

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт природных ресурсов  
Направление подготовки Природообустройство и водопользование  
Кафедра Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА ГУСИНОГО КАК ИСТОЧНИКА ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. ГУСИНООЗЕРСКА (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)</b>

УДК 502.51(285):550.4(571.54)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ51	Батуева Эржена Мункуевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Наливайко Н.Г.	К.Г.-М.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шарф И.В.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Т.А.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
зав. кафедрой ГИГЭ	Гусева Н.В.	К.Г.-М.Н.		

Томск – 2017 г.

Таблица 1 - Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Использовать <i>фундаментальные</i> математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные <i>знания в области специализации</i> при осуществлении изысканий и <i>инновационных</i> проектов сооружения и реконструкции объектов	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ПК-1, ПК-2) Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P2	Ставить и решать научно-исследовательские и <i>инновационные</i> задачи инженерных изысканий для проектирования объектов природообустройства и водопользования <i>в условиях неопределенности</i> с использованием <i>глубоких фундаментальных и специальных</i>	Требования ФГОС ВПО (ОК-5, ОК-7, ПК-3, ПК-4, ПК-5) Критерий 5 АИОР (п.1.2), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P3	Выполнять <i>инновационные</i> проекты, эксплуатировать объекты природообустройства и водопользования с применением <i>фундаментальных</i> знаний и <i>оригинальных</i> методов для достижения <i>новых</i> результатов, обеспечивающих <i>конкурентные преимущества</i> в условиях <i>жестких</i> экономических, экологических, социальных и других	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ПК-6, ПК-8) Критерий 5 АИОР (п.1.3), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P4	<i>Разрабатывать</i> на основе <i>глубоких и принципиальных</i> знаний программы мониторинга объектов природообустройства и водопользования, мероприятия по снижению негативных последствий антропогенной деятельности в условиях <i>жестких</i> экономических, экологических, социальных и	Требования ФГОС ВПО (ОК-5, ОК-7, ПК-7) Критерий 5 АИОР (п.1.5), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P5	Планировать, организовывать и выполнять <i>исследования</i> антропогенного воздействия на компоненты природной среды, включая <i>критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности</i> с помощью <i>глубоких и принципиальных</i> знаний и	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ОК-7, ПК-9, ПК-10) Критерий 5 АИОР (п.1.4), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P6	Профессионально выбирать и использовать <i>инновационные</i> методы исследований, современное научное и техническое оборудование, программные средства для решения научно-исследовательских задач с учетом юридических аспектов защиты	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ПК-11, ПК-12, ПК-13) Критерий 5 АИОР (п.1.4, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Универсальные компетенции</i>		
P7	Использовать <i>глубокие</i> знания в области проектного <i>менеджмента</i> , находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области природообустройства, водопользования и охраны природной среды	Требования ФГОС ВПО (ОК-6, ОК-7, ПК-1, ПК-7) Критерий 5 АИОР (п.2.1, 2.4) согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P8	<i>Активно владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, включая разработку документации и презентацию результатов проектной и <i>инновационной</i> деятельности.	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-3, ОК-4). Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве <i>руководителя группы</i> , в том числе и <i>международной</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать <i>ответственность за работу коллектива</i> , готовность следовать профессиональной этике и нормам, <i>корпоративной культуре</i> организации	Требования ФГОС ВПО (ОК-4, ОК-5, ОК-6, ОК-7, ПК-1) Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P10	Демонстрировать <i>глубокое знание</i> правовых, социальных, экологических и культурных аспектов <i>инновационной</i> инженерной деятельности, <i>осведомленность</i> в вопросах безопасности жизнедеятельности, быть <i>компетентным</i> в вопросах <i>устойчивого</i>	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ПК-12). Критерий 5 АИОР (пп. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№
P11	<i>Самостоятельно</i> приобретать с помощью новых информационных технологий <i>знания и умения</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, ОК-2, ПК-3), Критерий 5 АИОР (пп. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов ЕШ-АСЕ и РЕА№

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) Природообустройство и водопользование  
 Кафедра Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации <small>(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)</small>
---

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ51	Батуева Эржена Мункуевна

Тема работы:

Эколого-геохимическое состояние озера Гусиное как источника водоснабжения г. Гусиноозерска (Республика Бурятия)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 24.03.2016 г. № 2321/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.17 г.
--	-------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Собственные исследования автора, специальная литература, материалы Министерства природных ресурсов РБ, Байкальского института природопользования, фондовые материалы, периодическая литература, нормативная литература, интернет-ресурсы.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Физико-географический очерк, аналитический обзор литературы, касающейся по тематике работы; геологическое строение и гидрогеологические условия; анализ техногенной нагрузки исследуемой территории; анализ водоснабжения и водоотведения, рассмотрение системы мер по снижению техногенной нагрузки на источник водоснабжения.
<b>Перечень графического материала</b> <small>(с точным указанием обязательных чертежей)</small>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схема расположения и характеристика района исследований</li> <li>2. Морфометрические показатели озера и схема расположения точек отбора</li> <li>3. Схема расположения техногенной нагрузки</li> <li>4. Характеристика химического состава воды озера Гусиное</li> <li>5. Микробиологический состав озера Гусиное</li> </ol>

	<b>6. Оценка эколого-геохимического состояния озера Гусиное</b>
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шарф И.В.
Социальная ответственность	Задорожная Т.А.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Гидрологические условия
Характеристика Гусиноозерского промышленного узла
Состояние изученности озера Гусиное
Объект исследования
Техногенная нагрузка на акваторию озера Гусиное

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	21.02.16 г.
---	-------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Наливайко Н.Г.	К.Г.-М.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ51	Батуева Эржена Мункуевна		

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа 108 страниц, 20 рисунка, 27 таблиц, 55 использованных источника, 7 приложений, 6 листов графического материала.

Ключевые слова: озеро, химический состав, микробиологический состав, анализ, экологическое состояние, загрязняющие вещества, водопотребление, водоснабжение, водоотведение, антропогенная и техногенная нагрузка.

Объект исследования: озеро Гусиное.

**Цель работы** - оценка эколого-геохимического состояния озера Гусиное как источника водоснабжения г. Гусиноозерска (Республика Бурятия).

Изучение химического и микробиологического состава выполнено с использованием различных методов анализа. Химический состав был выполнен в полевых условиях и в НПЦ «Вода». Микробиологический состав изучался в лаборатории микробиологии УНЦП «Вода».

В результате был определен химический и микробиологический состав воды озера и проведена эколого-геохимическая оценка.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word с применением программы Excel.

## **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

*Водопользование* - использование водных объектов для удовлетворения нужд населения и национальной экономики с изъятием и без изъятия вод.

*Водопотребление* - водопользование с изъятием воды из водных объектов или с забором воды из системы водоснабжения. Различают:

1) безвозвратное водопотребление; 2) водопотребление с частичным возвратом; 3) водопотребление с полным возвратом [2].

*Водоснабжение* - водоподготовка, транспортировка и подача питьевой или технической воды абонентам с использованием централизованных или нецентрализованных систем холодного водоснабжения (холодное водоснабжение) или приготовление, транспортировка и подача горячей воды абонентам с использованием централизованных или нецентрализованных систем горячего водоснабжения (горячее водоснабжение).

*Водоотведение* - прием, транспортировка и очистка сточных вод с использованием централизованной системы водоотведения.

*Водоподготовка* - обработка воды, обеспечивающая ее использование в качестве питьевой или технической воды.

*Прямоточная система водоснабжения* - это система водоснабжения, при которой вода из заводского водопровода, скважины, реки или озера однократно подается насосами для охлаждения компрессоров, а также охлаждения сжатого воздуха в промежуточных и конечных холодильниках и затем спускается в канализацию или обратно возвращается в реку или озеро.

*Оборотная система водоснабжения* при этой схеме отработанные воды, пройдя охлаждающие или очистные устройства, вновь направляются в производственный цикл. Предусматривается периодическое пополнение системы свежей водой для компенсации потерь. Используют при большом водопотреблении, особенно при дефиците воды и возможностях ее загрязнения.

*Повторная система водоснабжения* после завершения технологической операции в одном цехе отработанная вода без дополнительной очистки или обработки поступает в другой цех, где тоже обеспечивает выпуск продукции. Иногда возможно многократное использование воды в ряде цехов, после чего она в загрязненном виде поступает на очистные сооружения.

*Техногенная нагрузка* – это комплекс воздействий на природную среду, обусловленные деятельностью человека.

*Антропогенная нагрузка* – воздействие на окружающую среду в результате хозяйственной деятельности человека.

РБ – Республика Бурятия.

Минприроды РБ – Министерство природных ресурсов Республики Бурятия.

ЭЗПВ - эксплуатационные запасы подземных вод;

МППВ - месторождения пресных подземных вод;

ГРЭС – Государственная районная электростанция;

ВОС – водоочистная станция;

ПЛК – программный логический контролер;

ПДК – предельно-допустимая концентрация;

ПДС – предельно-допустимый сброс;

ГОСТ - Государственный стандарт;

СНиП – строительные нормы и правила;

СанПиН – Санитарные правила и нормы,

ИЗВ – индекс загрязнения воды.



Оглавление	
Введение.....	11
1 Физико–географическая характеристика исследуемой территории .....	13
1.1 Климат .....	15
1.2 Рельеф .....	16
1.3 Почвенный покров.....	17
1.4 Растительный покров .....	17
1.5 Гидрологические условия.....	19
2 Геологическое строение и гидрогеологические условия территории.....	23
2.1 Экзогенные геологические процессы.....	25
2.2 Полезные ископаемые.....	26
2.3 Гидрогеологические условия .....	28
3 Характеристика Гусиноозерского промышленного узла .....	31
4 Состояние изученности озера Гусиное .....	33
5 Объект исследования.....	37
6 Техногенная нагрузка на акваторию озера Гусиное .....	40
7 Водоснабжение и водоотведение Гусиноозерского промышленного узла	44
7.1 Водопотребление .....	44
7.2 Водоотведение .....	46
8 Общие методы исследования вод .....	49
8.1 Общая характеристика методов химического анализа.....	49
8.2 Методы микробиологического исследования вод .....	50
8.3 Методы экологического исследования .....	55
9 Эколого-геохимическое состояние озера Гусиное как источника водоснабжения.....	57
9.1 Химический состав исследуемого озера .....	57
9.2 Микробиологический состав исследуемого озера .....	60
10 Оценка эколого-геохимического состояния озера Гусиное.....	67
11 Финансовый менеджмент, ресурсоэффек-ть и ресурсосбережение .....	71
11.1 Основные расходы на материалы для проведения работ .....	71
11.2 Расчет затрат времени .....	72

11.3	Амортизация .....	74
11.4	Сметно-финансовый расчет (форма СМ-6) .....	74
11.5	Расчет сметной стоимости проекта .....	76
12	Социальная ответственность .....	78
12.1	Производственная безопасность .....	79
12.1.1	Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения .....	79
12.1.2	Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....	85
12.2	Экологическая безопасность .....	91
12.2.1	Охрана атмосферы.....	92
12.2.2	Охрана гидросферы.....	93
12.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	95
12.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	97
	Заключение .....	100
	Список публикаций студента.....	102
	Список использованных источников .....	104
	Приложение А – Раздел на английском языке .....	109
	Графические приложения	
	Лист 1 - Схема расположения и характеристика района исследований	
	Лист 2 - Морфометрические показатели озера и схема расположения точек отбора	
	Лист 3 - Объекты техногенной нагрузки	
	Лист 4 - Характеристика химического состава воды озера Гусиное	
	Лист 5 - Микробиологический состав воды озер Гусиное	
	Лист 6 - Оценка эколого-геохимического состояния озера Гусиное	

## **Введение**

Обеспечение населения чистой питьевой водой во всем мире является актуальной и приоритетной проблемой. Решение проблемы во многом зависит от обеспеченности водными ресурсами, пригодными для организации хозяйственно-бытового водоснабжения, наличие технического состояния существующих систем добычи, подготовки и подачи воды, экономических возможностей и механизмов удовлетворения потребностей населения.

Селенгинский район, центром которого является г. Гусиноозерск относится к территориям достаточно высокой обеспеченностью ресурсами поверхностных вод, но практически не имеет источников водоснабжения хорошего качества. Гусиноозерск развитый промышленный центр – промышленный узел, в состав которого входят Гусиноозерский ГРЭС, угольный разрез, п. Гусиное озеро и г. Гусиноозерск. Единственным источником водоснабжения всех предприятий и населения города является Гусиное озеро. Оно же является приемником сточных вод этих же предприятий и жилищно-коммунального сектора. Из этого следует, что основным фактором формирования химического состава воды озера является техногенные объекты. В результате в далеком прошлом кристально чистое озеро в настоящее время содержит большое количество загрязняющих веществ такие, как тяжелые металлы, органические и металлоорганические соединения, поверхностно-активные вещества, полиароматические углеводороды, а также микробиологическое загрязнение. По этой причине при использовании воды из озера Гусино для водоснабжения необходимо наибольшее внимание уделять водоподготовке для исключения загрязняющих компонентов. Поскольку озеро служит приемником сточных вод необходимо строжайшее соблюдение нормативов для сточных вод.

**Цель работы** - оценка эколого-геохимического состояния озера Гусиное как источника водоснабжения г. Гусиноозерска.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. изучить физико-географические характеристики территории расположения объекта исследований;
2. изучить геологическое строение и гидрогеологические условия территории;
3. провести комплексное изучение химического и микробиологического состава воды озера;
4. выявить характер и степень техногенной нагрузки;
5. выявить загрязняющие компоненты химического и микробиологического характера;
6. дать оценку эколого-геохимического состояния озера, как источника водоснабжения;
7. предложить пути решения проблемы.

**Объектом исследования** является озеро Гусиное, а предметом научного исследования эколого-геохимическое состояние.

#### **Научная и практическая новизна.**

Несмотря на большой интерес различных научных коллективов к озеру Гусиное, впервые был проведено комплексное изучение химического и микробиологического состава, выявлен обширный круг физиологических групп бактерий, участвующих в процессе самоочищения экосистемы озера и являющимися индикаторами различных видов техногенного загрязнения.

Полученные данные могут быть использованы экологическими службами при использовании водных ресурсов озера и его окрестностей.

## **1 Физико–географическая характеристика исследуемой территории**

Гусиноозерский промышленный узел включает в себя г. Гусиноозерск, Холбольджинский угольный разрез, Гусиноозерскую ГРЭС и поселок Гусиное озеро.

Административным центром является город Гусиноозерск, который расположен в южной части Республики Бурятия, на северо-восточном берегу озера Гусиное. Центральная часть города располагается на юго-западных степных увалах хребта Моностой Селенгинского среднегорья, полого опускающихся к берегу Гусино озера и к приустьевой пойме речки Загустай. Часть города, примыкающая к озеру, застроена в основном домами частного сектора. За рекой Загустай расположена Гусиноозёрская ГРЭС, станция Загустай и посёлок Заозёрный.

