на проведенном анализе конкурентов, можно сказать, что исследования, проводимые лабораторией СИГЭКиА, превосходят конкурентные лабораторные исследования, что связано с ценой, трудоемкостью, а также временными затратами на проведение исследования проб воды. Однако уязвимость разрабатываемого проекта в том, что требуется много времени на его выполнение.

### 4.1.3 SWOT-анализ

SWOT – анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, который применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в 3 этапа.

*Первый этап* заключается в описании сильных и слабых сторон проекта (таблица 5), в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 5 – Матрица SWOT-анализа

<p><b>Сильные стороны</b>  С1. Низкая цена проекта;  С2. Высокая точность результатов;  С3. Распространённость и доступность объектов исследования;  С4. Высокая точность результатов исследований.</p>	<p><b>Слабые стороны</b>  Сл1. Ограниченность территории объекта исследования;  Сл2. Погрешность методов анализа;  Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации.</p>
<p><b>Возможности</b>  В1. Расширение сферы исследования относительно увеличения числа показателей;  В2. Расширение сферы исследования относительно увеличения количества мест отбора проб</p>	<p><b>Угрозы</b>  У1. Изменения качества воды вследствие смены метода водоподготовки;  У2. Изменения качества воды вследствие нарушения правил транспортировки проб.</p>

*Второй этап* состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 6. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-» [19].

Таблица 6 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+
Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	
	B1	+	-	0	
	B2	-	-	0	
Сильные стороны проекта					

Продолжение таблицы 6

Угрозы		C1	C2	C3	C4
	У1	+	+	+	+
	У2	+	-	-	-
Слабые стороны проекта					
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	
	У1	-	-	-	
	У2	+	0	+	

В рамках *третьего этапа* должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 7).

Таблица 7 – SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны проекта:</b> С1. Низкая цена проекта С2. Высокая точность результатов С3. Распространённость и доступность объектов исследования С4. Высокая точность результатов исследований.	<b>Слабые стороны проекта:</b> Сл1. Ограниченность территории объекта исследования Сл2. Погрешность методов анализа Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации
<b>Возможности проекта:</b> В1. Расширение сферы исследования относительно увеличения числа показателей. В2. Расширение сферы исследования относительно увеличения количества мест отбора проб и исследование донных отложений.	В1С1С2С3С4 возможность расширения исследований для большего числа показателей дает платформу для продвижения дальнейших исследований. Быстрое продвижение исследования в связи с преимуществами данного исследования;	В1В2Сл1Сл2Сл3 Проверка результатов, отправлять пробы на анализ в сторонние лаборатории.
<b>Угрозы проекта:</b> У1. Изменения качества воды вследствие аварии на насосной станции У2. Изменения качества воды вследствие загрязнения техногенными веществами	У1У2С1С2С3С4 Проведение дополнительного исследования	У1У2 Сл1Сл2Сл3 Выявление несоответствия качества воды.

Таким образом, проведённый SWOT-анализ позволяет с достаточной для данной работы точностью определять дальнейшее положение рассматриваемого объекта на соответствующем рынке.

## 4.2 Планирование управление проектом

Цель данного подраздела заключается в проработке и планировании необходимых и достаточных элементов управления проектом. Для этого необходимо выполнить следующие задачи:

- определить участников работ;
- синтезировать структуру работ проекта;
- определить время выполнения работ;
- составить график выполнения работ в виде диаграммы Ганта;
- рассчитать бюджет проекта.

### 4.2.1 Участники, структура и график работ проекта

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо тщательно и рационально планировать занятость каждого участника, а также сроки проведения отдельных работ. В целях определения количества человеческих ресурсов, необходимых для реализации проекта, составлен перечень этапов работ, а также распределены исполнители по видам работ и загрузке на каждом из этапов [20]. Результаты распределения представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень работ и распределение по исполнителям

Коды работ	Наименование работ	T <sub>к</sub> , кал. дни	Начало	Конец	Исполнитель
1	Составление и утверждение задания и плана работ	3	04.02.23	07.02.23	Назаренко О.Б.
2	Согласование плана работы	7	07.02.23	14.02.23	Назаренко О.Б.
3	Литературный обзор	25	14.02.23	10.03.23	Жигулина А.В.
4	Выбор исследуемых объектов	2	10.03.23	12.03.23	Жигулина А.В. Назаренко О.Б.
5	Обработка полученных данных и обсуждение результатов	25	12.03.23	05.04.23	Жигулина А.В.
6	Оформление работы	25	05.04.23	30.04.23	Жигулина А.В.
7	Согласование выполненной работы в НР	5	30.04.23	05.05.23	Назаренко О.Б.
ИТОГО:		92			

Таким образом, суммарная продолжительность работ инженера составляет 92 рабочих дня, а руководителя – 17 рабочих дней.

На основании этих данных строится календарный план-график в виде диаграммы Ганта (таблица 6).

Таблица 9 – Календарный план-график

№	Вид работ	Исполнитель	Тк <sub>к</sub> кал. дн	Продолжительность выполнения работ									
				Февраль		Март		Апрель		Май			
				1	2	1	2	1	2	1	2		
1	Составление и утверждение задания и плана работ	Назаренко <u>О.Б.</u>	3	■									
2	Согласование плана работы	Назаренко <u>О.Б.</u>	7		■								
3	Литературный обзор	Жигулина А.В.	25		■	■	■						
4	Выбор исследуемых объектов	Жигулина А.В. Назаренко <u>О.Б.</u>	2				■						
5	Обработка полученных данных и обсуждение результатов	Жигулина А.В.	25				■	■	■				
6	Оформление работы	Жигулина А.В.	25					■	■	■			
7	Согласование выполненной работы в НР	Назаренко <u>О.Б.</u>	5								■		

Где ■ - Научный руководитель Назаренко О.Б., ■ - Жигулина А.В.

#### 4.3 Бюджет научно-технического исследования

Смета затрат на выполнение данного проекта содержит все расходы, необходимые для осуществления комплекса всех работ над проектом и реализации поставленных задач. Расчет полной стоимости реализации проекта осуществляется по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- специальное оборудование для научных работ;

- заработная плата;
- социальный налог;
- прочие (накладные расходы) расходы.

#### 4.3.1 Расчет основной заработной платы

Данная статья расходов подразумевает суммарную заработную плату научного руководителя и исполнителя (инженер), с учётом входящих в фонд заработной платы различных премий. Основная заработная плата  $Z_{\text{осн}}$  рассчитывается как произведение среднедневной заработной платы  $Z_{\text{дн}}$  и продолжительности выполнения работ ТРД [22].

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}}, \quad (1)$$

Где  $Z_{\text{м}}$  – месячная заработная плата работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 24 раб. дня  $M=11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 56 раб. дней  $M=10,4$  месяца, 6-дневная неделя);

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Баланс рабочего времени приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
– выходные дни	67	118
– праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
– отпуск	56	24
– невыход по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	242	223

Необходимо произвести расчет месячной зарплаты работника в соответствии с окладом, премиальным коэффициентом ( $k_{\text{пр}}=0,3$ ), коэффициентом доплат ( $k_{\text{доп}}=0,2$ ) и Томским районным коэффициентом ( $k_{\text{р}}=1,3$ ) [22].

$$Z_m = Z_b * (k_{пр} + k_d) * k_p, \quad (2)$$

Где  $Z_b$  – оклад.

В соответствии с представленными формулами может быть рассчитана основная заработная плата работников проекта. Результаты расчетов представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Зб, руб.	кпр	кд	кр	Зм, руб.	Здн, руб.	Траб, дн.	Зосн, руб.
Руководитель	52700	0,3	0,2	1,3	102765	4416,35	17	75077,95
Инженер	23800	0,3	0,2	1,3	46410	2330,9	92	214442,8
Итого:								289520,75

#### 4.3.2 Расчет дополнительной заработной платы исполнителей работ

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.). Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле [23]:

$$Z_{доп} = k_{доп} * Z_{осн}, \quad (3)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы.

Дополнительная заработная плата представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Расчёт дополнительной заработной платы

Исполнитель	кдоп	Зосн	Здоп
Научный руководитель	0,12	75077,95	9009,4
Инженер		214442,8	257333,1
Итого:			266342,5

#### 4.3.3 Расчеты затрат на страховые взносы

Затраты на страховые взносы, включающие в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование согласно ФЗ от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

$$C_{\text{соц}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \cdot 0,302;$$

$$C_{\text{соц}} = 555863,3 \cdot 0,302 = 167870,7 \text{ руб.}$$

Данные взносы идут в Социальный фонд РФ и Фонд медицинского страхования (ФФОМС) [24].