Поселок возник в 1939 как посёлок Шахты в связи с разработкой месторождения бурого угля, в 1953 преобразован в город и назван Гусиноозёрск по озеру Гусиное, на берегу которого он расположен. Название озера связано с тем, что в прошлом оно было излюбленным местом гнездования гусей, с 1961 года является административным центром Селенгинского района Республики Бурятия [24].

Удаленность от столицы Республики Бурятия города Улан-Удэ 112 км. В городе проживает по данным статистики 26,3 тыс. человек 56,6% от общей численности Селенгинского района, сосредоточено 97% промышленного потенциала Селенгинского района, вклад города в налоговый потенциал района составляет 85%.

В настоящее время площадь города Гусиноозерска составляет 1293 га земли, из них промышленной и коммунально-складской застройкой занято 350 га; под индивидуальное жилищное строительство и личное подсобное хозяйство отведено 480 га. Почти все одноэтажные жилые дома с приусадебными участками находятся в частной собственности. Многоэтажная жилая застройка занимает 264 га. Территория, занятая кварталами

многоэтажной жилой застройки различной степени физического износа, используется достаточно эффективно. Объекты соцкультбыта размещаются в центральных кварталах города. Связь города с центром Республики осуществляется по автомобильной дороге с асфальтовым покрытием и по железной дороге [24].

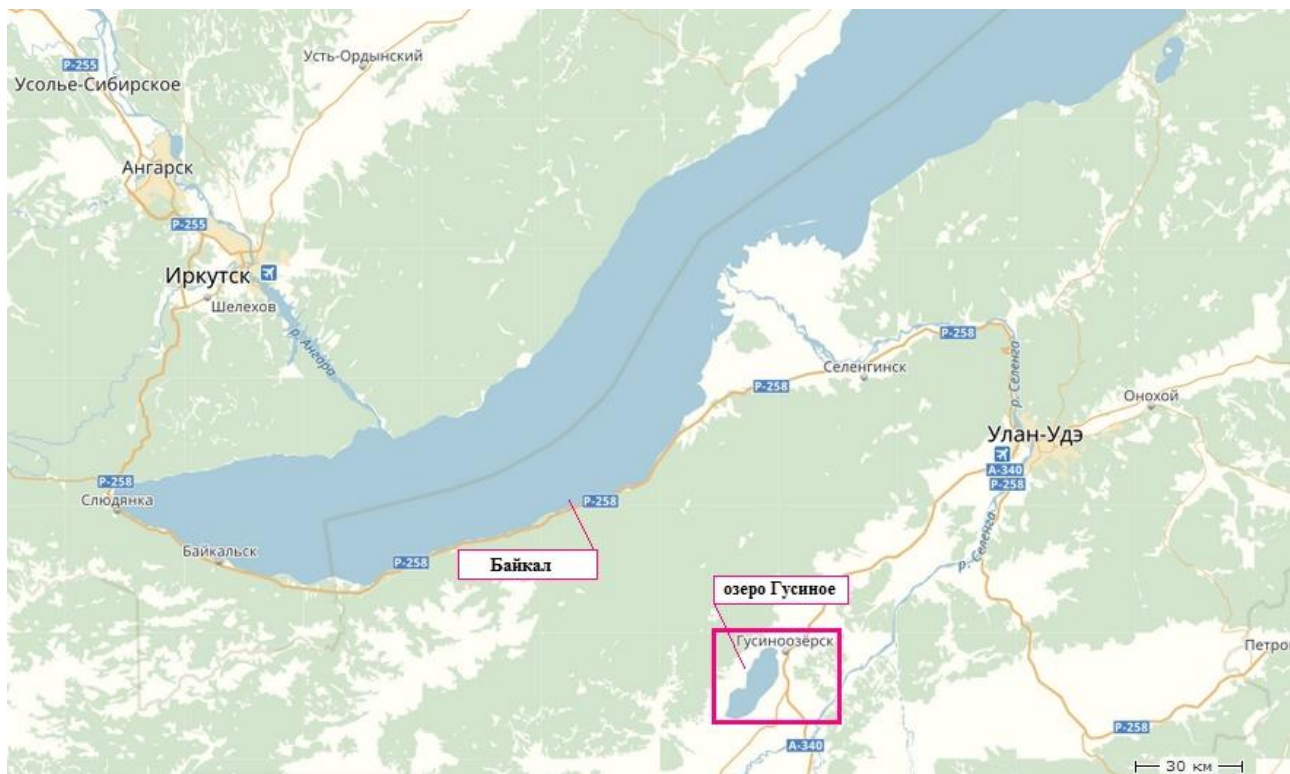


Рисунок 1 – Физико – географическое положение г. Гусиноозерска [32]

До ближайшей железнодорожной станции Загустай - 8 км. Связь между станцией и городом осуществляется маршрутным автобусом.

Селенгинский район занимает степную юго-западную часть Гусино-Удинской котловины.

Район был образован 12 декабря 1923 года декретом ВЦИК. Площадь района составляет 8269 км<sup>2</sup>. Район граничит с севера Иволгинским районом, с севера - запада с Кабанским районом, с юго - запада Джидинским районом, с юга Кяхтинским районом, с востока Тарбагатайским и Мухоршибирским районами. Южная часть района сильно изрезана полноводной Селенгой и ее притоками - реками Чикой и Хилок.

По территории района проходит федеральная автотрасса «Улан – Удэ – Кяхта» и Восточно–Сибирская железная дорога в сопредельное государство – Республика Монголия [24].

### **1.1 Климат**

Климат района резко континентальный, с большими амплитудами колебания температуры не только годовой, но также и суточной, малым количеством атмосферных осадков в течение года. Среднегодовая температура - 1,6 °С. Максимальная температура воздуха в июле +40 °С, минимальная в январе - 48 °С. Безморозный период длится 85–115 дней. Последние заморозки в последней декаде мая, первые в середине сентября.

Среднегодовое и среднемесячное количество осадков – 250 мм сильно колеблется по годам, следствием чего являются довольно частые весенние засухи.

Зима - холодная, продолжительная. Мощность снежного покрова невелика и в среднем не достигает 20 см, а иногда снег вовсе отсутствует вследствие перераспределения ветром.

Весенний период связан с прекращением устойчивых морозов и завершается устойчивым переходом температуры через +10 °С. Среднее количество осадков - 25 мм, большая часть которых выпадает в мае (20 мм), число дней с осадками до 10.

Лето - жаркое, короткое. Максимальная температура в июле +40 °С, средняя + 17-20 °С. Основная сумма осадков (92%) выпадает летом. В среднем за этот сезон их выпадает 173 мм. Во вторую половину лета выпадает до 60-70 % годового количества осадков, которые в среднем составляют 200-360 мм, что связано с циклонической деятельностью. Дожди нередко носят ливневый характер, вызывая подъем уровня воды в реках и формирование паводков.

Осень непродолжительная и начинается со средней даты первого заморозка и длится около 1,5-2,0 месяцев. В связи с преобладанием антициклональной обстановки, начиная с первой декады сентября, происходит

быстрое уменьшение повторяемости теплой погоды и сокращается количество выпадающих осадков. Во второй половине октября, хотя дневные температуры еще обычно выше 0 °С, синоптические процессы все более принимают зимний характер. Средняя температура воздуха в сентябре +9,4 °С, октябре +0,3 °С.

По количеству выпадающих осадков район относится к зоне недостаточного увлажнения. Особенно сильные ветры дуют в апреле - мае, которые вызывают эрозию на эрозионно-опасных землях.

Резкое колебание суточных и годовых температур, скудность и чрезвычайная неравномерность выпадения атмосферных осадков, сухая, холодная и ветреная весна, засушливая первая половина лета и холодная осень - основные климатические факторы, определяющие комплексное воздействие на произрастание сельскохозяйственных культур. Для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и обеспечения растущего животноводства кормами необходима организация сети ирригационных сооружений [19].

## **1.2 Рельеф**

На территории Гусиноозерского промышленного узла преобладает горностепной рельеф.

Западная граница Селенгинского района проходит по восточной подошве Хамар-Дабана, восточным склонам Хамбинского хребта и далее на юго-запад до границы с Монголией. Восточная граница этого района выходит за пределы Бурятии и прослеживается в Читинской области.

Водоразделы рек Селенги, Чикоя и Хилка представляют собой расчлененное низкогорье, где выделяются хребты Боргойский (восточный его отрезок), Базальтовый, Калинный, ориентированные преимущественно с юго-запада на северо-восток. Высотные отметки колеблются от 550 до 1200 м над уровнем моря. На межгорных впадинах особенно резки контрасты рельефа. Они обусловлены громадным размахом местных относительных высот, а также различием внутренней пластики самых горных хребтов и примыкающих к их подножьям озерно-аллювиальных равнин. Увалы и хребты прорезаны



небольшими горными речками, межувальными падами и представляют собой пологоволнистое плато с отдельными склонами [19].

### **1.3 Почвенный покров**

Распределение почв по территории Гусиноозерского района тесно связано с рельефом местности. Почвенный покров довольно однообразен. В связи с равнинностью рельефа не наблюдается большой пестроты почв. Преобладающими являются горные дерново-подзолистые, горные серые лесные, черноземы малогумусовые среднемощные восточносибирские, подзолисто-песчаные, каштановые и темно-каштановые, пойменные дерново-луговые, лугово-болотные, солонцы луговые.

Дерново-подзолистые и серые лесные почвы уступают по своему плодородию пойменно-луговым почвам и входят в группу земель среднего качества. Мощность их гумусового горизонта варьирует от 14 до 17 см [19].

### **1.4 Растительный покров**

На территории района растительность свойственна как горному ландшафту, так и долинному, почти равнинному. Это два основных определяющихся ландшафта в растительном покрове района.

Леса распространены почти по всей территории района, но наибольшие их площади сосредоточены в северной и западной частях. Сосновые леса с бедным травяным покровом, где пятнами встречаются лесная осока и вейник приурочены ко всем второстепенным хребтам и их склонам южного направления, на гольцах господствует кедровый стланец. Березовые леса с примесью сосны и осины являются вторичными и встречаются как временные типа после лесных пожаров. Травостой этих лесов богаче и представлен вейником, лесной геранью и различными видами лесных осок.

Таблица 1 – Изменение в лесном покрове в Гусиноозерской котловине [17]

Вид лесного покрова	1900 г., га	2015 г., га	Динамика, га
Лиственный лес	5164,2	2432	-2732,2
Хвойный лес	22823,0	25782,4	+2959,4

Из луговой растительности широкое распространение имеют лугово-мятликовые луга. Травостой их сложен мятликом луговым, клевером, осокой безжилковой, лапчаткой гусиной, хвощем и т.д. Лугово-мятличники используются как сенокосы и пастбища. По району встречается много различных кустарников: ива, дикая яблоня, боярышник, шиповник, черемуха.

Степи района имеют не сплошной характер, а как бы вкраплены в основной фон лесов, поэтому они получили название «островных степей». Основным фондом кормовых угодий района являются открытые степные пространства и луговые поймы многочисленных рек.

В целом, растительность изучаемой территории характеризуется значительной антропогенной нарушенностью. Лесные экосистемы, помимо периодических пожаров и нелегальных рубок, также подвержены химическому загрязнению от выбросов Гусиноозерской ГРЭС. Сравнительный анализ материалов Гусиноозерской экспедиции 1927 г. показывает, что лесные ландшафты в тот период имели сходное распространение. Однако активная антропогенная деятельность за прошедшее столетие привела к значительному сокращению лесных ресурсов. В этом плане показательна динамика площади Ахурского леса, который ранее был единым контуром лесной растительности и спускался с хамбинского хребта до побережья Гусинового озера. На сегодняшний день Ахурский лес расчленен на небольшие участки вследствие вырубок и преобразования ландшафта окружающей территории дислокацией воинских подразделений. Прогноз будущих климатических изменений показывает, что в дальнейшем возможно еще более значительное снижение флористического разнообразия лесов, которое наряду с человеческой деятельностью может привести к сокращению площадей, занятых лесами. Степные сообщества окрестностей Гусинового озера подвержены пастбищной дигрессии. Наиболее сухие и выпасаемые варианты степей характеризуются низкой видовой насыщенностью (в среднем 10-14 видов на 100 кв. м). Практически все участки степей Гусиноозерской котловины подверглись антропогенному воздействию: разработка угля на холбольджинском угольном разрезе и на других угольных

шахтах, высокая рекреационная нагрузка в окрестностях Щучьего, Ягодного и Круглого озер, размещение воинских частей на западной части Гусинового озера и дальнейшие поисковые работы по извлечению боевых снарядов, строительство дороги до Тамчинского дацана и др. Проведенные исследования показывают, что, несмотря на активное хозяйственное освоение территории, здесь сохранилось довольно много редких видов растений (среди которых много степных видов). Поэтому организация постоянного мониторинга и охраны популяций этих редких растений должна стать приоритетной.



Рисунок 2 –Техногенно-измененная территория [41]

### **1.5 Гидрологические условия**

Гидрологическая изученность водных объектов в данном районе слабая, особенно малых рек и озер, болота практически не изучены [24].

Гидрологическая сеть Гусиноозерского промышленного узла представлена озером Гусиное, реками Загустай, Цаган-Гол, Баян - гол, Темник и множество других мелких рек и речушек. Для гидрологических условий характерна взаимосвязь поверхностных вод с подземными водами, приуроченных к мощной толще четвертичных отложений.

В межгорных понижениях долины широкие, течение рек спокойное, уклоны небольшие. Реки блуждают по долине и разветвляются на рукава и протоки. В таких участках долин много старичных озер. Такими реками являются полноводные правые притоки Селенги – Чикой, Хилок, Уда.

Цаган-Гол - крупнейший приток Гусиного озера. Длина реки - 25 км. Является левым рукавом реки Темник, отходящим от основного русла у выхода в Гусиноозёрскую котловину в 30 км к северо-западу от места её впадения в р. Селенгу. Течёт вдоль юго-восточного подножия Хамбинского хребта по северо-западному краю Тамчинской равнины, где воды реки забираются в оросительные каналы, к северной её оконечности. В устье, имеющем название Бур-Холой - «горло», впадает в Гусиное озеро в черте одноимённого села.

Баян - гол - левый приток Селенги. Длина - 14 км. [19].

Вытекает из юго-восточной оконечности Гусиного озера в километре севернее улуса Цайдам, близ которого течёт 2,5 км в западном направлении сквозь мелководное заболоченное Цайдамское озеро, лежащее в 0,7 км к югу от Гусиного.

Выйдя из этого озера, поворачивает под прямым углом на юго-юго-восток и течёт в степной местности по восточному краю Тамчинской равнины вдоль западных пологих склонов среднегорного массива Тойон. В двух километрах от устья пересекается Джидинским трактом. Впадает в левую протоку реки Селенги— Холой.

Загустай берёт начало между горами Орюн (1353 м) и Хольжин-Жада (1351 м) на юго-восточном склоне водораздела Хамар-Дабана, вытекая из Загустайского болота. Течёт на протяжении 25 км как горный ручей в узкой пади, разделяющей Хамбинский и Солдатский хребты, где принимает все свои притоки. Длина 44 км, бассейн 382 км<sup>2</sup>. Выходя из Загустайской пади, река разделяется на несколько потоков, растекающихся по Загустайской долине северо-восточной части Гусиноозёрской котловины. Долина на протяжении полутора десятков километров зарегулирована многочисленными каналами и дренажными канавами. Основной водоток шириной 2 - 5 м течёт по болотистой

равнине, принимая спокойный характер. Река мелководна и переходима вброд. При впадении в Гусиное озеро образует болото, поросшее рогозом и другими водными растениями. Значительны паводки весной при таянии снегов в горах Хамар-Дабана, гасящиеся мелиоративной системой в долине.

Для многих рек территории характерны явления промерзания до дна, а также наледи или «кипения», связанные с морозами и вечной мерзлотой. Наледи сильно затрудняют движение транспорта по зимним дорогам, проходящим по льду рек. В период сильных летних паводков, образующихся от обильных дождей и позднего таяния снегов на вершинах высоких гор, многие реки выходят из берегов и причиняют большой ущерб. Причем наибольшее значение в питании рек межгорных понижений имеют дождевые воды. У горных рек все источники питания имеют примерно одинаковое значение. Грунтовые воды мало участвуют в питании рек из-за широкого распространения кристаллических пород, где отсутствуют пластовые водоносные горизонты, наличия островной многолетней мерзлоты, а также глубокого сезонного промерзания [19].

Вода рек и озер изученной территории используются в целях ирригации. Основным источником питьевого водоснабжения в населенных пунктах служат шахтные колодцы глубиной от 2 до 7 метров.

Таблица 2 – Морфометрические характеристики основных притоков озера Гусиное [17]

Река	Длина реки, км, 1927 г.	Длина реки, км, 2015 г.	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>
Загустай	25	44	382
Ельник (в 1927 г. – Архур)	20	14	40,6
Барата (в 1927 г. – Бортой)	15	-	38,1
Сонгинэ (в 1927г. – Сангин)	10	-	33,8
Ацай	4	-	12,5
Сильвэ ( в 1927г. – Сельби)	30	-	51,6
Нарин-Горхон	6	-	36,2
Муртой	12	-	23,2
Цаган-гол	20	25	



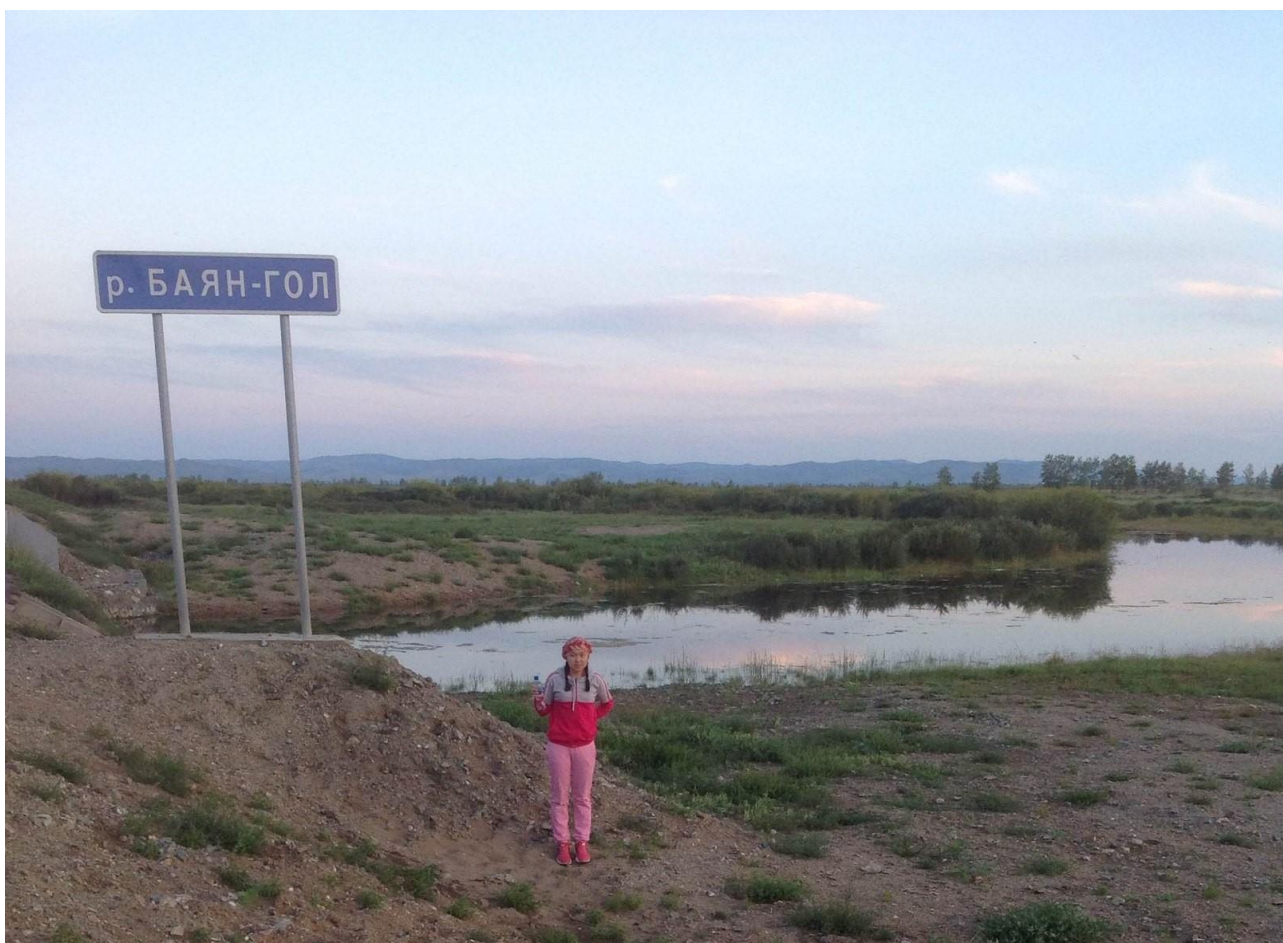


Рисунок 3 – Река Баян-Гол [41]

Во время полевых исследований 2016 года в августе зафиксировано впадение в озеро только из Ельника, Загустая и Цаган-гола, все остальные ручьи – пересохшие. Уменьшение числа рек и ручьев, впадающих в Гусиное озеро, можно объяснить климатическими изменениями на восточном склоне хамбинского хребта крайне неблагоприятными природно-климатическими флуктуациями (высокие температуры воздуха в летний период, аридизация) и вырубками леса и лесными пожарами в первой половине XX века.

## **2 Геологическое строение и гидрогеологические условия территории**

Бурятия - горная страна. Ее основными морфологическими единицами являются высокие плоскогорья, преобразованные в узком прибайкальском поясе в альпинотипные хребты, низкие плоскогорья, средневысотные горы и горные массивы и, наконец, межгорные впадины - от миниатюрных до гигантских, таких, как Байкальская.

Бурятия представляет собой геологически весьма неоднородную территорию. В нее входят разновозрастные структурные комплексы, глубоко отличные по составу, морфологии и геологической истории. Вместе с тем в них нет и вполне взаимоисключающих черт, таких, которые позволили бы решительно противопоставить отдельные районы друг другу в качестве, например, типичных платформенных и типичных геосинклинальных. Это и составляет одну из главных трудностей при попытках геологического районирования Бурятии. Территория последней образует (и это стало очень хорошо видно сейчас, после проведения систематических съемок в северо-восточных и северных районах страны) как бы внутреннюю часть, своего рода ядро, гигантского восточносибирского кристаллического массива с его характерными внешними структурными дугами - Витимо-Патомской и Южно-Байкальской.

Почти все комплексы (не менее 90 %) сложены кристаллическими породами, которые выходят на поверхность или покрыты рыхлым чехлом четвертичных отложений, метаморфические породы высшей степени метаморфизма слагают отдельные массивы или хребты.

Высоко и среднеметаморфизивные осадочные серии протерозоя, подразделяются на два или три комплекса, часто связано пространственно и генетически с архейскими массивами, но, кроме того, образуют крупные самостоятельные полосы и поля, вытянутые в широтном направлении. Крупнейшие площади структуры, сложенные протерозоем, тяготеют к полосе

байкалит, частично превращенных в нижнем поясе палеозое в моносинклинальную область байкальских каледонид.

Умеренно и слабо метаморфизированные терригенные, вулканогенные и карбонатные формации нижнего палеозоя, преимущественно нижнего кембрия, в многосинклинальной области каледонид тяготеют к узким полуизолированным прогибам, которые или наследовали байкальские прогибы, или примыкали к ним.

На складчатом байкальском каледонском основании в пределах Бурятии лежат толщи, частично (и условно) относящиеся к верхнему палеозою, главным образом - к нижнему и среднему мезозою. Мезозойские образования имеют континентальный генезис и представлены формациями межгорных впадин (вулканогенной, моласоидной, частично угленосной). Они распространены только в южных и западных районах республики, где повсеместно, но крайне неравномерно дислоцированы, а местами - на континентах с мезозойскими интрузиями и близ крупных разломов - заметно метаморфизированы.

Верхнемезозойские (нижнемеловые) континентальные, почти всегда угленосные отложения залегают в больших плоских межгорных впадинах, весьма многочисленных и рассеянных по всему Забайкалью [40].

Кайнозойские образования представлены палеогеновой обломочной толщей, известной только в двух изолированных районах (основание отложения дельты реки Селенги и в верховьях реки Уды), и неогеновой угленосной серией, развитой во впадинах байкальского типа - Южно-Байкальской, Тункинской и Баргузинской, а также маломощными отложениями с гиппариновой фауной, встречающимися в южных районах Бурятии. Разнообразные четвертичные отложения, главным образом средне - верхнеплейстоценовые пески, покрывают значительные площади в долинах рек и в межгорных впадинах.

Бурятия - страна изверженных пород, которые занимают едва ли не 50 % площадей всей республики. Их обилие, петрографическое и геологическое разнообразие, различное контактное воздействие на вмещающие породы,



связанная с интрузиями, геотермальная деятельность обусловили образование многочисленных рудопроявлений и месторождений на территории Бурятии (золото, молибден, вольфрам, железо, асбест, флюорит, графит и др.) [40].

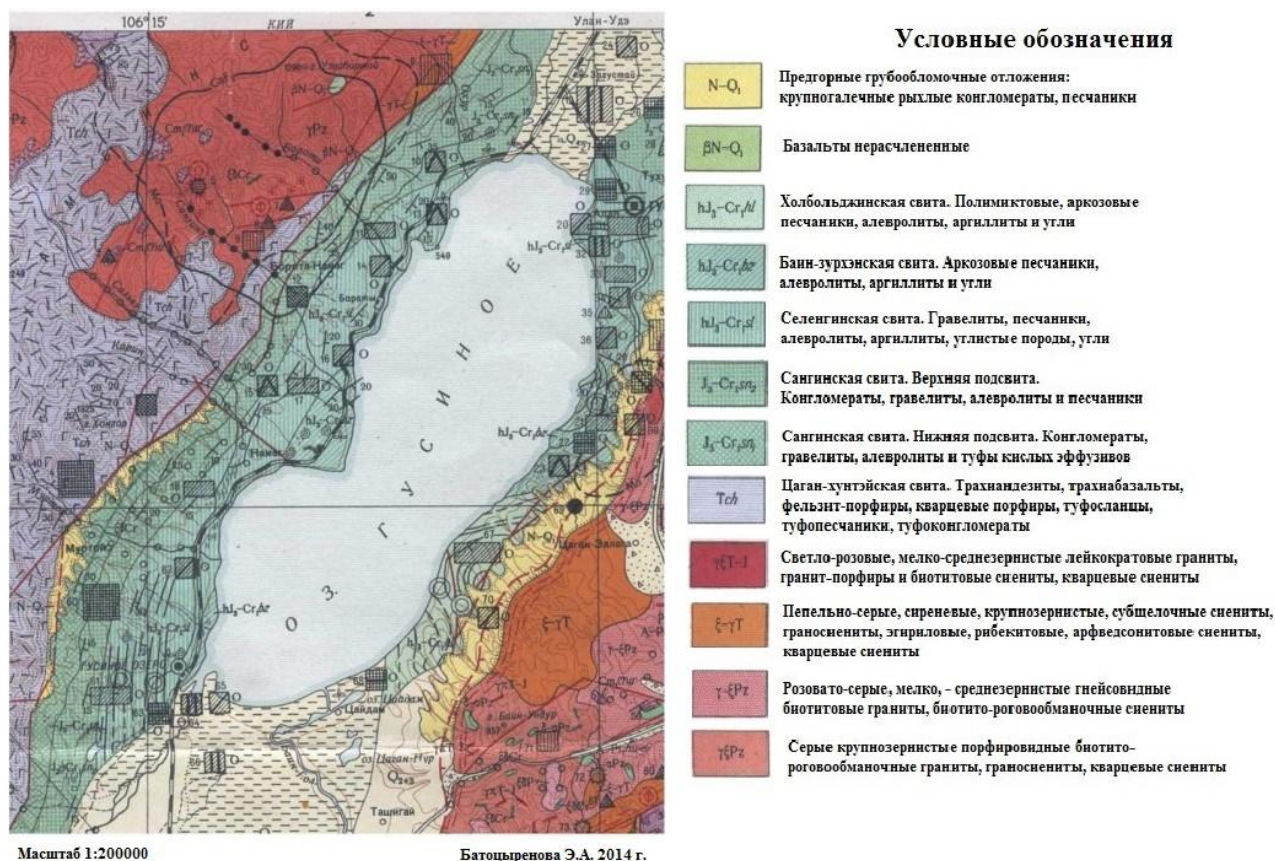


Рисунок 4 - Карта-схема геологического строения территории расположения озера Гусиное [24]

## 2.1 Экзогенные геологические процессы

Экзогенные геологические процессы широко представлены овражной эрозией. Многолетние стационарные наблюдения за процессами оврагообразования выполнялись в 2013 году на участке «Гусиноозерский». Участок «Гусиноозерский» оборудован на восточном побережье оз. Гусиное в 7 км юго-восточнее г. Гусинозерска. На участке прослеживается эрозионный процесс оврагообразования, который угрожает автодороге федерального значения А-165 Улан-Удэ - Кяхта (граница с Республикой Монголия). Наблюдения за процессами оврагообразования ведутся с 1994 г. Наибольшей эрозии подвержена восточная часть оврага. За период наблюдений в сторону

автомобильной дороги овраг увеличился на 1,4 м. Среднегодовая величина роста оврага составляет 0,06 м/год. Активное развитие овражной эрозии была отмечено в период 1995 и 2001 гг. (0,1 - 0,66 м). В последнее время активность значительно снизилась и в 2013 г. составила 0,05 м, что ниже прошлогодних значений. На рисунке 5 приведена иллюстрация процессов оврагообразования на наблюдательном участке «Гусиноозерский».