#### 4.3.4 Расчет накладных расходов

В бюджете проекта отдельного учета требуют накладные расходы. Эта статья учитывает затраты на управление и хозяйственное обслуживание, а также эксплуатацию оборудования. Накладные расходы принимаются равными 20% ( $k_{\text{накл}}=0,2$ ) от суммарной основной заработной платы работников и могут быть вычислены по формуле [25]:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} * \sum Z_{\text{осн}}, \quad (4)$$

где  $C_{\text{накл}}$  – суммарные накладные расходы, руб.

Таким образом суммарные накладные расходы, согласно формуле 4, равны:

$$C_{\text{накл}} = 0,2 \cdot (75077,95 + 214442,8) = 57904,2 \text{ руб.}$$

После проведения расчета по всем статьям затрат на разработку НТИ можно рассчитать полную себестоимость (таблица 13).

Таблица 13 – Расчет бюджета затрат на НТИ

Статья затрат	Сумма, руб.
Материальные затраты	2415
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	289520,95
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	266342,5
Отчисления во внебюджетные фонды	167870,7
Накладные расходы	57904,2
Итого	784053,4

#### 4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат двух (или более) вариантов исполнения (в т.ч.

аналогов) научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле [26]:

$$I_{\text{финр}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5)$$

где  $I_{\text{финр}}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта разработки или аналога;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость разработки или аналога научно-исследовательского проекта.

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения проекта можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i, \quad (6)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта разработки или аналога;

$a_i, b_i$  – бальная оценка  $i$ -го варианта разработки;

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 14 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии оценки	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1.Выход продукта	0,2	5	4	4
2.Удобство в эксплуатации	0,15	5	3	3

Продолжение таблицы 14

3.Надежность	0,15	4	4	4
4.Безопасность	0,15	4	3	4
5.Простота эксплуатации	0,15	5	3	4
6.Возможность автоматизации данных	0,2	4	4	4
ИТОГО:	1	27	21	23

$$I_m^p = 5 * 0.2 + 5 * 0.15 + 4 * 0.15 + 4 * 0.15 + 5 * 0.15 + 4 * 0.2 = 4.5$$

$$I_1^A = 4 * 0.2 + 3 * 0.15 + 4 * 0.15 + 3 * 0.15 + 3 * 0.15 + 4 * 0.2 = 3.55$$

$$I_2^A = 4 * 0.2 + 3 * 0.15 + 4 * 0.15 + 4 * 0.15 + 4 * 0.15 + 4 * 0.2 = 3.85$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки (Исп.1) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{\text{р-исп.1}}}{I_{\text{финр}}}, \quad (7)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 15) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (Эср) [27]:

$$\text{Эср} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}}, \quad (8)$$

Таблица 15 – Эффективность разработки

№	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,16	0,14	0,16
2	Интегральный показатель ресурсоэффективной разработки	4,3	3,55	3,95
3	Интегральный показатель эффективности	23,12	22,83	23,03
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,02	1,01	1,0

В результате данного раздела проведено комплексное исследование эффективности исследования радиационной обстановки в городской среде разработанным дозиметром. Выявлено, что разработанное решение является наиболее финансово- и ресурсоэффективным среди возможных.

В ходе планирования управления проектом была определена структура, состав и календарный план работ, а также ее исполнители. Рассчитан бюджет проекта, который составил 508630,9 рублей.

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило понять, что исследование радиационной обстановки в городской среде разработанным дозиметром является наиболее эффективным вариантом достижения поставленных в работе задач с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>		
1ЕМ11	Жигулина Алина Владимировна		
<b>Школа</b>	ИШНКБ	<b>Отделение (НОЦ)</b>	ОКД
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	20.04.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Совершенствование системы мониторинга водных объектов Томской области	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p><b>Введение</b></p> <p>–Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</p> <p>–Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</p>	<p><b>Объект исследования:</b> озера города Томск.</p> <p><b>Область применения:</b> экологическая безопасность</p> <p><b>Рабочая зона:</b> лаборатория.</p> <p><b>Размеры помещения:</b> 10x8 м.</p> <p><b>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</b> весы, флюорат-02-3М, спектрофотометр, рН-метр, система капиллярного электрофореза «Капель-105М», приточно-вытяжная система вентиляции, экстрактор, электрическая мешалка.</p> <p><b>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</b> проведение химического анализа; мониторинг и контроль за качеством водных объектов.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</b></p> <p>–специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>–организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p>– Конституция РФ;</p> <p>– Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018);</p> <p>– ГОСТ Р ИСО 26000-2010 «Руководство по социальной ответственности»</p> <p>– ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.</p> <p>– Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда"</p> <p>– ПНД Ф 12.13.1-03 «Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения)»</p>
<p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b></p> <p>–Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</p> <p>–Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора</p>	<p><b>Опасные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Связанные с опасностью химических веществ при попадании через органы дыхания.</li> <li>2. Связанные с опасностью химических веществ при попадании через открытые раны.</li> <li>3. Поверхности твердых или жидких объектов, о которые ударяются движущиеся части тела, работающего;</li> <li>4. Связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.</li> </ol> <p><b>Вредные факторы:</b></p>

	<p>1. Отсутствие или недостаток необходимого освещения;</p> <p>2. Повышенный уровень шума;</p> <p>3. Микроклиматические параметры воздушной среды на местонахождении работающего.</p> <p>4. Длительное сосредоточенное наблюдение.</p> <p><b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b> использование средств индивидуальной защиты органов дыхания, защитный халат, защитные перчатки, защитные очки, автоматическая система защиты для нейтрализации паров опасных химических веществ</p>
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	<p><b>Воздействие на селитебную зону:</b> отсутствует</p> <p><b>Воздействие на литосферу:</b> твердые отходы при утилизации упаковки из-под химических реактивов</p> <p><b>Воздействие на гидросферу:</b> сброс сточных вод с содержанием токсичных веществ</p> <p><b>Воздействие на атмосферу:</b> увеличение концентрации опасных веществ в атмосфере</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	<p><b>Возможные ЧС:</b></p> <p>– Техногенные аварии (пожар, нарушение правил эксплуатации и хранения токсических реактивов, нарушения правил работы в химической лаборатории)</p> <p><b>Наиболее типичная ЧС:</b> пожар</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ11	Жигулина Алина Владимировна		

## 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Неотъемлемой частью профилактики производственного травматизма снижения уровня профессиональной заболеваемости является внедрение системы управления охраной труда. Охрана труда – это система социально-экологических, правовых, лечебно-профилактических, организационно-технических и иных мероприятий, целью которых является сохранение жизни и здоровья работника в процессе выполнения трудовой деятельности [28].

На рабочем месте часто присутствуют вредные и/или опасные производственные факторы. Под вредными факторами понимаются такие факторы, продолжительное воздействие на работника которых может привести к уменьшению трудоспособности и/или заболеванию работника. К опасным факторам относят такие факторы, воздействие которых может привести к травме работника [29].

С целью обеспечения безопасных условий труда и предупреждения несчастных случаев на производстве применяются правила по охране труда и технике безопасности. Эти правила являются обязательными к исполнению всеми работниками производства.

В состав рассматриваемого объекта входит: здание объекта химической лаборатории. В здании находится следующее оборудование: весы, флюорат-02-3М, спектрофотометр, рН-метр, система капиллярного электрофореза «Капель-105М», приточно-вытяжная система вентиляции, электронная мешалка и экстрактор.

В рабочей зоне осуществляется химический анализ, мониторинг и контроль за качеством водных объектов. Химическая лаборатория для проведения анализа и мониторинга за водными объектами расположена в пятиэтажном здании на первом этаже. В лаборатории есть два выхода/входа, что способствует беспрепятственному покиданию помещения в экстренных и чрезвычайных ситуациях.

## **5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **5.1.1 Правовые нормы трудового законодательства**

Целью трудового законодательства является установление государственных гарантий трудовых прав и свобод граждан, создание благоприятных условий труда, защита прав и интересов работников и работодателей.

Согласно Трудовому Кодексу Российской Федерации [30], каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующих профессиональных рисках и их уровнях, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда до устранения такой опасности, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами;
- обеспечение в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя средствами коллективной и индивидуальной защиты и смывающими средствами, прошедшими подтверждение соответствия в установленном законодательством Российской Федерации о техническом регулировании порядке;
- обучение по охране труда за счет средств работодателя;
- Дополнительное профессиональное образование или профессиональное обучение за счет средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения работодателем требований охраны труда;
- Гарантии и компенсации в связи с работой с вредными и (или) опасными условиями труда, включая медицинское обеспечение;

– Внеочередной медицинский осмотр с сохранением за ним места работы и заработка.

При проведении социальной оценки условий труда на рабочем месте, работник вправе обращаться к эксперту, проводящей специальную оценку условий труда с предложениями по осуществлению на его рабочем месте идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов и за получением разъяснений по вопросам проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда" [31].

### **5.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочего пространства**

Склады должны располагаться ниже по отношению к другим близлежащим зданиям и сооружениям и преимущественно с подветренной стороны преобладающих направлений ветров относительно места расположения ближайших населенных пункт.

В лаборатории присутствует два склада для химических веществ. Первый находится в подвальном помещении для хранения определенных химических веществ и еще один склад-хранилище, находящийся за пределами здания, в пределах 20 метров для хранения кислот. В данных складах для хранения химических реагентов не должна быть повышена влажность, так как множество химических веществ могут взаимодействовать с водой, поэтому необходим контроль за влажностью в складских помещениях [32].

Персонал допускается к работе только в средствах индивидуальной защиты. Необходимо знать специфические свойства применяемых веществ и соблюдать установленные правила работы с ними ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения) [33]. Работать с химическими веществами следует в вытяжном шкафу, посуда для проведения химических анализов должна быть из боросиликатного стекла. Для хранения химических реактивов, приготовления растворов и проведения

химических реакций используют конические, плоскодонные и круглодонные колбы. Химические реакции с небольшими количествами реагентов проводят в пробирках. Для фильтрования используют воронки. Фарфоровые чашки применяют для выпаривания.

У лаборанта должно быть свое рабочее место, с площадью рабочей поверхности не менее 60 x 120 см. Лабораторный стол должен быть простым, прочным и удобным. Рабочий стол химической лаборатории приспособлен к условиям работы он выше обычных столов и имеет полки, на которые ставят реактивные склянки и посуду. Обычно такой стол имеет несколько ящичков и шкафы, в которых хранят необходимые для работы инструменты, приспособления, посуду и реактивы. Поверхность лабораторных столов, чтобы на нее не действовали ни вода, ни пролитые реактивы, покрывают линолеумом или другими покрытиями, а иногда подвергают специальной обработке.

## 5.2 Производственная безопасность

Работа выполняется в химической лаборатории с определенной периодичностью. Класс условий труда для химического работника соответствует 3.1 (вредные условия труда). В таблице 16 представлены возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте лаборанта химического анализа.

Таблица 16 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте

	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Опасные факторы	Факторы, с опасностью химических веществ при попадании через органы дыхания.	ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [34].
	Факторы, связанные с опасностью химических веществ при попадании через открытые раны.	ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [34].
	Поверхности твердых или жидких объектов, о которые ударяются движущиеся части тела, работающего.	ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности [35].

Продолжение таблицы 16

Опасные факторы	Факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.	ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [36].
Вредные факторы	Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного освещения;	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* [37].
	Производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде (повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума);	ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349- 1:2001) Вибрация. [38]. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация; ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности;
	Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарногигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением № 1) [39].
	Производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека (активное наблюдение за ходом производственного процесса, монотонность труда, перенапряжение анализаторов).	Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [39].

### 5.2.1 Производственные факторы, связанные с опасностью химических веществ при попадании через органы дыхания

Источников возникновения фактора являются химические реактивы для выполнения химического анализа. Перечень веществ, содержащихся в химических реактивах представлен в таблице 17.

Таблица 17 – перечень веществ, содержащихся в химических реактивах

Вещество	Класс опасности	ПДК	Нормативный документ
Аммиак (NH <sub>3</sub> )	4-й по ГОСТ 12.1.007.	20 мг/м	ГОСТ 3760-79 Реактивы. Аммиак водный. Технические условия (с Изменениями N 1, 2)

Продолжение таблицы 17

Азотная кислота (HNO <sub>3</sub> )	3-й по ГОСТ 12.1.007.	2 мг/м	ГОСТ 4461-77 Реактивы. Кислота азотная. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, с Поправкой)
Серная кислота (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	2-ой по ГОСТ 12.1.007.	в воздухе рабочей зоны 1 мг/м <sup>3</sup>	ГОСТ 2184-2013 Кислота серная техническая.
Хлороформ (CHCl <sub>3</sub> )	2-ой по ГОСТ 12.1.007.	среднесменная ПДК 5 мг/м <sup>3</sup> , максимально-разовая — 10 мг/м <sup>3</sup> .	ГОСТ 20015-88 Хлороформ. Технические условия

Действие фактора: риск отравления, ожог, летальный исход. Меры профилактики: применение средств индивидуальной и коллективной защиты (халат хлопчатобумажный, фартук прорезиненный с нагрудником, перчатки резиновые, очки защитные), контроль за содержанием вредных веществ рабочей зоны (При выделении в воздух рабочей зоны вредных веществ I класса опасности контроль должен осуществляться не реже 1 раза в 10 дней; II класса - не реже 1 раза в месяц; III и IV классов - не реже 1 раза в квартал [50]), проведение инструктажей по охране труда и по оказанию доврачебной и неотложной медицинской помощи пострадавшим при отравлении [34].

Условия труда по опасному фактору - воздух рабочей зоны на рассматриваемом объекте соответствует нормам.

### **5.2.2 Производственные факторы, связанные с опасностью химических веществ при попадании через открытые раны**

Источник возникновения фактора: неправильное обращение с химическими веществами и лабораторной посудой. Перечень веществ представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Перечень веществ

Вещество	Класс опасности	ПДК	Нормативный документ
Азотная кислота (HNO <sub>3</sub> )	3-й по ГОСТ 12.1.007.	2 мг/м	ГОСТ 4461-77 Реактивы. Кислота азотная. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, с Поправкой)
Серная кислота (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	2-ой по ГОСТ 12.1.007.	в воздухе рабочей зоны 1 мг/м <sup>3</sup>	ГОСТ 2184-2013 Кислота серная техническая.

Действие фактора: риск получение химического ожога. Меры профилактики [34]: использование средств индивидуальной защиты (халат хлопчатобумажный, фартук прорезиненный с нагрудником, перчатки резиновые, очки защитные), проведение инструктажей по охране труда и по оказанию доврачебной и неотложной медицинской помощи пострадавшим.

Условия труда по опасному фактору – контроль за правильной эксплуатацией химических веществ и лабораторной посуды на рассматриваемом объекте соответствуют допустимым нормам.

### 5.2.3 Поверхности твёрдых или жидких объектов, о которые ударяются движущиеся части тела, персонала

Поверхности объектов, о которых может получить удар, работающий на исследуемом объекте, являются флюорат-02-3М, спектрофотометр, система капиллярного электрофореза «Капель-105М», приточно-вытяжная система вентиляции, электрическая мешалка. Для предотвращения травматизма части производственного оборудования, механическое повреждение которых может вызвать возникновение опасности, должны быть защищены ограждениями или расположены так, чтобы это снизило вероятность травматизма [35].

Условия труда по опасному фактору – поверхности объектов, о которые ударяются движущиеся части тела рабочего, на рассматриваемом объекте соответствуют допустимым нормам.

#### **5.2.4 Факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий**

Для электробезопасности проводятся различные инструктажи, своевременное и качественное проведение технического обслуживания, планово-предупредительного ремонта, модернизации и реконструкции электроустановок, учет, в качестве меры защиты от поражения электрическим током применяется обязательное требование использовать резиновые коврики и диэлектрические перчатки, носить специальную одежду, обувь, а также пользоваться инструментом с изоляционными ручками. Предельно допустимые напряжения прикосновения и токи для человека устанавливаются ГОСТ 12.1.038-82 [36] при аварийном режиме работы электроустановок постоянного тока частотой 50 и 400 Гц. Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока — 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц соответственно - 2 В и 0,4 мА; для постоянного тока — 8 В и 1 м (не более 10 мин в сутки).