Рисунок 5 - Процесс оврагообразования на наблюдательном участке «Гусиноозерский» [41]

## **2.2 Полезные ископаемые**

Недра Республики Бурятия богаты разнообразными минеральными ресурсами.

В перечне общераспространенных полезных ископаемых, утвержденном, Министерством природных ресурсов РФ включены более 700 месторождений различных полезных ископаемых. В составе этих месторождений значительное место принадлежит месторождениям каменного и бурого угля.

Среди природных ресурсов изучаемого района особое место занимают бурые угли Гусиноозерского и Холбольджинского месторождения.



На данной территории присутствуют своеобразные породы - «Горелики», которые были хорошо изучены Н.А. Флоренсовым. «Горелики» представляют собой яшмовидные образования в местах подземных пожаров угольных пластов месторождения.

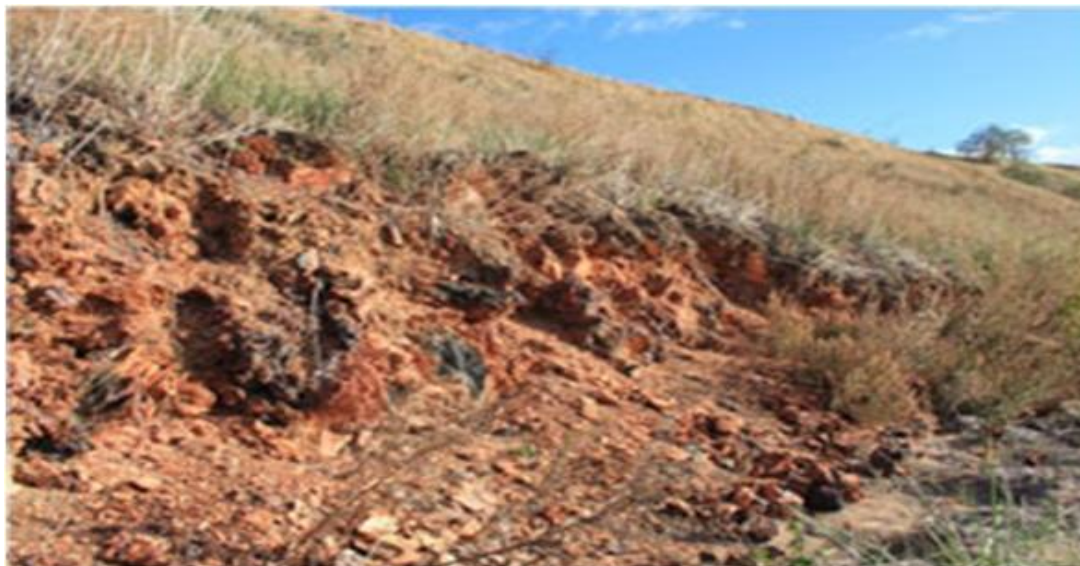


Рисунок 6 - Горизонт горелых пород в береговом обрыве озера [20]

Горелики довольно часто встречаются в виде локально развитых горизонтов пород мощностью 0,5-1,5 м, отдельных глыб размером до 1-2,5 м и тонких уплощенных галек на береговых пляжах восточного берега озера, но большую часть берегов занимают карьеры и терриконы.



Рисунок 7 - Отдельная глыба «яшмовидных» пород - «гореликов» [20]

В окрестностях г. Гусинозерска имеется и отрабатывается керамзитовое сырье для изготовления кирпича и керамических изделий.

В начале XX века А.Е. Ферсманом на берегах озера были найдены сапфирины и агаты, являющиеся документально подтвержденным. В минералогическом музее им А.Е. Ферсмана РАН имеется образец агата с привязкой его находки к Гусиному озеру. Образец представляет собой тонкополосчатый, с контрастными голубовато-красно-белыми цветами, он не похож ни на один из агатов, найденных на территории Бурятии. Так же в окрестностях находят халцедоны.



Рисунок 8 – Агат [18]

### 2.3 Гидрогеологические условия

Проблема водоснабжения г. Гусинозерск качественной питьевой водой за счет подземных источников существует уже более 40 лет. Первые попытки ее решения были предприняты в 60-х годах прошлого столетия, когда поисково-разведочными работами для оценки перспективных участков локализации пресных подземных вод в окрестностях города была охвачена площадь более 200 км. М.Х.Булычевой (1961) оценен инфильтрационный водозабор с расходом горизонтальной дрены (длина дрены 200 м) 7,2 тыс. м<sup>3</sup>/сут., заложенной в озерно-аллювиальных водоносных галечниках в пойме

оз. Гусиного. Участок водозабора расположен на северо-западном побережье озера на расстоянии 8-9 км от г. Гусиноозерск. А.Т. Афанасьевым (1967) разведаны эксплуатационные запасы подземных вод (ЭЗПВ) 3,3 тыс. м<sup>3</sup>/сут, локализованные на ограниченной площади в пределах распространения мелового водоносного комплекса в юго-восточном борту Гусиноозерского бассейна (участок «Каменный карьер», Моностойское месторождение пресных подземных вод). Но эти запасы не были вовлечены в промышленную эксплуатацию по ряду причин гидрогеологического и технико-экономического плана. Главные критерии, по которым определяется возможность использования подземных вод для питьевого водоснабжения - это количество их эксплуатационных запасов и защищенность от загрязнения с поверхности. Основными характеристиками при оценке ЭЗПВ являются естественные запасы и ресурсы продуктивного водоносного горизонта - привлекаемые ресурсы. Последние формируются непосредственно в процессе эксплуатации месторождения пресных подземных вод (МППВ) за счет усиления фильтрации из поверхностных источников, перетекания подземных вод из смежных водоносных горизонтов, поступления из соседних более водообильных блоков или водоносных зон [3, 22, 26]. Основными показателями защищенности подземных вод являются мощность и строение зоны аэрации, продуктивного водоносного горизонта, водоупорных слоев. Наименее защищенными являются грунтовые воды при неглубоком залегании их уровня, они легко подвергаются бактериальному (микробному), химическому, тепловому и прочим типам загрязнения [8, 36]. По этим критериям вышеуказанные МППВ не отвечают категории надежного источника питьевого водоснабжения. Маломощный (мощностью 5-10м) озерно-аллювиальный водоносный горизонт при глубине залегания уровня грунтовых вод 2-3м незащищен от проникновения загрязняющих веществ с поверхности, поэтому велика опасность его загрязнения не только химического, но и бактериального. Моностойское МППВ характеризуется достаточно высокой защищенностью, подземные воды

отвечают кондиции и могли бы использоваться без предварительной водоподготовки, но запасы и ресурсы их на этом участке ограничены.

В северо-западной части Гусиноозерского бассейна оценены два МППВ, связанные с меловым водоносным комплексом и локализованные на участках речных долин Загустая и Ельника. Но качество подземных вод этих водоносных комплексов не соответствует нормативам из-за высокого содержания фтора и железа.

В начале 90-х годов вновь был поставлен вопрос питьевого водоснабжения города за счет подземных вод и перспективным участком для организации водозабора признается МППВ «Ельник», характеризующееся более благоприятными гидрогеологическими и санитарно-экологическими условиями, чем Загустайское МППВ. Разведка МППВ «Ельник» начата в 1992 г. и до настоящего времени не завершена в связи с нецеленаправленным ведением работ и недостаточным их финансированием.

На современном этапе ставится вопрос о необходимости завершения разведки МППВ «Ельник». Это обусловлено следующими причинами: а) в целях охраны здоровья населения и предотвращения опасности развития разного рода заболеваний (инфекционных, вирусных, онкологических и т.д.), которые могут быть связаны с употреблением недоброкачественной воды, г. Гусиноозерск должен быть обеспечен надежным водозабором кондиционной воды; б) альтернативных этому месторождению источников воды питьевого качества в окрестностях города не существует; в) в центральной части месторождения уже пробурены три разведочно-эксплуатационные скважины, конструкция которых предусматривает их использование в качестве эксплуатационных скважин будущего водозабора, по существу, уже начато строительство водозабора, завершение которого зависит от финансирования.



### 3 Характеристика Гусиноозерского промышленного узла

На сегодняшний день город Гусиноозерск - единственный город и крупный центр на территории муниципального образования. Все остальные населённые пункты - сельские. Большинство населённых пунктов района расположено вдоль основной транспортной оси, которая ведет в г. Гусиноозерск.

Промышленность города Гусиноозёрска представлена 2 отраслями: электроэнергетика (ОАО «Гусиноозерская ГРЭС»), добыча бурого угля в разрезе Холбольджинский (9/10 добываемого в Бурятии угля).

Наличие в окрестностях Гусиноозерска богатых природных ресурсов и сложившиеся исторические условия, строительство нового градообразующего предприятия «Гусиноозерская ГРЭС», вывели город в один из наиболее промышленно развитых в республике.

Гусиноозерский промышленный узел является вторым после Улан-Удэнского по экономическому потенциалу, объему и масштабу воздействия на природную среду Республики Бурятия (рис. 9).

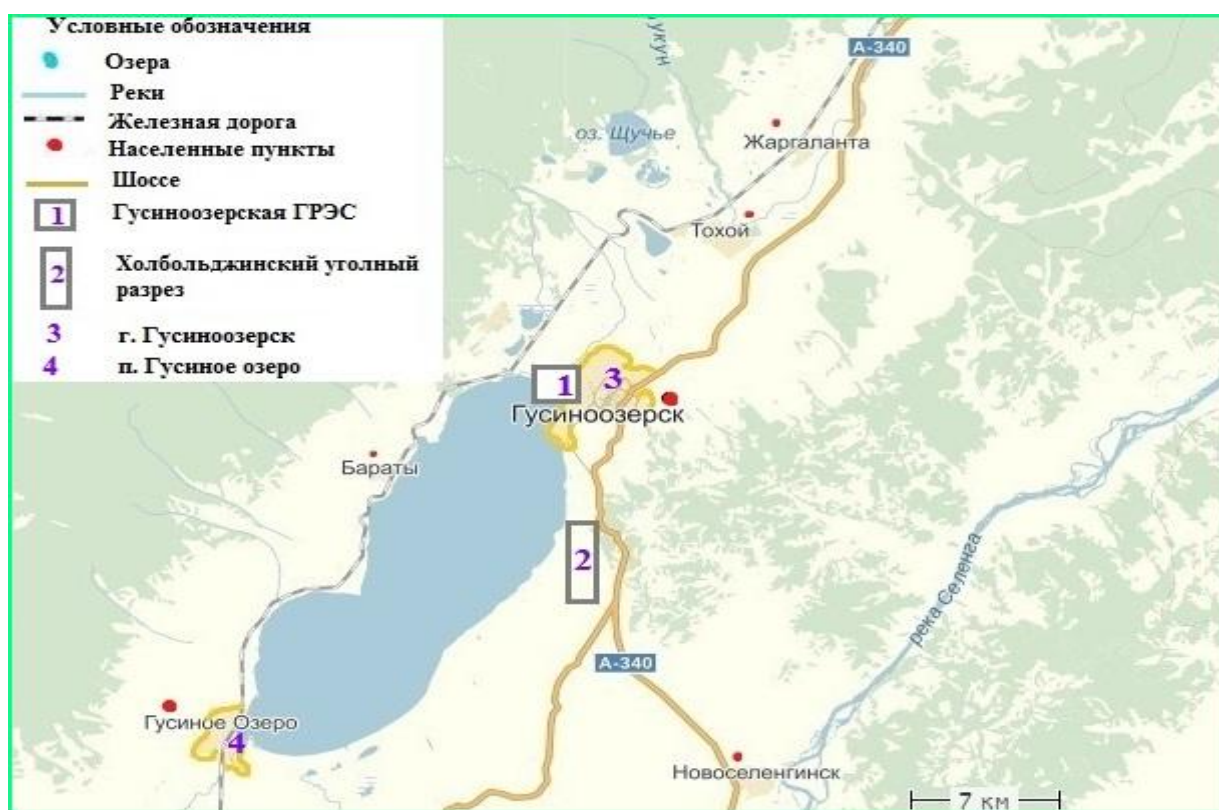


Рисунок 9 -Карта–схема Гусиноозерского промышленного узла [32]

В районе Гусиноозерского промышленного узла выделены следующие типы источников техногенного воздействия на геологическую среду: сельскохозяйственный, лесотехнический, промышленный, энергетический, горнодобывающий, транспортный, городской. Основные объекты-загрязнители в районе: Гусиноозерская ГРЭС, угольные разрезы, г. Гусиноозерск, п. Гусиное озеро [38].



#### 4 Состояние изученности озера Гусиное

Гусиное озеро до недавнего времени оставалось наименее изученным объектом Забайкалья. Первые химические анализы минеральных и поверхностных вод в этом регионе были выполнены ещё в 1770 году. В конце 19 столетия достаточно детально изучались расположенные неподалёку от Гусиного Селенгинские минеральные озёра. И только в 1930г. А.А. Захваткин выполнил 1-ый химический анализ вод Гусиного озера. В 1931г. его повторили известные гидрохимики Восточной Сибири А. П. Франк-Каменецкий и Н. М. Заксберг. В дальнейшем эпизодическое опробование производилось различными производственными организациями, научными и учебными учреждениями. Первое достаточно полное изучение гидрохимии озера было выполнено в 1965-1967г. кафедрой общей и неорганической химии Иркутского госуниверситета. Впоследствии неоднократных исследований учёных, специалистов разных учреждений и ведомств результаты исследований иногда были разными [5].

Петр Симон Паллас возглавлял в 1772 г. экспедицию Российской академии наук. Описание путешествия издано в Петербурге в 1773-1778 гг. в трех частях на немецком языке. О Бурятии сведения сгруппированы в 3-й части, книге 1-й под заглавием «Путешествие по различным провинциям Российского государства». Им описан переезд из Селенгинска в Верхнеудинск и Посольск мимо Гусиного озера и по Убукуну 3 и 4 июля 1772 г., упомянуты выходы кровянокрасного мергеля на берегу озера, подробно описано Селенгинское соленое озеро и выварка соли.