В особо тяжелых условиях эксплуатации находится изоляция электроаппаратуры, постоянно работающей в вытяжном шкафу. В химических лабораториях нередко используют бытовое электрооборудование: электроплитки, электромоторы и т. п. Их изоляция не рассчитана на воздействие агрессивных химических веществ; поэтому на сетевые шнуры с полихлорвиниловой изоляцией или хлопчатобумажной оплеткой необходимо по всей длине надевать резиновый шланг. Если в результате неосторожности или аварии находящееся под током электрооборудование оказалось облитым водой, а тем более раствором электролита или органической жидкостью, прибор необходимо немедленно отключить. Вновь приступать к его эксплуатации можно только после тщательной очистки, высушивания и проверки надежности изоляции, то есть практически не ранее чем на следующий день.

Условия труда по опасному фактору – действие электрического тока на рассматриваемом объекте соответствуют допустимым нормам.

### 5.2.5 Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного освещения

Недостаточное освещение рабочего места вызывает быструю усталость и болезни глаз, снижает внимательность значительно уменьшает производительность труда, а также увеличивает вероятность несчастных случаев на производстве.

Рекомендуется порядок мероприятий по устройству освещения: определение площади, подлежащей освещению, площади наибольшей концентрации работ; установление нормы освещенности поля зрения в зависимости от разряда зрительных работ; выбор системы освещения; выбор источников света и расчета их необходимого количества; выполнение проекта распределения осветительных средств с учетом параметров их установки и необходимости обеспечения равномерного распределения светового потока.

Проведем расчет общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности методом коэффициента светового потока, учитывающего световой поток, отраженный от потолка и стен.

Химическая лаборатория с размерами: длина ( $A$ ) – 10 м, ширина ( $B$ ) – 8 м, высота ( $H$ ) – 4 м, общей площадью ( $S$ ) – 20 м<sup>2</sup> и минимальным показателем освещенностью ( $E$ ) – 300 лк, высота рабочей поверхности – 0,8 м (сидя), характеристика по пылесодержанию, пожароопасности – малое.

Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями – люминесцентные светильники с защитной решёткой ОД-2-40, где критерий оптимальности расположения ( $\lambda$ ) – 1,4.

1. Рассчитаем размещение светильников в помещении:

$H$  – высота помещения; =4 м

$h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес). 0,158 м

$h_n$  –  $H - h_c$  – высота светильника над полом, высота подвеса. =3,842 м

$h_{rp}$  – высота рабочей поверхности над полом. =0,8 м

$h = h_n - h_{rp}$  – расчетная высота, высота светильника над рабочей поверхностью.  
=3,042 м

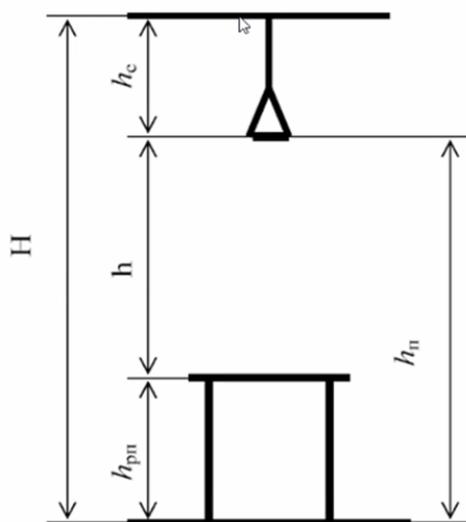


Рисунок 14 – Основные расчетные параметры

При равномерном размещении люминесцентных светильников последние располагаются обычно рядами – параллельно рядам оборудования. При высоких уровнях номинированной освещенности люминесцентные светильники обычно располагаются непрерывными рядами, для чего светильники сочленяются друг с другом торцами.

2. Характеристики выбранных светильников ОД-2-40:

Длина – 1,23 м

Ширина – 0,266 м

Высота – 0,158 м

3. Найдем расстояние между светильниками L:

$$L = \lambda * h$$

$$L = 1,4 * 3,042 = 4,2588$$

4. Расположение светильников:

$$\text{ряд} = \frac{(B - \frac{2}{3}L)}{L} + 1 = \frac{(8 - \frac{2}{3} * 4,2588)}{4,2588} + 1 = 2,2 = 2 \text{ ряда}$$

$$\text{псв} = \frac{(A - \frac{2}{3}L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{(10 - \frac{2}{3} * 4,2588)}{1,23 + 0,5} = 4,1 = 4 \text{ светильника}$$

5. Найдем количество ламп:

$$N \text{ ламп} = 4 * 2 = 8 \text{ шт}$$

$E_n=300$  лк;  $K=1,5$

6. Рассчитаем световой поток лампы по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n * S * z * k}{\eta * N}$$
$$\Phi = \frac{300 * 80 * 1,1 * 1,5}{8 * 1,46} = \frac{39\ 600}{11,68} = 3\ 390,41 \text{ лм}$$

7. Индекс помещения определим по формуле:

$$i = S/h(A+B)$$

$$i = 80/3,042 * 18 = 80/54,756 = 1,46$$

$$\eta = 52\% = 0,52$$

Световой поток берем то число, которое ближе к значению  $\Phi$

**Световой поток = 3 390 лк.**

Делаем проверку выполнения условия:

$$- 10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} * 100\% \leq + 20\%$$
$$\frac{3750 - 3390}{3750} * 100\% = 9,6\%$$

Таким образом:  $- 10\% \leq 9,6\% \leq 20\%$ , необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

### **5.2.6 Производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде (повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума)**

Источники технологической вибрации – экстрактор, электрическая мешалка. Систематическое воздействие локальной вибрации приводит к вибрационной болезни, которая характеризуется нарушениями физиологических функций организма, связанными с поражением центральной нервной системы.

Условия труда по вредному фактору – повышенный уровень локальной вибрации на рассматриваемом объекте соответствуют допустимым нормам.

Источником шума на рассматриваемом объекте является работа приточно-вытяжной системы вентиляции. В результате длительного воздействия шума

нарушается деятельность сердечно-сосудистой, нервной, кровеносной, пищеварительной систем, развивается тугоухость, что может привести к потере слуха.

Шум с уровнем звукового давления до 35 дБ не представляет никакой опасности для человека, увеличение шума до 40 дБ может раздражать 74 человека, а при длительном воздействии даже может привести к нервозу, длительное воздействие шума с уровнем звукового давления около 80 дБ может привести к профессиональной глухоте. При воздействии шума свыше 140 дБ возможны разрывы барабанных перепонки, а также контузия, при достижении шумом уровня в 160 дБ и больше возможен летальный исход, согласно СП 51.13330.2011 «Защита от шума» [43].

В соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.003-83 "ССБТ. Шум. Общие требования безопасности" и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к шуму и вибрации на рабочих местах и при производстве", нормативные значения шума на рабочем месте химика-лаборанта не должны превышать:

- уровни звукового давления не более 80 дБА (А-частотной характеристики);
- эквивалентный уровень звукового давления за рабочую смену не более 75 дБА.

При превышении указанных значений необходимо принимать меры по снижению шума до допустимого уровня, такие как замена шумных оборудования, применение шумопоглощающей или звукоизоляционной защиты, использование индивидуальных защитных средств (наушников, наушниковых мониторов и т.д.).

Для защиты от шума предусматриваются следующие мероприятия периодичность работ в техническом помещении и обеспечение вытяжных шкафов исправно работающей заслонки, которая снижает уровень шума.

Условия труда по вредному фактору - превышения уровня шума на рассматриваемом объекте соответствуют допустимым нормам.

### **5.2.7 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего**

Микроклимат - климат внутренней среды помещений, который определяется совместно действующими на человека температурой, относительной влажностью и

скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей [39]. Отклонение параметров микроклимата, снижают работоспособность, ухудшают самочувствие работника.

Оптимальные для человека значения этих параметров в зависимости от категории выполняемой работы – легкой, средней и тяжелой – оптимальными температурами воздуха 20-22°C, 17-19°C и 16-18°C, при относительной влажности 60-30% и скорости воздуха не более 0,2-0,3м/с [44].

Для поддержания микроклимата предусматриваются приточная и вытяжная вентиляции, нагреватели и кондиционеры. Профилактика перегревания работников осуществляется организацией режима труда и отдыха, использования средств индивидуальной защиты.

Условия труда по вредному фактору – аномальные микроклиматические параметры на рассматриваемом объекте соответствуют допустимым нормам.

#### **5.2.8 Производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека (активное наблюдение за ходом производственного процесса, монотонность труда, перенапряжение анализаторов)**

Также, как и монотонность труда активное наблюдение за ходом производственного процесса вызывает снижение работоспособности, рост травматизма, которые приводят к снижению эффективности труда. Здесь также необходимо сменять физическую работу на умственную, соблюдать время работы и отдыха [45].

## **5.3 Экологическая безопасность**

### **5.3.1 Воздействие на селитебную зону**

Аварии на объектах лаборатории по проведению химического анализа не могут быть возможны.

### **5.3.2 Воздействие на литосферу**

При эксплуатации химических реактивов появляется необходимость в утилизации твердых отходов. Одной из мер безопасной утилизации отходов, применяемой на объекте, является вторичное использование ёмкостей.

### **5.3.3 Воздействие на гидросферу**

Воздействие объектов водоснабжение может оказывать негативное влияние на гидросферу при сбросе сточных вод с содержанием токсичных веществ. К ним относятся: нефтепродукты (относятся к 4-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007-88.) ПДК составляет 0,3 мг/дм<sup>3</sup> [46], моющие средства (3-й класс опасности) ПДК составляет 3,5 мг/л [47]. Также необходимо опасные вещества правильно утилизировать: для нефтепродуктов лучшим вариантом будет – захоронение на специальных полигонах, термический метод (сжигание в печах, пиролитическое разложение), для моющих средств – подлежат утилизации как в отработанном, так и в изначальном виде (при условии использования органически (эко) чистых моющих средств). С целью недопущения превышения концентраций необходимо строгое соблюдение регламентов и повышение уровня очистки стоков, сбрасываемых в гидросферу.

### **5.3.4 Воздействие на атмосферу**

При обращении токсичных веществ необходимо ставить нейтрализаторы на трубопроводах, которые отводят воздух от вытяжных шкафов. От химической лаборатории обычно происходит выброс загрязняющих веществ с низким давлением

насыщенных паров, к таким веществам относят – кислоты, ацетон и спирты (таблица 19).

Таблица 19 – вредные вещества воздействующие на атмосферу

Вещество	Класс опасности	ПДК	Нормативный документ	Способ утилизации
Серная кислота (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Согласно с ГОСТ 12.1.007-76 относится к 2-му классу опасности	0,3 мг/м <sup>3</sup> (максимальная разовая) и 0,1 мг/м <sup>3</sup> (среднесуточная).	ГОСТ 2184-2013 Кислота серная техническая.	Для утилизации серной кислоты используют гидроксид кальция. Получившийся смешивания раствор вывозят на полигоны для захоронения. Отработанная серная кислота может быть уничтожена в плазмотроне или в огненной печи.
Ацетон (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O)	В соответствии с ГОСТ 12.1.007 относится к 4-му классу опасности	0,35 мг/м <sup>3</sup> (максимальная разовая)	ГОСТ 2768-84 "Ацетон технический. Технические условия"	Сжигание в специальных печах без выброса вредных веществ в атмосферу.
Этиловый спирт (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O)	В соответствии с ГОСТ 12.1.007 относится к 4-му классу опасности	5,0 мг/м <sup>3</sup>	ГОСТ 5962-2013 Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья.	спирт вывозят к месту переработку спецтранспортом в герметичных контейнерах; сортируют по типу и уровню опасности; безопасные отходы отправляются в повторное использование на производственные предприятия; опасные отходы обеззараживаются и утилизируются путем химической и температурной обработки.

## 5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возникновению ЧС на объектах химической лаборатории способствуют различные факторы. В таблице 20 рассмотрены чрезвычайные ситуации (ЧС), меры их предотвращения в случае возникновения.

Таблица 20 – Чрезвычайные ситуации, меры их предотвращения и действия в случае их возникновения [48,49]

№	Чрезвычайные ситуации	Меры предотвращения ЧС	Действия в случае возникновения ЧС
1	Пожар	– проверять состояние электротехнических устройств и отопительных приборов; – соблюдать правила пожарной безопасности согласно требованиям нормативной документации; – проводить обучение и инструктаж работников, отрабатывать навыки пожаротушения	– отключить электрооборудование; – позвонить «101» или «112» – использовать порошковые и углекислотные огнетушители; – в случае угрозы жизни эвакуироваться;
2	Нарушение правил эксплуатации и хранения токсических реактивов	– соблюдать условия хранения реактивов – проводить инвентаризацию	при неправильном хранении реактивов есть риск самовозгорания – необходимо: – отключить электрооборудование; – позвонить «101» или «112» – использовать порошковые и углекислотные огнетушители; – в случае угрозы жизни эвакуироваться;

Наиболее вероятная ЧС на рассматриваемом объекте — это пожар.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрено рабочее место работника химика-лаборанта и выявлено, что фактические значения потенциально возможных факторов соответствуют нормативным значениям. Категория помещения по электробезопасности, согласно ПУЭ, соответствует 1 категории (помещение без повышенной опасности). Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности – категория В (пожароопасность). Категория объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду – IV категория.

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать I группой допуска по электробезопасности. Присвоение группы I по электробезопасности производится путем проведения инструктажа, который должен завершаться проверкой знаний в форме устного опроса и (при необходимости) проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы или оказания первой помощи при поражении электрическим током. Класс условий труда соответствует 4 классу.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе были проанализирована существующая система мониторинга водных объектов и на основе анализа были выявлены проблемы в системе мониторинга, а именно: недостаточное количество точек отбора образцов воды, неравномерность частоты и периодичности мониторинга, отсутствие комплексного подхода, низкая точность измерений, отсутствие единого стандарта оценки качества воды, нехватка финансирования, отсутствие контроля за качеством оборудования и персонала.

Дана краткая характеристика водных объектов Томской области, для анализа данных по мониторингу были выбраны озера (Керепеть, Ботаническое, Цимлянское, Аэропорт, Беленькое) и выполнен гидроэкологический анализ, в результате которого были получены следующие данные:

- установленная динамика среднегодовых гидрохимических показателей вод озер г. Томска и Томского района с 2015 по (часть) 2023 г. показала превышения норм ПДК по таким показателям, как ХПК, БПК, нефтепродукты, Fe (общее), которые могут быть связанные с природными и техногенными факторами;
- определены наиболее распространенные загрязнители вод озер г. Томска и Томского района с 2015 по (часть) 2023 г. К ним относятся фенолы, нитрит-ион, аммоний-ион, НФПР и АПАВ, фторид-ион. Особенности загрязнений в основном связаны с территориальным расположением озер;
- гидроэкологическое состояние озёр в городе Томск является проблемой, требующей комплексных решений. Ежеквартально проводимые химические исследования для анализа водных объектов показывают, что состояние водоемов лишь ухудшается, что делает город менее экологически-устойчивым.

Разработаны рекомендации по совершенствованию системы мониторинга водных объектов: увеличение количества точек отбора образцов воды, обеспечить комплексный подход (включая анализ состава и регулярную очистку донных отложений), улучшение методов обработки и анализа данных при помощи внедрения нейронных сетей, контроль за качеством оборудования и персонала, внедрение современных технологий мониторинга.

В итоге работы была достигнута главная цель, а именно разработаны предложения для совершенствования системы мониторинга водных объектов с учетом полученных данных, которая позволит повысить эффективность мониторинга и точность оценки состояния водных объектов, а также устранить недостатки и проблемы существующей системы мониторинга.

## Список публикаций студента

1. Жигулина, А. В. Современное состояние и проблемы мониторинга поверхностных водных объектов г. Томска / А. В. Жигулина; науч. рук. О. Б. Назаренко // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов X Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых, 9-11 ноября 2021 г., г. Томск. — Томск: Изд-во ТПУ, 2021. — [С. 39].

2. Жигулина, А. В. Проблемы современного мониторинга водных объектов / А. В. Жигулина; науч. рук. О. Б. Назаренко // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов XI Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых, 8-10 ноября 2022 г., г. Томск. — Томск: Изд-во ТПУ, 2022. — [С. 38].