Иоган Сиверс участвовал в экспедиции, которая была послана Екатериной II в Сибирь с целью распространения сибирского ревеня (в то время – важнейший экспортный продукт). Письма Сиверса, написанные им во время сибирского путешествия, изданы в 1796 г. в Петербурге под заглавием «Письма из Сибири». В третьем письме автор указывает время и способ образования (вернее сильного увеличения) Гусиного озера вследствие прорыва р. Темника и перечисляет горные породы его берегов - охра и другие признаки

железных руд; плавиковый шпат в граните на ручье Убукун. В 1844 г. И.Ф. Штукенберг (Stuckenber, 1844) во втором томе своей подробной гидрографии Российской империи посвящает страницу Гусиному озеру и несколько слов – Селенгинскому соляному озеру. В 1852 г. И.С. Сельский (Сельский, 1852) подробно описывает Гусиное озеро, его берега, воды, флору и фауну берегов и воды, перечисляет речки, впадающие в озеро. Происхождение озера он объяснял действием подземного огня. Сельский упоминает выходы угля, квасцов, охр, глин, яшм, цеолитов, плавикового шпата, соли, кварца; описывает небольшое озеро между речками Загустай и Ахур с конической сопкой из соленой грязи с галькой, которую считает чем-то вроде грязевого вулкана. Интересно бурятское предание, сообщаемое автором, что некогда озера Щучье, Круглое, Камышевое и Черное составляли одно целое с Гусиным озером [17].

В 1852 г. Н.С. Щукин (Щукин, 1852) упоминает, что Гусиное озеро образовалось в половине XVIII века от прорыва Темника, а теперь убывает с каждым годом. В 1854 г. вышла анонимная статья «Гусиное озеро» в «Вестнике естественных наук».

Декабристом Николаем Александровичем Бестужевым совместно с врачом Петром Андреевичем Кельбергом. Подробно описываются Гусиное озеро, Убукунская долина с ее озерами и Селенгинский солеваренный завод; к описанию Гусиного озера приложена детальная схематическая карта. В 1861 г. Густав Радде кратко описывает свои экскурсии от Туркинских минеральных вод до Гусиного озера и из Верхнеудинска в Селенгинск. Зоолог посетил берега озера 14 сентября 1855 г. В 1863 г.

И.Д. Черский (Черский, 1882) совершил геологическую экскурсию по юго-западному Забайкалью от устья р. Селенги по почтовому тракту через Верхнеудинск и Селенгинск в Кяхту с боковым разъездом по берегам Гусиного озера. В 1889 г. Г.Ю. Стемпневский (Стемпневский, 1889) в статье «Соляные промыслы Восточной Сибири» подробно описывает Селенгинский солеваренный завод и расположенное возле него соленое озеро. Озеро это имело несколько названий: Селенгинское (в честь солеваренного завода),

Голдобина (в честь верхнеудинского купца-арендатора), сейчас же на карте обозначается как Соленое.

В 1895 г. учитель математики и естествознания Михаил Васильевич Лисовский (Лисовский, 1897) совершил экспедицию на Гусиное озеро, дал описание озера и его окрестностей, указал на обилие рыбы в нем. Также в его статье «Материалы для исследования фауны озер Западного Забайкалья» дается краткое описание Щучьего и Селенгинского соленого (на тот период оно было в аренде у купца Голдобина) озер. Описаны флора и фауна, величина, положение, характер и состав берегов, притоки, глубины.

В 1896 г. В.В. Птицын (Птицын, 1896) в своей книге «Селенгинская Даурия: очерки Забайкальского края» в числе прочего описывает Кяхтинский купеческий тракт по Удунге и Темнику. Весьма поэтично его описание Гусинового озера: « Ни одно место никогда не производило на меня впечатления такого приюта мира, покоя и молитвы, как Гусиноозерский дацан. Бывая там у хамбо-ламы ранней весной, когда огромное Гусиное озеро, только что освободившееся ото льда, покрывалось тысячными стадами прилетной водяной птицы, и день и ночь оглашавшей окружающую пустыню своими немолчными весенними гимнами, я по целым часам просиживал на берегах, любуясь этой картиной. Гуси, утки бесчисленных, не виданных мною пород, даже осторожные лебеди плавали и подплывали так близко, что даже такой охотник, как я, мог бить их целыми десятками. Но я знал, как это избиение неприятно будет моему старому и почтенному хозяину, как убежденному буддисту, считающему величайшим грехом умерщвление живых существ, поэтому я ни разу не решился воспользоваться своим ружьем и ограничился одним наблюдением» [17].

В 1899 г. В.А. Обручев (Обручев, 1899) в книге «Геологические исследования в юго-западной части Забайкальской области в 1897 г. представляет перечень маршрутов, орографический очерк хребтов Моностоя и хамбинского, Гусиноозерской котловины. Вдоль трассы строящегося Транссибирского железнодорожного пути под руководством «геолога Сибири»

начались исследования (1895–1898 гг.) с целью изучения геологии и полезных ископаемых [17].

В 1916 г. В.Б. Шостакович в «Отчете о поездке на Гусиное озеро» (Шостакович, 1916.) опубликовал результаты замеров глубин озера, температуры.

В 1930 г. Гусиное озеро исследовала экспедиция Академии наук. А.А. Захваткиным опубликованы в Докладах Академии наук статья «О периодических изменениях уровня и химизма Гусиного озера», а в Трудах Байкальской лимнологической станции – «Материалы по изучению озер Гусино-Убукунской группы». В течение лета 1930 года исследовано 10 озер Гусино-Убукунской группы: Гусиное, Щучье, Камышевое, Окуневое, Бага-хон-хор, Цайдам Северное и Южное, Цаган-Нор Большое и Малое и Селенгинское соленое. Впервые озера изучались гидрохимическими методами [17].

В настоящее время исследование эколого-геохимического состояния озера Гусиное ведется Байкальским институт природопользования СО РАН и другими учреждениями.

## 5 Объект исследования

Объектом исследования является озеро Гусиное, как основной источник водоснабжения г. Гусиноозерского промышленного узла.

Гусиноозерск - единственный из бурятских городов зависит от поверхностных вод.

Гусиное озеро - крупный водоем в Центральной Бурятии, примерно в 90-100 км от г. Улан-Удэ в направлении на юго-запад (рис. 10).

Озеро Гусиное является наиболее значимым в гидрологическом плане и наиболее важным в хозяйственном отношении водоемом в бассейне р. Селенги. Озеро представляет собой водоем, вытянутый с юго-запада на северо-восток, и имеет овально-почковидную форму. Берега местами обрывистые, особенно восточные, местами низкие и пологие, что характерно для западного, северного и южного побережий. Береговая линия имеет плавные очертания, местами усложняясь только песчаными косами и конусами выносов против устьев рек и несколькими неглубокими заливами в северо-западной и юго-западной частях. С северо-запада в озеро вдается широкий мыс Чана, который сужает озеро до 5 км.

Площадь водного зеркала составляет  $164 \text{ км}^2$ , средний многолетний объем водных масс –  $2,40 \text{ км}^3$  при средней глубине в 15 м. Максимальная глубина, равная 25 м, отмечается на расстоянии 2 км от юго-западного берега и занимает небольшое замкнутое понижение. Длина озера – около 25 км, максимальная ширина 8,5 км (табл. 3).

Чаша озера имеет корытообразную форму с двумя неравновеликими котловинами. Основная часть водных масс сосредоточена в западной, главной, котловине, дно которой представляет почти ровную поверхность. В котловине юго-восточной части озера сосредоточена примерно четвертая часть воды.

Берега озера принесли много открытий - захоронения костей ископаемых динозавров, обнаружение крупного месторождения угля, находки окаменелого дерева, стоянки древнего человека. Озеро было богато рыбой и до последнего времени существовали рыболовецкие бригады, развалины их станков

еще сохранились по берегам озера. Современный техногенный пейзаж неузнаваемо изменил облик озера.

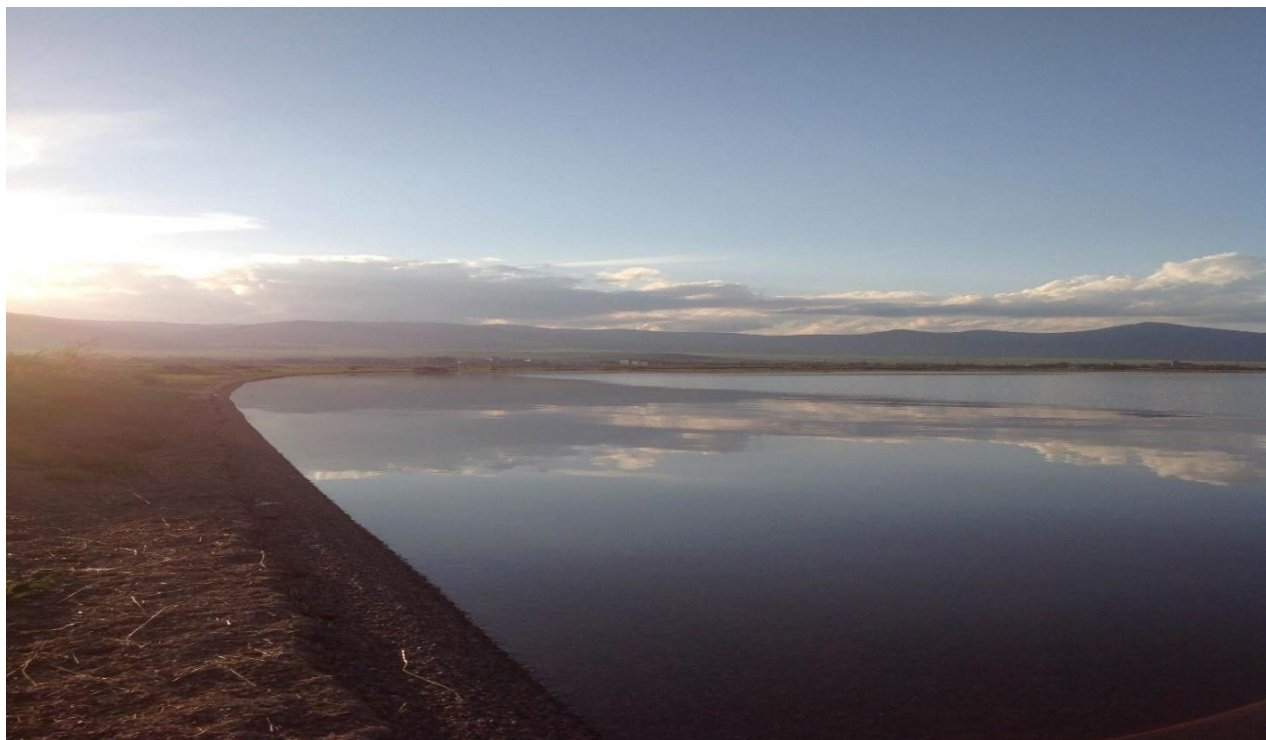


Рисунок 10 - Восточная сторона о. Гусиное [41]

Существовавшая с конца плиоцена достаточно разработанная Гусиноозерская долина, характеризовалась наличием многочисленных, но небольших стариц, оставшихся от меандрирующей в этой местности р. Селенги, русло которой постепенно смещалось к востоку. Наиболее крупные притоки, впадавшие в Селенгу - Темник и Загустай, выносили не только воды, но и значительное количество твердых осадков, что в дальнейшем отразилось на судьбе будущего озера.

В то же время достоверны факты колебания уровня и площади зеркала озера за длительный период наблюдений с 1700 г. по настоящее время. Если в 18 веке на месте озера было два небольших озерка, то в течение двух столетий в результате неоднократных наводнений перемычка между водоемами исчезла, и возникло Гусиное озеро. По мнению ученых, причиной колебаний уровней воды являются активные движения земной коры, обусловленные сейсмическими явлениями различной силы. В этих условиях внутригодовые и межгодовые колебания уровня озера требуют постоянного мониторинга

водности притоков и самого водоема, особенно в маловодные фазы гидрологических циклов [7].

Таблица 3 – Морфометрические характеристики озера Гусиное [17].

Показатель	Ед. измерения	Величина
Площадь зеркала, $s$	км <sup>2</sup>	164
Длина, $L$	км	24,8
Средняя ширина, $V_{\text{ср.}}$	км	6,65
Максимальная ширина, $V_{\text{макс}}$	км	8,50
Минимальная ширина, $V_{\text{мин.}}$		5,1
Коэффициент удлиненности $K_1=L/ V_{\text{ср}}$	-	3,7
Объем водной массы, $W$	км <sup>3</sup>	2,40
Средняя глубина, $H_{\text{ср.}}$	м	15
Наибольшая глубина, $H_{\text{наиб.}}$	м	28
Коэффициент емкости, $K_2=$ $H_{\text{ср.}}/ H_{\text{наиб.}}$	-	0,6
Коэффициент открытости, $K_3=S/ H_{\text{ср}}$	-	11
Площадь водосбора, $F$	км <sup>2</sup>	924
Удельный водосбор, $\Delta F=F/S$	-	5,6
Площадь литорали, $S_{\text{литор.}}$	%	6,3
Длина береговой линии, $I$	км	62
Многолетняя амплитуда колебаний уровня	м	0,83



## **6 Техногенная нагрузка на акваторию озера Гусиное**

В районе Гусиноозерского промышленного узла выделены следующие типы источников техногенного воздействия на геологическую среду: сельскохозяйственный, лесотехнический, промышленный, энергетический, горнодобывающий, транспортный, городской. Основные объекты-загрязнители в районе: Гусиноозерская ГРЭС, угольные разрезы, г. Гусиноозерск, п. Гусиное озеро [26].

Наиболее мощными и стабильными факторами техногенного воздействия на водные объекты являются различные отрасли промышленности - крупные потребители водных ресурсов. Именно промышленные предприятия становятся одними из главных источников загрязнения природных вод вследствие использования экологически грязных, водоемких и нерациональных технологических схем водопользования, несовершенных систем очистки сточных вод, неудовлетворительного технического состояния и низкого уровня эксплуатации промышленного оборудования, малых объемов безвозвратного водопотребления. В Гусиноозерске нет промышленных кластеров развития, крупные и мелкие промышленные предприятия рассредоточены по всей территории. В отраслевой структуре промышленности доминирующее положение занимают электроэнергетика, далее по масштабам производства следуют добыча полезных ископаемых [43].