## Список использованных источников

1. Каширо М.А. Влияние экологического состояния водных объектов на рекреационный потенциал городской территории (на примере г. Томска) // Вестник Томского государственного университета. – Томск, 2010. – № 333. – С. 177–180.
2. Жигулина, А. В. Современное состояние и проблемы мониторинга поверхностных водных объектов г. Томска / А. В. Жигулина; науч. рук. О. Б. Назаренко // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов X Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых, 9-11 ноября 2021 г., г. Томск. – Томск: Изд-во ТПУ, 2021. – С. 39.
3. Шабанов В.В., Маркин В.Н. Введение мониторинга водных объектов в современных условиях // М.: РГАУ-МСХА, 2015. - С. 151.
4. Экологический мониторинг: учебное пособие / Р.Н. Апкин, Е.А. Минакова. – 3-е изд., испр. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2017. – С. 127.
5. Лихачев, В.Г. Мониторинг водных ресурсов: проблемы и перспективы // Вестник МГУ, серия 11, том 5. - М.: 2017. - С. 126–131.
6. Левич А.П., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н. Теоретические и методические основы технологии регионального контроля природной среды по данным экологического мониторинга. - М.: НИА-Природа, 2004. - 271 с.
7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 3 "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».
8. Водные ресурсы Томской области.: Монография / О.Г. Савичев. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – 248 с. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000410528>

9. GoogleMap // URL:

<https://www.google.com/maps/search/%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%B0/@56.3624411,84.9355903,16729a,35y,37.4t/data=!3m1!1e3!5m1!1e4> (дата обращения: 30.04.2023).

10. Анализ исследований загрязнения воды на основе гиперспектральных данных с БПЛА // Gisproxima URL: [https://gisproxima.ru/analiz\\_issledovaniya\\_zagryazneniya\\_vody](https://gisproxima.ru/analiz_issledovaniya_zagryazneniya_vody) (дата обращения: 24.04.2023).

11. Сумачев А.Э., Банщикова Л.С. Прогнозирование гидрологических характеристик с использованием нейронных сетей // ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ труды III Всероссийской конференции. - СПб.: Химиздат, 2019. - С. 812–815.

12. Daliakopoulos IN, Coulibaly P, Tsanis IK. Groundwater level forecasting using artificial neural networks // Journal of Hydrology. - 2005. - №309(1). - С. 229-240.

13. Artificial intelligence for the prediction of water quality index in groundwater systems // SpringerLink URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40808-015-0063-9> (дата обращения: 30.04.2023).

14. Закон Российской Федерации "О водном положении" от 7 декабря 2011 № 416-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. - 2011 г. - с изм. и допол. в ред. от 19.12.2022.

15. ГОСТ Р 58556–2019 «Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций».

16. Беклов В. Н., Свинтухова Е. В. Прогнозирование загрязнения природных вод // Водный баланс и водоснабжение. – 2016. – Т.13. – № 4. – С. 359–373.

17. Попов С. Г., Воробьева Н. И., Корчагина Н. Д. Использование моделирования в прогнозировании качества природных вод // Экологическая химия. – 2016. – Т. 25. – № 1. – С. 20–30.

18. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области ОГБУ «Облкомприрода» О состоянии и охране окружающей среды Томской области // Государственный доклад. - Томск: - С. 117.

19. Методы поиска новых идей и решений [Текст]: Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. – "Методы менеджмента качества" №1 2003 – 41 с.
20. Функционально-стоимостный анализ. [Текст]: Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. – Экскурс в историю. "Методы менеджмента качества" №7 2002–19 с.
21. Основы функционально-стоимостного анализа. [Текст]: учебное пособие / Карпунин М.Г., Майданчик Б.И. – М.: Энергия, 1980–175 с.
22. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. [Текст]: учебно-методическое пособие / Видяев И.Г., Тухватулина Л.Р., Гаврикова Н.А. – Томск: ТПУ, 2014 – 62 с.
23. Управление проектами. [Текст]: учебное пособие / Мазур И.И., Шапиро В.Д., Ольдерогге Н.Г. – М.: Омега-Л, 2004 – 664 с
24. Федеральный закон "О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования" от 24.07.2009 N 212-ФЗ.
25. Управление проектами. Часть I. [Текст]: учебное пособие / Попова С.Н. – Томск: ТПУ, 2009. – 121 с.
26. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. [Текст]: учебно-методическое пособие / Видяев И.Г., Тухватулина Л.Р., Гаврикова Н.А. – Томск: ТПУ, 2014 – 62 с
27. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция), утверждено Министерством экономики РФ, Министерство финансов РФ № ВК 477 от 21.06.1999 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cfin.ru/> свободный – Загл. с экрана. Язык русский. Дата обращения 28.03.23 г
28. Федеральный закон от 30.12.2001 №197-ФЗ Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://base.garant.ru/>, свободный – Загл. с экрана. Язык русский. Дата обращения 25.03.2023 г.

29. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/ С.В. Белов, А.В. Ильицкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ.ред. С.В. Белова. 7-е изд., стер.-М.:Высш.шк., 2007. - 616 с.: ил.
30. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022)
31. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда"
32. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
33. ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения)
34. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
35. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности
36. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
37. СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение  
Актуализированная редакция.
38. ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) Вибрация.
39. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением № 1).
40. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
41. ГОСТ 12.1.010-76. Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования
42. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

43. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://base.garant.ru/>, свободный – Загл. с экрана. – Язык русский. Дата обращения 19.04.23 г.
44. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/>, свободный – Загл. с экрана. – Язык русский. Дата обращения: 18.04.23 г
45. "Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Руководство р 2.2.755-99" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 23.04.99)
46. ГОСТ 31953-2012. Вода. Определение нефтепродуктов методом газовой хроматографии.
47. ГОСТ 22567.14-93. Средства моющие синтетические. Вещества поверхностно-активные и мыла.
48. Охрана труда: разъяснения, новости, законодательство. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.protrud.com/>, свободный Загл. с экрана. Язык русский. Дата обращения 20.04.2023 г.
49. МЧС России: официальный сайт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.mchs.gov.ru/>, свободный – Загл. с экрана. Язык русский. Дата обращения 20.04.2023 г
50. "Санитарные правила при производстве и применении эпоксидных смол и материалов на их основе" (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 28.11.1989 N 5159-89).

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

### Analysis of the existing monitoring system of water bodies

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ11	Жигулина Алина Владимировна		

Консультант школы отделения (НОЦ):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Консультант – лингвист отделения (НОЦ) школы:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОИЯ	Устюжанина Анна Константиновна	к.филолог.н.		

# **1 ANALYSIS OF THE EXISTING MONITORING SYSTEM OF WATER BODIES**

## **1.1 Classification of water bodies**

Water bodies can be different in nature and origin. They are classified according to many parameters, such as size, shape, origin, chemical composition, environmental characteristics, etc.

Water bodies can be classified by size:

- small water bodies (include streams, brooks, rivulets, rivulets and other small watercourses);
- medium-sized water bodies (include rivers, lakes, ponds, reservoirs, etc.);
- large water bodies (include oceans and seas).

Water bodies can also be classified by shape into flowing and standing. Flowing water bodies are rivers and streams that have a certain direction of water movement. Standing water bodies are lakes, ponds, reservoirs that do not have a direct direction of water movement.

In addition, water bodies can be classified by origin:

- natural water bodies – watercourses, lakes, streams, seas, oceans, the formation of which occurs in natural conditions;
- artificial water bodies – reservoirs, ponds, channels that are created by man for various purposes, such as electricity generation, irrigation, drinking water supply, etc.

Thus, the types and classification of water bodies are important aspects of the study of ecology and management of water resources. The correct definition of the type of water body allows you to determine the necessary methods of monitoring, protection and restoration of natural ecosystems.

## **1.2 Objectives of the water monitoring system**

The monitoring system is one of the most important areas of environmental science and practice, which allows you to monitor and analyze changes in the state of the

environment and its components. Water bodies are no exception, since monitoring of water bodies is aimed at improving their condition and protecting aquatic ecosystems.

One of the main methods of monitoring water bodies is their hydrochemical analysis. Hydrochemical assessment of water includes the study of temperature, pH, biochemical oxygen consumption (BOD), chemical oxygen consumption (COD), nitrogen, phosphorus, iron, and other elements. Hydrochemical analysis makes it possible to assess the degree of water pollution and understand what measures need to be taken to reduce them and determine the degree of effectiveness of water protection measures.

Modern environmental monitoring is aimed at creating a basis for environmental protection and maintaining a highly productive system of interaction between man and nature.

The monitoring system for water bodies is designed to collect data and information about the current state, changes and dynamics of parameters related to the ecosystem, physico-chemical properties of water, biological productivity and other ecological and hydrological characteristics [1].

The main tasks of the monitoring system for water bodies can be described as follows:

1) water quality assessment: the monitoring system allows you to monitor the concentration of various water quality indicators, such as the content of organic and inorganic substances, heavy metals, microorganisms, and other parameters. These data are necessary to assess the compliance of the level of pollution of water bodies with regulatory requirements and to identify the causes of pollution sources.

2) mapping: the monitoring system allows for geographical mapping of surface and underground water bodies, on the basis of which it is possible to identify various changes in their condition, analyze the dynamics of changes in regional and local hydrological and geoecological conditions.

3) resource management: the monitoring system of water bodies is a tool for the assessment and management of water resources. These data can help to make decisions in the field of water supply management, capital construction, water consumption regulation and other important issues related to the efficient use of water resources.

4) forecasting: the monitoring system of water bodies allows you to build mathematical models and make forecasts of changes in various parameters (for example, water level, temperature, changes in biotic indicators). These forecasts are used to compare the results with existing norms and standards, monitor changes and prevent undesirable consequences.

5) environmental monitoring: the monitoring system for water bodies includes environmental analysis aimed at identifying and studying biological, ecological, and geochemical phenomena occurring in reservoirs and other water bodies [2].

The monitoring system for water bodies is of great importance for data collection and monitoring of the state of water resources. It is important to monitor regularly and at a sufficiently high level of accuracy. This will make it possible to effectively control the quality, dynamics and characteristics of water bodies and maintain their environmental sustainability at the local and global levels.

### **1.3 Classification of the monitoring system of water bodies**

The purpose of comprehensive monitoring is to combine various control programs in order to obtain a comprehensive assessment of the problem of environmental pollution. This monitoring is carried out within the framework of three types of programs, depending on the territorial coverage:

1) global monitoring, which covers most of the earth's surface and is aimed at tracking the processes of carbon dioxide and chlorofluorocarbons;

2) regional monitoring affecting neighboring groups of countries, for example, transboundary transport of pollutants through air and rivers, pollution of the seas, degeneration of tropical forests;

3) local monitoring, which covers relatively small areas, but can be carried out in various places. Examples include urban air pollution, pollution of natural water used for drinking, pollution of the natural environment with heavy metals and the disappearance of a layer of fertile soil.

It is also possible to classify systems by objects and methods of observation. Table 1 shows the main types and characteristics of existing monitoring systems.

Table 1 – Classification of monitoring systems

Class	Type	Purpose
According to the scale of generalization of information	Global	Tracking of global processes and phenomena in the Earth's biosphere, including all environmental components. Warning about emerging extreme situations.
By methods of conducting	National	Monitoring of processes and phenomena within the country, including all environmental components. Collecting and analyzing information, forecasting the state of the environment, warning about possible extreme situations.
	Regional	Tracking of processes and phenomena within a region where these processes and phenomena may differ in nature from the basic background characteristic of the biosphere.
	Local	Monitoring of anthropogenic impacts at the local level.
	Biological	Monitoring using bioindicators.
	Aviation	Carried out from airplanes, helicopters, etc. aircraft within the troposphere.
	Cosmic	Monitoring by means of space surveillance.
	Remote	A combination of aviation and space monitoring. Sometimes this concept includes monitoring the environment with the help of devices installed on the Ground, the readings of which are transmitted by long-distance transmission of information (by radio, via satellites, via computer networks).
By objects of observation	Monitoring of the environment and its objects: - atmosphere; - hydrosphere; - lithosphere.	Monitoring the state of the environment and warning about emerging critical situations that are harmful or dangerous to the health of people and other living organisms.
	Biological	Tracking biological objects, the presence of species, their condition, the appearance of random ingredients, etc.

#### 1.4 Regulatory and legal framework of water use

State environmental monitoring and production control are carried out on the basis of legislative documents:

- Federal Law "On Environmental Protection" dated 10.01.2002 No. 7-FZ;

- Federal Law "On the Protection of Atmospheric Air" dated 04.05.1999 No. 96-FZ (as amended on 11.06.2021);

- Federal Law "On Production and Consumption Waste" dated 06/24/1998 No. 89-FZ (as amended on 07/14/2022);

- Federal Law "On Environmental Expertise" dated 11/23/1995 No. 174-FZ;

- Federal Law "On Radiation Safety of the Population" dated 09.01.1996 No. 3-FZ (as amended on 11.06.2021);

- "Water Code of the Russian Federation" dated 03.06.2006 No. 74-FZ (as amended on 01.05.2022);

- laws and regulations of the subjects of the Russian Federation:

In accordance with Part 2 of Article 11 of the Water Code of the Russian Federation, on the basis of water use agreements, water bodies are provided for use for the purposes of:

- 1) withdrawal (withdrawal) of water resources from water bodies in accordance with Part 3 of Article 38 of the Water Code of the Russian Federation;

- 2) use of the water area of water bodies, unless otherwise provided by Part 3 and Part 4 of Article 11 of the Water Code of the Russian Federation;

- 3) production of electric energy without taking (withdrawal) of water resources from water bodies.

In accordance with Part 3 of Article 11 of the Water Code of the Russian Federation on the basis of decisions on the provision of water bodies for use, unless otherwise provided for in Part 2 and Part 4 of Article 11 of the Water Code of the Russian Federation, water bodies are provided for use for the purposes of:

- 1) ensuring the defense of the country and the security of the state;

- 2) wastewater discharge;

- 3) construction and reconstruction of hydraulic structures (GTS);

- 4) creation of stationary and mobile drilling platforms (installations), offshore stationary platforms and artificial islands;

- 5) construction and reconstruction of bridges, underwater crossings, pipelines and other linear objects, if such construction and reconstruction are associated with changes in the shores and bottom of surface water bodies;

- 6) exploration and mining;
- 7) carrying out blasting, dredging, drilling and other works related to changing the shores and bottom of surface water bodies, except for the cases provided for in Part 2 of Article 47 of the Water Code of the Russian Federation;
- 8) lifting of sunken ships;
- 9) wood alloy;
- 10) withdrawal of water resources from water bodies for land reclamation;
- 11) withdrawal of water resources from water bodies and wastewater discharge for fish farming.

### **1.5 Problems of the lake monitoring system**

The problems of the lake monitoring system may be as follows:

- 1) insufficient number of water sampling points: in some cases, monitoring is carried out only at one point, which may lead to inaccuracy in the assessment of water quality in the lake;
- 2) uneven frequency and frequency of monitoring: monitoring may not be carried out regularly or not in equal time intervals, which may lead to omission of changes in the quality of water in the lake;
- 3) lack of a comprehensive approach: monitoring can be limited to measuring only one parameter, for example, the level of pollution, while water quality depends on many factors;
- 4) low measurement accuracy: the use of outdated equipment or unskilled personnel may lead to measurement inaccuracy and distortion of monitoring results;
- 5) insufficient use of monitoring results: the data obtained may not be used to make decisions and develop measures to improve the quality of water in the lake;
- 6) lack of a single standard for water quality assessment: different countries and regions use different methods and international standards, which makes it difficult to compare data and assess the situation on a global scale;

7) lack of funding: monitoring of natural water resources is a long process that requires significant financial investments. However, often the resources allocated for monitoring are insufficient to ensure full-fledged analysis and obtain detailed data on the state of water resources. This problem leads to the fact that the data obtained during monitoring may not be accurate enough and do not give a complete picture of the state of water resources [3];

8) lack of control over the quality of equipment and personnel: insufficient control over equipment and personnel can lead to errors and distortion of monitoring results.

In general, the problems of monitoring natural water resources require additional attention and solutions to ensure the availability and quality of water resources in various regions of the world.

## **1.6 Methods of forecasting water quality**

Monitoring and forecasting the quality of natural water is an important task to protect it from pollution and improve the environmental situation in the regions. Many methods have been developed to study water systems and determine the physical, chemical, and biological parameters that affect water quality.

One of these methods is bioindication monitoring, which is based on the use of various types of biota to determine the quality of water in rivers, lakes and other water bodies. Examples of such individuals can be algae, fish and insects. They can serve as both an indicator of poor water quality and an indicator of its improvement.

Another method is the use of analytical tools to evaluate the chemical and biological components of water. For example, gas and liquid chromatography, spectrophotometry and electroanalysis make it possible to determine the content of various substances in water, such as microorganisms, pesticides, heavy metals and other indicators [4].

Currently, the use of mathematical models for predicting water quality is also gaining popularity. Prediction of water quality by modeling can be carried out using various tools and algorithms, such as artificial neural networks, regression models and geostatistical methods.

Recently, approaches to the use of artificial intelligence technologies in this area, which can give more accurate and effective predictions, have also been actively investigated. For example, neural network models and machine learning algorithms can be used to predict water quality indicators based on data collected in real time.