Наибольшую техногенную нагрузку на Гусиное озеро создает крупнейшая в Республике Бурятия Гусиноозерская ГРЭС - филиал ОАО «ИНТЕР РАО – Электрогенерация» потребляет 86,65 % от суммарного водоотбора поверхностных вод Республики Бурятия [10].

Гусиноозерская ГРЭС - крупнейший загрязнитель озера, использующий прямоточную схему водоснабжения. Загрязнителями, связанными с функционированием ГРЭС, являются: теплые воды, поступающие после охлаждения агрегатов ГРЭС, промливневые стоки и воды золоотвалов.



Рисунок 11 – Гусиноозерская ГРЭС [41]

Большое количество воды озера Гусиное, забираемое на производственные нужды ГРЭС, расходуется на охлаждение теплообменных аппаратов электростанции. Использованные воды в подогретом состоянии поступают по открытому каналу в северо-восточную часть озера, вызывая периодически нарушения естественного температурного режима и воздействуя на многие природные процессы, состав и структуру биоценозов. Одним из негативных последствий такого теплового загрязнения является увеличение температуры воды в районе сбросного канала, уменьшение прозрачности воды, отсутствие ледяного покрова в зимний период времени [43].

Фильтрационная вода золоотвалов загрязняет воду озера взвешенными веществами, кремнием, алюминием и железом, и микроэлементами.

Большое влияние на экологическое состояние озера оказывают огромные массы атмосферных выбросов ГРЭС (в среднем 830 т/год), состоящие из золы, диоксида углерода, диоксида серы, оксида азота и бенз-а-пирена, которые, в конечном итоге, осаждаются на поверхность озера.

Воздействию ГРЭС подвержены не только поверхностные, но и подземные воды (табл. 4).

Таблица 4 – Ранжирование показателей загрязнения подземных вод на территории ГРЭС

№	Показатель	Количественная характеристика	СанПиН 2.1.4.1074-01	Превышение ПДК
1	Жесткость	21 мг-экв/л	7 мгл-экв/л	3 ПДК
2	Минерализация	2000мг/л	1000 мг/л	2 ПДК
3	Нитриты (NO <sub>2</sub> )	15 мг/л	3 мг/л	5 ПДК
4	Аммоний (NH <sub>4</sub> )	13 мг/л	2 мг/л	6,5 ПДК
5	Нефтепродукты	0,8 мг/л	0,1 мг/л	8 ПДК

Источниками загрязнения подземных вод являются промплощадка ГРЭС, золоотвалы, подсобное хозяйство ГРЭС. Подземные воды здесь загрязнены повсеместно нефтепродуктами (3-8 ПДК), имеют повышенную жесткость (до 3 ПДК) и минерализацию (до 2 ПДК). В химическом составе вод преобладают хлориды и натрий. В районе подсобного хозяйства подземные воды имеют высокую окисляемость и загрязнены азотистыми соединениями. Концентрация нитритов достигает 15 мг/л (ПДК - 3 мг/л) и аммония -13 мг/л (ПДК - 2 мг/л) [24].

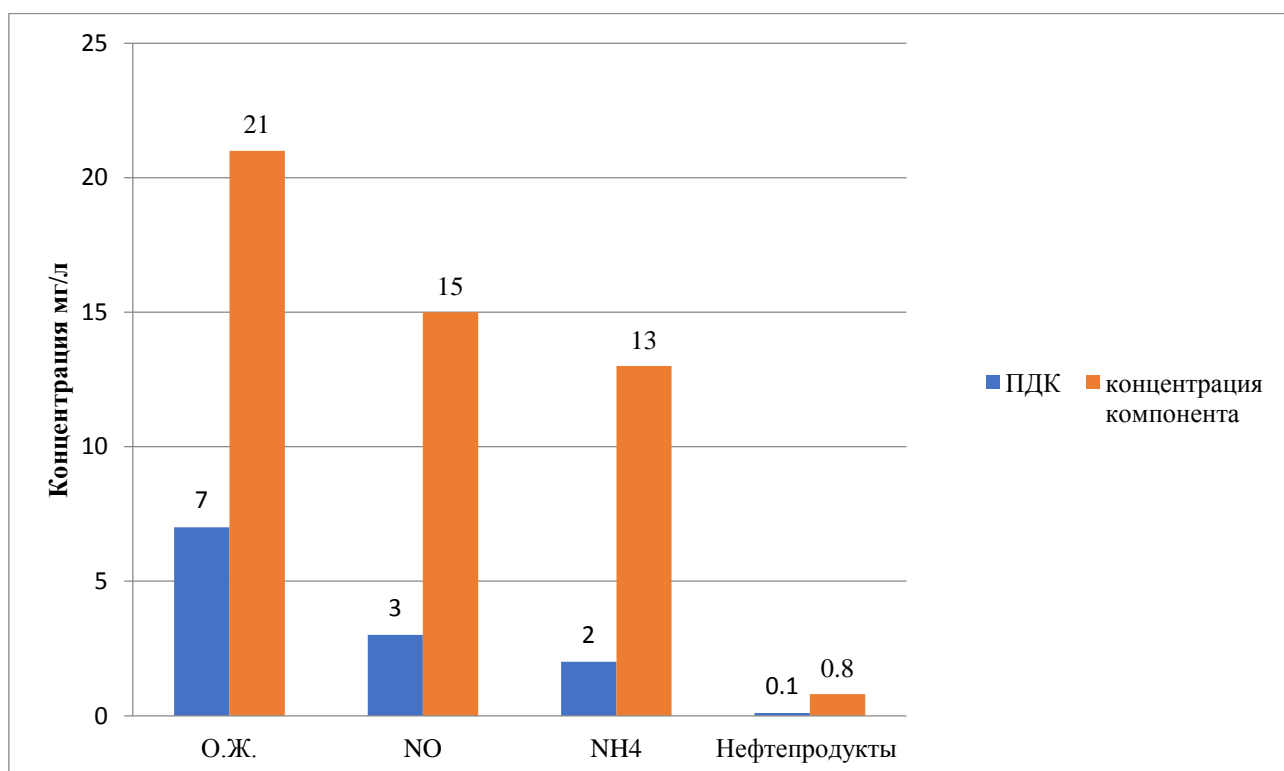


Рисунок 12 –Загрязняющие компоненты в подземных водах территории ГРЭС

Следующими по степени техногенной нагрузки является Хольбоджинский разрез с наработанными горными выработками и отвалами горных пород. Особую опасность для озера представляют шахтные кислые воды, губительно действующие на биоту. Далее г. Гусиноозерск с недостаточно очищенными сточными водами.



Рисунок 13 – Горные выработки Холбольджинского угольного разреза

Среднегодовое количество сброса шахтных вод составляет около 1 млн кубометров в год [5]. Вместе с шахтными водами в озеро поступает много взвешенных веществ, угольной пыли и нефтепродуктов.

## 7 Водоснабжение и водоотведение Гусиноозерского промышленного узла

Схема водопотребления и водоотведения представлена на рисунке 14.

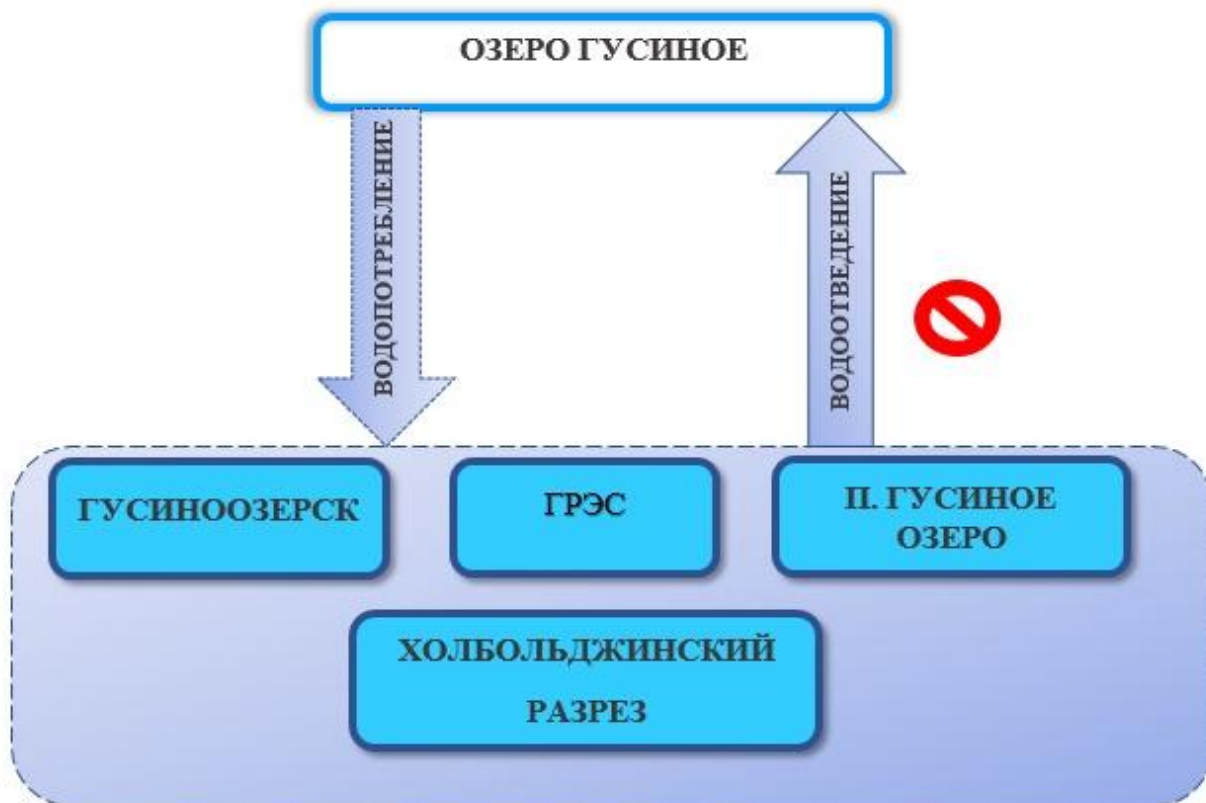


Рисунок 14 – Схема водопотребления и водоотведения

Основными водопотребителями являются население города Гусиноозерск, водоканал, предприятия, угольный разрез, Гусиноозерская ГРЭС. Основным и единственным источником воды является Гусиное озеро. Водоотведение осуществляется водоканалом, предприятия города, угольный разрез, Гусиноозерская ГРЭС. Приемником сточных вод является также Гусиное озеро.

### 7.1 Водопотребление

Основной источник водоснабжения - это Гусиное озеро, подземные воды не используются. Сельское поселение использует локально грунтовые воды.

Главным водопотребителем (86% водозабора) является Гусиноозерская ГРЭС [43]. Ежегодно на технологические нужды из озера отбирается около 480 млн м<sup>3</sup>. На собственные нужды ГРЭС забирается около 200 тыс. м<sup>3</sup> воды. В теплосеть города Гусиноозерск подается около 900 тыс. м<sup>3</sup>; потери незначительные составляют около 5 тыс. м<sup>3</sup>. Так же на хозяйственные нужды ГРЭС использует воду городского водопровода.

Большое количество воды забирает МУП «Горводоканал» г.Гусиноозерска - около 247,75 млн. м<sup>3</sup> воды.

Для орошений сельхозугодий п. Гусиное озеро отбирает воду из реки Цаган-Гол, которая является самым крупным притоком озера Гусиное. Для орошения земель поселок использует подводящие каналы.

По данным государственного учета вод на орошение сельхозугодий п. Гусиное озеро забрано из р. Цаган - Гол около 5 млн. м<sup>3</sup>.

Так как река является крупным притоком озера, то при потреблении большого количества воды из реки может существенно повлиять на уровень воды в озере (табл. 5) [10].

Таблица 5 - Структура водопотребления предприятий Гусиноозерского промышленного узла

Водопользователи	Количество забранной воды	Назначение	Источник водоснабжения
Гусиноозерская ГРЭС	480 млн м <sup>3</sup>	Для охлаждения агрегатов	Гусиное озеро
МУП «Горводоканал» г.Гусиноозерска	247, 75 млн. м <sup>3</sup>	На хозяйственно-питьевые нужды	Гусиное озеро
Поселок Гусиное озеро	5 млн.. м <sup>3</sup>	На орошение сельхозугодий из р. Цаган-Гол	Гусиное озеро



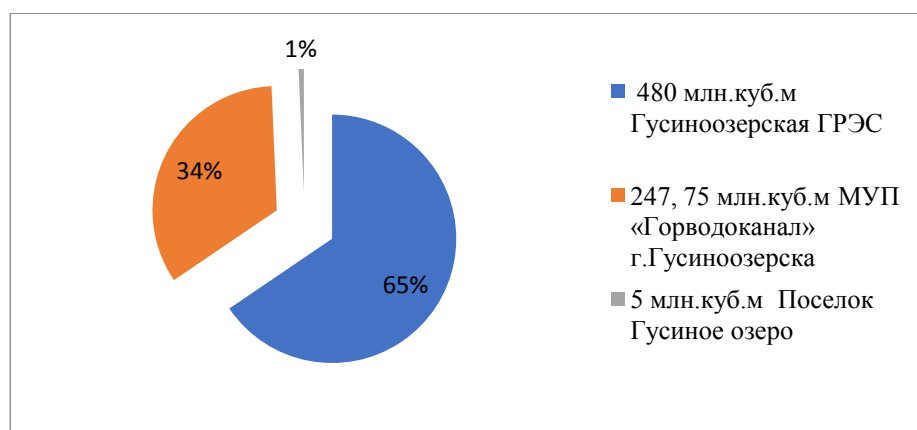


Рисунок 15 - Забор воды предприятиями Гусиноозерского промышленного узла

Водоотведение осуществляется водоканалом, предприятия города, угольный разрез, Гусиноозерская ГРЭС. Приемником сточных вод является также Гусиное озеро

## 7.2 Водоотведение

Несмотря на то, что озеро Гусиное является единственным источником хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения в районе, все образующиеся сточные воды на его водосборной площади сбрасываются в озеро.

Вода озера, используемая для охлаждения энергоагрегатов Гусиноозерской ГРЭС, с конденсаторов поступает в сифонный колодец и ПЛК, затем сбрасывается с измененными (67-72% водоотведения) характеристиками в количестве 450 млн м<sup>3</sup>. С золоотвала, находящегося в 1,5 км к северу от водоема, поступают фильтрационные воды (ориентировочно не менее 120 л/с).

Сточные воды ГРЭС, поступающие в озеро, по данным Бурятского центра гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, по компонентному составу характеризуются следующим образом: среднегодовая концентрация нефтепродуктов составляет 1,5 ПДК; фенолов – до 2 ПДК; железа – 3 ПДК; ионов меди – до 7 ПДК. Сброс недостаточно очищенных вод осуществляется с преобладанием нефтепродуктов. Кроме того, происходит тепловое загрязнение озера, поскольку Гусиноозерская ГРЭС использует озеро

в качестве водоема – охладителя. В зимнее время в зоне термального влияния ГРЭС образуются большие полыньи, а температура воды превышает фоновую в поверхностном слое на 13 – 14 °С, что выше биологического комплекса. Все это вызывает постепенную эвтрофикацию озера, зарастание его до дна зеленой водорослью, исчезновение холодолюбивых видов рыб и т.д. [6].

Загрязнение озера усугубляется и поступлением через речку Цаган-Гол стоков п. Гусиное озеро. В контрольном створе превышаются ПДК<sub>рыб</sub> по содержанию взвешенных веществ, БПК<sub>5</sub>, азота аммонийного и нитритного, СПАВ.

По данным государственного учета за 2014 г. сброс недостаточно очищенных сточных вод «Городводоканал» г. Гусиноозерска не соответствует допустимой концентрации по ПДС (предельно-допустимый сброс) по нефтепродуктам, биогенным элементам (азоту аммонийному, нитритному и фосфатам). В соответствии с результатами гидрохимического контроля влияние сброса сточных вод на оз. Гусиное прослеживается по биогенным элементам, сульфатам, хлоридам и составляет по меди 2ПДК, превышение ПДК по СПАВ, при норме - отсутствие. СБО не имеет сооружений доочистки сточных вод, проектом достижения ПДС предусмотрены водоохранные мероприятия по разработке проекта сооружений доочистки и согласованию его в установленном порядке.

В 2014 году в оз. Гусиное и в р. Цаган-Гол сброшено 242,61 млн. м<sup>3</sup> сточных вод, из них 241,65 млн. м<sup>3</sup> нормативно-чистых (без очистки) и 4,33 млн. м<sup>3</sup> недостаточно-очищенных сточных вод, при этом поступило в водные объекты 902,28 тонны загрязняющих веществ [36].

Согласно данным гидрохимического контроля за 2014 г. сброс недостаточно очищенных сточных вод п. Гусиное Озеро в р. Цаган-Гол превышает установленные нормативы ПДС и ВСС (временно согласованного сброса) по взвешенным веществам, органическим загрязнениям по БПК-5, биогенным элементам [24].



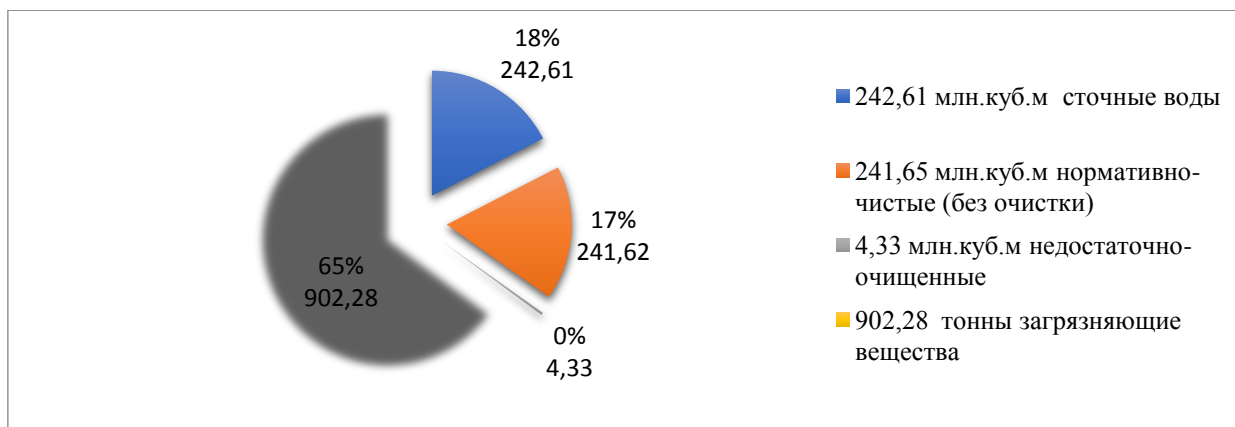


Рисунок 16 - Количество сброшенных вод за 2014 г.

Согласно данным гидрохимического контроля за 2014 г. сброс недостаточно очищенных сточных вод п. Гусиное Озеро в р. Цаган-Гол превышает установленные нормативы ПДС и ВСС (временно согласованного сброса) по взвешенным веществам, органическим загрязнениям по БПК-5, биогенным элементам [24].

Таблица 6 - Перечень компонентов, превышающие установленные нормативы для сточных вод

Предприятия и объекты	Компоненты, превышающие установленные нормативы
ГРЭС	Превышение установленных нормативов ПДС и ВСС по углероду, взвешенным веществам и комплексу тяжелых металлов.
п. Гусиное озеро	Превышение установленных нормативов ПДС и ВСС (временно согласованного сброса) по взвешенным веществам, органическим загрязнениям (по БПК-5), биогенным элементам
Предприятия г. Гусиноозерск: («Городводоканал», ОАО «Бурятэнерго» «Южные электрические сети», ООО «РТД Байкал»)	Превышение по нефтепродуктам, биогенным элементам (азот аммонийный, нитритный и фосфаты), СПАВам, сульфатам, хлоридам, меди, железа общего и величине рН.

Ситуация со сточными канализационными водами усугубляется и тем, что ряд предприятий г. Гусиноозерска допускают нарушения условий приема сточных вод в сети коммунальной канализации и превышают по содержанию меди, нефтепродуктов, железа общего и рН (табл. 6).

## 8 Общие методы исследования вод

### 8.1 Общая характеристика методов химического анализа

Химический анализ проб воды производили как в полевых условиях, так и лабораторных. Ведущие ионы (макрокомпоненты) анализировались по общепринятым методикам. Определение перманганатной окисляемости проводили по Кубелю, а показателя БПК<sub>5</sub> - по методу Винклера согласно требованиям ГОСТ 2761-84. В таблице 7 приведен перечень анализируемых характеристик воды и используемые при этом методики. Результаты анализов обрабатывали статистически с использованием компьютерной техники.

Таблица 7 – Методы анализа химического состава воды

№ п/п	Компонент	Метод анализа	
1	рН, ед. рН	ПФ	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97
2	НСО <sup>3-</sup> , мг/л	Т	ГОСТ 23268.3-78
3	СО <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	т	ГОСТ 23268.2-78
4	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	ФК	ГОСТ 4389-72
5	Сl <sup>-</sup> , мг/л	т	ГОСТ 4245-72,п.1
6	О.Ж., мг-экв/л	Т	ГОСТ 4151-72
7	Са <sup>2+</sup> , мг/л	Т	ГОСТ 23268.4-78
8	Mg <sup>2+</sup> , мг/л	Т	ГОСТ 23268.4-78
9	П. Ок., мгО <sub>2</sub> /л	Т	ПНД Ф 14.1:2:4.154-99
10	NO <sup>3-</sup> , мг/л	Ф	ГОСТ 18826-73
11	NO <sup>2-</sup> , мг/л	Ф	ГОСТ 4192-82
12	NH <sup>4+</sup> , мг/л	ФК	ГОСТ 4192-82
13	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , по Р мг/л	ФК	ГОСТ 18309-72
14	Fe <sub>общ</sub> , мг/л	ФК	ГОСТ 4011-72
15	Na <sup>+</sup> , мг/л	ПФ	ПНД Ф 14.1:2:4.138-98
16	Нефтепродукты	ФК	ПНД Ф 14.1:264.128-98
17	K <sup>+</sup> , мг/л	ФК	ПНД Ф 14.1:2:4.138-98

Рисунки 17, 18 демонстрируют условия полевых исследований химического состава озера Гусиное.



Рисунок 17, 18 – Полевые испытания на берегу озера Гусиное [41]

## 8.2 Методы микробиологического исследования вод

Микробиологическое опробование о. Гусиное было выполнено в зимнюю и летнюю межени. Воду отбирали в стерильные стеклянные флаконы с глубины 40-50 см, считая, что именно на этой глубине отражаются все процессы, происходящие как на дне, так и в поверхностном слое воды. Воду отбирали на различных участках с учетом техногенной нагрузки.

При исследовании микрофлоры озера Гусиное использовались классические методики, принятые в микробиологии [23]. В воде озера в соответствии с поставленными целями и задачами, выявляли различные физиологические группы микроорганизмов, используя жидкие и твердые селективные питательные среды.

В зимнюю межень для изучения были выбраны две точки акватории. В северо-восточной части озера сосредоточены наиболее масштабные источники техногенной нагрузки: ГРЭС и город Гусиноозерск (точка отбора № 1). Юго-западная часть акватории испытывает техногенную нагрузку, связанную с

рекреацией (точка опробования № 2). В летнюю межень озеро было опробовано в 4 точках акватории.

Для интерпретации полученных результатов использовались не только собственные наблюдения, но и имеющиеся литературные данные по этой проблеме других исследователей.

Набор определяемых физиологических групп бактерий обосновывался ролью бактерий, как индикаторов экологического состояния среды обитания, так и ролью основных механизмов процессов самоочищения экосистем [9]. В таблице представлен перечень выявляемых групп бактерий, их значимость для экологического статуса экосистемы и среды, использованные для выявления и количественного учета бактерий.

Исследуемая вода высевалась или на твердые среды в чашки Петри, или на жидкие в пробирки. На чашках посчитывалось количество выросших колоний. Посев в пробирки осуществлялся методом предельных разведений и о количестве бактерий судили по визуальным изменениям среды, свойственным каждой физиологической группе бактерий. Интенсивность роста оценивали в баллах. При количественной оценке роста в пробирках пользовались таблицами Мак-Креди, составленными на основе статистических методов.

Определяли общее микробное число (ОМЧ), образующих колонии на питательном агаре. К ОМЧ относят мезофильные аэробы и факультативные анаэробы, способные образовывать на питательном агаре колонии, видимые при увеличении в 2 раза при  $T\ 37^{\circ}\text{C}$  в течение 24 ч (ОМЧ  $T^{\circ}\text{C}\ 37^{\circ}\text{C}$ ). Мезофильные сапрофиты представляют собой аллохтонную (чужеродную) микрофлору для исследуемой экосистемы. Источником ее являются сточные воды, в том числе фекальные. Эти бактерии являются индикаторами антропогенного загрязнения.

Помимо аллохтонной микрофлоры исследовали автохтонную водную микрофлору данного водоема. Психрофильные сапрофиты выявляли и учитывали на мясо-пептонном агаре при температуре  $22^{\circ}\text{C}$  в течение 48 ч. Психрофильные сапрофиты представляют собой автохтонную микрофлору,

свойственную данной экосистеме. Биогеохимическое значение этих микроорганизмов состоит в деструкции органических веществ в экосистеме. Они являются основными участниками процессов самоочищения экосистем от загрязняющих их органических веществ.

Олиготрофы — это микроорганизмы, способные расти на средах с содержанием органического вещества  $1 \text{ мг } C_{\text{орг}}/\text{л}$  и меньше [31]. Они считаются аборигенной микрофлорой подземных вод и являются показателями степени минерализации органического вещества, занимая экологические ниши, бедные органическим веществом. Эти бактерии выращивали на агаризованной дистиллированной воде без добавления органических веществ. Пробы воды в количестве 0,1 мл высевали в чашки Петри, посевы инкубировали при комнатной температуре в течение трех недель. Колонии подсчитывали визуально и с использованием счетчика колоний или лупы [31]. Для определения интенсивности самоочищения водоемов был введен индекс олиготрофности, представляющий собой отношение количества олиготрофных микроорганизмов к числу психрофильных сапрофитов. Величина равная единице или больше ее характеризует активно идущие процессы самоочищения в экосистеме. Если соотношение меньше единицы, в экосистеме происходит накопление органического вещества, что указывает на существующие источники загрязнения.

Аммонифицирующие бактерии используют в качестве источника углерода, энергии и азота простые белки - пептоны. Распад пептонов сопровождается образованием аминокислот. Последние, подвергаясь дальнейшему дезаминированию, превращаются в аммиак и органические кислоты. В аэробных условиях органические кислоты могут подвергнуться полному окислению и в конечном итоге превратиться в углекислый газ и воду. Эти микроорганизмы выявляли на твердой среде РВ и инкубировали при температуре  $19^{\circ}\text{C} - 24^{\circ}\text{C}$ . При просмотре посевов обращали внимание на форму, цвет, консистенцию колоний, а также наличие или отсутствие запаха аммиака.

Нитрифицирующие микроорганизмы окисляют аммиак до азотной кислоты, получая при этом энергию для своей жизнедеятельности. Окисление сопровождается ассимиляцией углекислоты. Микроорганизмы, осуществляющие этот процесс, относятся к хемолитотрофам и являются облигатными аэробами. Нитрификация идет интенсивно, когда в окружающем субстрате имеется избыток азотистых соединений, когда реакция среды близка к нейтральной, когда имеется достаточная аэрация. Нитрификаторы могут использовать только тот аммонийный азот, который не успевают потреблять другие микроорганизмы в процессе ассимиляции. Скорость и возможность процесса нитрификации определяется количеством доступного углерода и наличием азота. Оптимальное соотношение объемов углерода к азоту в этой среде – не более 15 (Butt, Lees, 1964). Эти микроорганизмы выявляли на жидкой элективной среде Виноградского методом предельных разведений. Сигналом наличия в среде искомой группы бактерий было появление нитритов и нитратов. Посевы инкубировались в течение трех недель при температуре 24°C.

Деструкция органического вещества аэробными микроорганизмами может создавать дефицит свободного кислорода. В этом случае микроорганизмы приспосабливаются к дыханию нитратами или сульфатами. Денитрифицирующие микроорганизмы являются факультативно анаэробными микроорганизмами, способными использовать в качестве акцепторов электрона как кислород воздуха, так и кислород нитратов. При этом происходит процесс денитрификации, сопровождающийся выделением в окружающую среду азота или, реже, аммиака. Денитрифицирующие бактерии выявляли на жидкой среде Гильтая методом предельных разведений. Инкубирование осуществляли при 24° С в течение двух недель. Признаком наличия в среде бактерий служило изменение pH, цвета культуральной жидкости, появление в среде азота или аммиака, что фиксировалось по появлению пены, а также по реакции культуральной жидкости с реактивом Несслера.