The choice of a method for predicting the quality of natural water depends on the goals and objectives of the study, as well as on the conditions in which the study takes place. However, despite the variety of methods, their goal is to protect and improve the quality of water resources.

### **1.6.1 Forecasting the state of surface and groundwater**

The development of forecasts and the assessment of the predicted state of the biosphere are an important component of monitoring. Ecological forecasting is aimed at achieving rational environmental quality management and can be applied on various scales of territories, including small ecosystems and the biosphere as a whole.

The forecast is based on data on the state of the natural environment in the present and the past, which are obtained during observations and analysis of the results of observations, as well as on the revealed patterns in the change in the state of the natural environment.

There are intuitive and formalized forecasting methods that are used depending on the complexity of the forecasting object. Intuitive methods can be individual and collective expert assessments. Formalized methods include extrapolation, system-structural, associative and methods of anticipatory information.

Methods of predictive extrapolation are based on the spread of past and present trends for the future development of the forecasting object. They show what state an object can come to in the future if its development is carried out at the same speed or acceleration as in the past. These methods are widely used in practice due to their simplicity, accessibility and not requiring a large statistical base for calculations.

The use of extrapolation methods in forecasting assumes compliance with two basic assumptions:

first, the main factors and trends of the past will continue to manifest in the future;  
secondly, the phenomenon under study will develop along a smooth trajectory that can be described mathematically. These assumptions are most often characteristic of economic processes.

To achieve high accuracy of the forecast, two factors must be taken into account: the period (period) of the forecast and the forecast base. The lead time is the time interval for which the forecast is being developed, and the forecast base is statistical information for previous years, on which calculations are based. To reduce the forecast error, the lead time should be at least  $1/3$  of the forecast base.

The forecast constructed using extrapolation methods should be evaluated by experts, and adjusted if necessary, taking into account the changing economic, political and other conditions in the country or city.

System-structural forecasting methods include methods of functional-hierarchical modeling, structural analogy and morphological analysis, and associative methods are based on the definition of independent variables that can serve to predict dependent variables.

Finally, advanced information methods are used to analyze information flows.

The development of a forecast of the state of the biosphere includes several main stages:

- 1) determination of the characteristics of the predicted object, formulation of goals, tasks, working hypotheses, selection of research methods and organization of work;
- 2) creation of the initial model of the object using system analysis.
- 3) collecting data on the forecast background;
- 4) construction of dynamic series of indicators for future forecast models by extrapolation methods;
- 5) creating a series of preliminary object models;
- 6) assessment of the reliability and accuracy of models (verification of forecasts).

The analysis of the state of the biosphere makes it possible to determine priority areas for combating negative manifestations. Forecasting allows you to create measures both to improve existing problems and to prevent negative effects that have not yet manifested

themselves. The forecast also makes it possible to identify problems that require special attention at the global and regional levels.

Analysis of forecast data can help to correct economic activity and optimize the interaction of human society and nature. Forecasting the state of the biosphere is an important tool for managing the quality of the natural environment.

To create a forecast of the impact of the object on the state of surface and groundwater in the area, it is necessary to determine the following parameters:

- characteristics of water bodies used for water supply or drainage of the projected object, including hydrological, hydrogeological and hydraulic data;
- the level of pollution of surface and groundwater at the present time;
- volumes of water consumption and sanitation associated with the projected object;
- location of water intakes and places where the wastewater of the facility is discharged;
- the volume of water consumption of other users in the area for a certain period of time;
- quantity, composition and characteristics of wastewater discharged, including the main pollutants, concentrations and hazard levels;
- location and characteristics of wastewater accumulators and other objects affecting the state of the aquatic environment;
- changes in the parameters of surface runoff in the zone of influence of the projected object;
- data on the amount and composition of wastewater discharged by other objects into watercourses and reservoirs in a given period of time, as well as the possible level of background pollution of water bodies;
- requirements for the water use regime in the area under consideration, established by the water supervisory authorities;
- requirements for users of water resources from the fish protection authorities.

When regulating the process of water use of water bodies, two more methods of assessing water quality are distinguished: the water management approach and the ecological approach (Fig. 1). The water management approach includes an assessment of

the possibility of water supply (municipal, industrial, agricultural), an assessment of the prospects of fisheries, and an assessment of recreational potential. Individual requirements for the quality of natural water are established for each type of water use. The ecological approach implies the establishment of quality indicators that ensure the preservation of natural ecosystems.

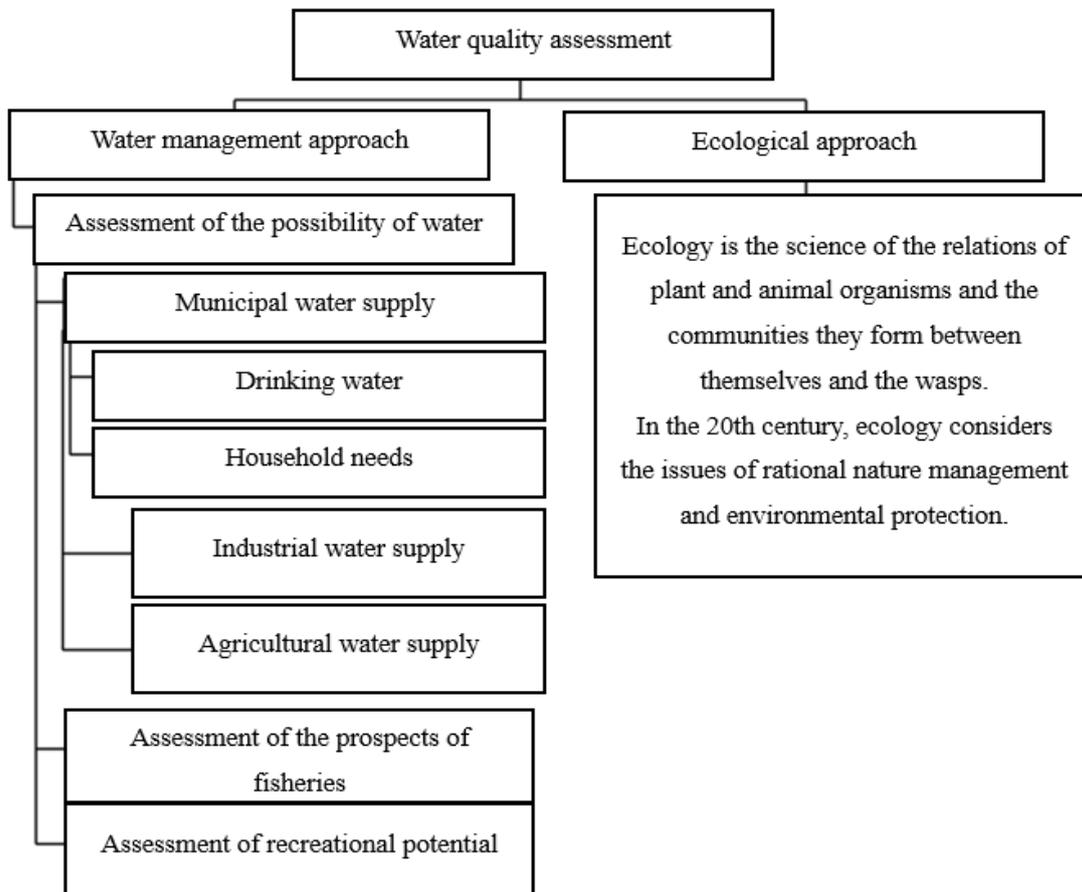


Figure 1 – Approaches to water quality assessment [5]

## **Bibliography**

1. Shabanov V.V., Markin V.N. Introduction of monitoring of water bodies in modern conditions // Moscow: RGAU-MSHA, 2015. - p. 151.
2. Environmental monitoring: textbook / R.N. Arkin, E.A. Minakova. – 3rd ed., ispr. – Kazan: Kazan State Energy University, 2017. – p. 127.
3. Likhachev, V.G. Monitoring of water resources: problems and prospects // Bulletin of Moscow State University, series 11, volume 5. - Moscow: 2017. - pp. 126-131.
4. Levich A.P., Bulgakov N.G., Maksimov V.N. Theoretical and methodological foundations of the technology of regional control of the natural environment according to environmental monitoring data. - Moscow: NIA-Nature, 2004. - 271 p.
5. GOST R 58556-2019 "Assessment of water quality of water bodies from ecological positions".