Нефтеокисляющие бактерии – разноплановая в физиологическом и систематическом отношении группа микроорганизмов, использующих в

качестве единственного источника углерода нефть и ее дериваты. Способность окислять нефть и углеводороды присуща многим бактериям, грибам, дрожжам, актиномицетам. Микроорганизмы способны окислять самые различные классы углеводородов в различном их физическом состоянии: нормальные парафинового ряда, циклические, ароматические, предельные и непредельные, газообразные, жидкие и твердые, короткоцепочечные и с длинной цепью углеродных атомов, полярные и неполярные. При соответствующих условиях разложению подвергаются асфальт и битум. Эти бактерии выявляли на агаризованной среде Мюнца с нефтью. Аликвоту высевали на чашки Петри и инкубировали в течение двух недель при температуре 19° – 24° С. Колонии подсчитывали визуально, не принимая во внимание карликовые формы, если таковые обнаруживались, считая их сопутствующей олиготрофной микрофлорой.

Бактерии, окисляющие индивидуальные углеводороды нефти (алканы метанового ряда, ароматические – бензол, толуол, нафталин) выявляли в парах соответствующих углеводородов на минеральной среде Мюнца в пенициллиновых флакончиках в течение двух недель при температуре 19° – 24° С в плотно закрытых эксикаторах, куда помещался соответствующий углеводород. Рост оценивали в условных единицах по характеру и толщине пленки, образующейся на границе раздела среды и воздуха. Количество учитывали методом предельных разведений.

Сульфатредуцирующие бактерии являются облигатными анаэробными микроорганизмами и используют в качестве источника кислорода сульфаты, выделяя при этом в окружающую среду сероводород. В качестве источников органического питания гетеротрофные сульфатредуцирующие бактерии используют широкий спектр веществ: органические кислоты, аминокислоты, спирты, продукты распада целлюлозы, жиры и молекулярный водород, неионогенные ПАВ (оксиэтилированные жирные спирты и алкилфенолы). Культивирование этих бактерий осуществляли на жидкой среде Таусона-Штурм с лактатом кальция в качестве источника органического вещества.

Посев производили методом предельных разведений. Об интенсивности процесса редукции сульфатов судили по появлению в среде черного осадка сульфида железа, образующегося в результате реакции сероводорода (результат микробной редукции сульфатов) и находящегося в среде железа. Шкала оценки осадка по скорости образования осадка составлена следующим образом. Баллом 5 оценивается осадок, появляющийся в течение 5 - 7 дней; баллом 4 оценивался осадок, появившийся спустя течение 6 – 10 дней; баллом 3 – через 11 - 20 дней; баллом 2 – через 21 – 40 дней и баллом 1 оценивается осадок, появившийся 41 – 60 дней спустя от начала посева Шкала оценки осадка по цвету осадка: 1 балл – осадок бледно-серый; 2 балла – осадок бурый; 3 балла – осадок интенсивного черного цвета. Произведение балла оценки скорости образования осадка на балл оценки интенсивности цвета дает итоговый балл оценки интенсивности сульфатредукции.

Тионовые бактерии являются единой в морфологическом и биохимическом отношении группой микроорганизмов. Они используют энергию окисления восстановленных соединений серы в серную кислоту для ассимиляции углерода в процессе конструктивного метаболизма. При изучении микрофлоры подземных вод выделяли тионовые бактерии *Thiobacillus thioaragus*. Их выращивали на жидкой среде Бейеринка, в которую в качестве источника серы добавляли тиосульфаты. Указанный вид бактерий является автотрофным, использует в качестве источника углерода углекислый газ. Инкубацию посевов осуществляли в аэробных условиях при температуре 24° С в течение двух недель. О наличии бактерий данного вида судили по появлению на поверхности среды пленки, состоящей из свободной серы и по результатам обнаружения соответствующих микробов под микроскопом.

### **8.3 Методы экологического исследования**

Для оценки состояния водных объектов необходимо использовать относительные величины или критерии, которые наглядно характеризуют ситуацию, сложившуюся на том или ином водном объекте в конкретных



природных условиях. Экологический критерий – критерий, учитывающий условия нормального функционирования водно-экологической системы. Для оценки качества поверхностных вод существует несколько классификаций, критериев и показательных индексов. Для расчетов различных показателей необходимо знать класс опасности вещества, его лимитирующий признак вредности, предельно допустимые концентрации содержания элементов и соединений в водах для разного вида пользования.

Несмотря на многообразие различных систем и критериев, нет ни одного показателя, который оценивал бы в полном масштабе состояние экосистемы. Поэтому критерии оценки выбираются от целей, задач и возможностей, которые определяются наличием соответствующих показателей химического состава воды. Одним из таких общеизвестных индексов является гидрохимический индекс загрязнения воды (ИЗВ).

## **9 Эколого-геохимическое состояние озера Гусиное как источника водоснабжения**

### **9.1 Химический состав исследуемого озера**

Изучение химического состава воды о. Гусиное проводилось автором в летнюю межень. Наряду с собственными данными для оценки качества воды привлекались результаты исследований других авторов и организаций. Как показал анализ современных данных и результатов прошлых лет, химический состав озера отличается непостоянством во времени.

По наблюдениям Бурятского ЦГМС вода оз. Гусиное в 2012-2013 годах минерализация – умеренно-пресная, ближе к щелочной реакции воды, удовлетворительный кислородный режим, характеризовалась как умеренно загрязненная (3 класс). Превышение ПДК среднегодовых величин наблюдалось для органических веществ (по показателям БПК<sub>5</sub> и ХПК). Содержание железа в среднем было около 4 ПДК, при максимальном значении 10 ПДК. Загрязнение воды медью в течение периода наблюдений в среднем было на уровне 5 ПДК (80% от общего числа проб) при максимальном значении 6 ПДК. Из-за повышенного содержания меди по сравнению с предыдущим годом на 26% увеличился индекс загрязнения воды (ИЗВ).

Начиная с 2013 года по 2015 год, химический состав озера характеризовался следующими показателями. По минерализации озеро является умеренно-пресной 400-550 мг/л. Наибольшее значение регистрировалось в период закрытого русла. Общая жесткость воды изменяется от мягкой до умеренно жесткой. Вода озера во все сроки наблюдений имела удовлетворительный кислородный режим. Реакция среды слабощелочная. В количествах, превышающих ПДК, обнаружены железо общее, цинк, фенол, легко - и трудноокисляемые органические вещества, в том числе нефтепродукты и ПАУ.

Автором в летнюю межень 2016 г воде были изучены органолептические и химические показатели воды озера в 4 точках с учетом

техногенной нагрузки: температура, запах, рН, общая жесткость, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, Ca<sup>2+</sup>, SO<sub>4</sub>, Cl.

Таблица 8 – Химический состав озера Гусиное в августе 2016 г.

Показатели	ПДК р/х	ПДК питьевые	Пробы				
			ГРЭС	г. Гусино-озерск	Разрез	п. Гусиное Озеро	р. Баян - Гол
Температура			22 <sup>0</sup> С	22 <sup>0</sup> С	22 <sup>0</sup> С	21 <sup>0</sup> С	17 <sup>0</sup> С
рН, ед. рН	6,5-8,5	6-9	8	5	6	4	7
NH <sub>4</sub> , мг/л	0,5	2,5	0,4	0,2	0,4	0,7	1
NO <sub>2</sub> , мг/л	0,02	3	0,02	0,1	0,05	0,05	0,02
Ca, мг/л	180		2,6	4	5,9	2,7	2,3
Mg, мг/л	40		8,54	3,782	2,32	4,64	2,5
ОЖ, мг-экв/л	10		0,83	0,51	0,49	0,52	0,32
Na, мг/л	120		4,97	36,68	42,66	52,55	113,5
Cl, мг/л	300	350	47,9	55,03	62,13	85,2	163,3
HCO <sub>3</sub> , мг/л	-	-	25,6	18,61	15,5	9,15	19,82
CO <sub>3</sub> , мг/л			0,52	-	-	-	-
SO <sub>4</sub> , мг/л	100	500	12	12	16	12	16

Примечание: желтым цветом отмечены значения, превышающие ПДКр/х. Голубым цветом отмечена река Баян-гол, вытекающая из озера.

Анализ выявил пестроту распределения компонентов химического состава воды по акватории. Величина рН меняется от кислой до щелочной. По величине жесткости вода очень мягкая. Концентрация аммиака и нитрита в различных точках акватории различается от 2 до 10 раз. В то же время содержание большинства макрокомпонентов не превышает ПДК ни питьевого, ни рыбохозяйственного назначения. Наличие в воде акватории нитрит-иона указывает на существующее свежее загрязнение озера органическим веществом.

Поскольку ГРЭС считается основным источником техногенного загрязнения, был выполнен химический анализ воды озера в ее окрестностях в небольшом удалении от выпуска сточных вод (таблица 9).

Таблица 9 – Химический состав воды озера Гусиное в окрестностях ГРЭС.

№	Элемент	Содержание	СанПиН 2.1.4.1074-01
1	рН, ед. рН	8,7	6-9
2	Минерализация, мг/л	273	
2	CO <sub>2</sub> , мг/л	10	
3	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	10	
4	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	189	
5	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	49,8	500
6	Cl <sup>-</sup> , мг/л	7,4	350
7	Ca <sup>2+</sup> , мг/л	31	
8	О.Ж., мг-экв/л	2,65	7
9	Mg <sup>2+</sup> , мг/л	13,4	
10	NO <sub>2</sub> , мг/л	0,02	3
11	NO <sub>3</sub> , мг/л	0,1	45
12	NH <sub>4</sub> , мг/л	0,066	2,5
13	PO <sub>4</sub> , мг/л	0,05	
14	Na, мг/л	56,4	
15	K, мг/л	0,53	
16	Медь мг/л	4	1
17	Нефтепродукты мг/л	0,32	0,1
18	ХПК мгО <sub>2</sub> /л	63	15
19	Железо общее мг/л	0,48	0,3
20	БПК <sub>5</sub> мгО <sub>2</sub> /л	6	2
21	Цинк мг/л	6,5	5

Как показывают результаты, приведенные в таблице по величине минерализации вода в озере умеренно пресная.

В соответствии с формулой Курлова вода - умеренно пресная, гидрокарбонатная натриевая, щелочная.

$$M_{0,2} \frac{HCO_3^- 87 SO_4^{2-} 50}{Na^+ 79 Ca^{2+} 13} pH 8.7$$

В непосредственной близости к расположению ГРЭС концентрации макрокомпонентов в воде озера не превышают соответствующие значения ПДК. Превышения ПДК наблюдаются по органическому веществу (показатели ХПК и БПК). Значительные превышения ПДК наблюдаются для железа общего – 1,6, меди – 4,0 ПДК и цинка – 1,3 ПДК.

## 9.2 Микробиологический состав исследуемого озера

Экологическое состояние водных экосистем зависит не только от химического состава воды, но в большой степени от их микробиологического состава. В микробиологическом отношении озеро Гусиное изучено слабо.

Выбор точек опробования для изучения микробиологического состава воды осуществлялся с учетом характера и степени техногенной нагрузки. В северо-восточной части озера сосредоточены наиболее масштабные источники техногенной нагрузки: ГРЭС и город Гусиноозерск (точка отбора №1). Юго-западная часть акватории испытывает рекреационную нагрузку, связанную с ловлей рыбы в зимний и летний период (точка опробования №2).

В таблице 10 приведены результаты микробиологического анализа воды озера зимой 2015.

Таблица 10 - Характеристика микробиологического состава озера в феврале 2015 г.

Физиологические группы	Участок опробования	
	Точка №1	Точка №2
Мезофильные сапрофиты, кл/мл	40	30
Психрофильные сапрофиты, кл/мл	6340	367000
Олиготрофы, кл/мл	22650	254800
Индекс олиготрофности	3,5	0,5
Нефтеокисляющие, кл/мл	950	0
Бензолокисляющие, условные единицы	0	0
Толуолокисляющие, условные единицы	250	0
Пентанокисляющие, условные единицы	280	0
Нафталинокисляющие, условные единицы	220	0
Сульфатвосстанавливающие, кл/мл	0	0

Как показали проведенные исследования, вода озера содержит разнообразную микрофлору.

В воде озера была выявлена аллохтонная и автохтонная микрофлора. Аллохтонная микрофлора озера представлена мезофильными сапрофитами (ОМЧ). Типичным местообитанием мезофильных сапрофитов является кишечник человека и животных. Очень большое их количество бывает в сточных водах. Не загрязненная вода, благополучная в санитарно-гигиеническом отношении, не должна содержать этих бактерий более 50 кл/мл.

В воде озера количество этих микробов существенно ниже этого параметра и, значит, вода озера на изученных участках не содержит загрязнения мезофильными сапрофитами.

Участки акватории озера существенно различаются по количеству психрофильных сапрофитов. В точке отбора №1 количество сапрофитов составляло немного более 6 тысяч кл/мл, а в точке отбора №2 их количество было почти в 50 раз больше. Как известно, именно этим бактериям принадлежит основная роль в процессах самоочищения экосистем различного характера.

Аналогичная ситуация с распределением и количеством олиготрофов, их количество многократно увеличивается в той части акватории, которая испытывает влияние рекреационной нагрузки. Индекс олиготрофности, показывающий соотношение психрофильных сапрофитов и олиготрофов меняется от 3,5 в районе ГРЭС до 0,5 в противоположной стороне. По его величине можно предположить, что в этой части озера наблюдается загрязнение органическим веществом и микрофлора с его деструкцией не справляется.

Нефтеокисляющие бактерии были выявлены в точке отбора №1 в количестве 950 кл/мл. В точке отбора №2 нефтеокисляющие микроорганизмы обнаружены не были. Бактерии, окисляющие парообразные углеводороды бензол и пентан были обнаружены повсеместно с достаточно высокой интенсивностью развития.

Как известно, бензолокисляющие и пентаноокисляющие микроорганизмы используются в качестве индикаторов наличия в природных средах нефти и ее дериватов. Полученные результаты в данных исследованиях позволяют предположить наличие в воде точки опробования №1 растворенных углеводородов нефти, а в точке №2 их отсутствие, так как углеводородокисляющие бактерии здесь обнаружены не были. Величина индекса олиготрофности резко меняется в различных точках: от 0,5 до 3,8. В соответствии с величиной индекса олиготрофности наиболее активно процессы

самоочищения протекают в точке №1 озера. Наименее активно протекают процессы самоочищения в точке №2.

Не были обнаружены в воде озера сульфатвосстанавливающие бактерии, что, видимо, обусловлено неблагоприятными для них условия окружающей среды.

Таким образом, микробиологический анализ показал, что вода озера является загрязненной, но источниками загрязнения являются различные вещества и процессы. Максимальным количеством загрязняющих компонентов характеризуется точка №1. Техногенная нагрузка в точке №1 связана преимущественно с выбросом в акваторию нефтепродуктов и СПАВ. В соответствии с вещественным составом загрязняющих веществ в воде точки опробования размножаются преимущественно нефтеокисляющие и углеводородокисляющие бактерии.

Техногенная нагрузка в точке №2 связана с поступлением в воду большого количества лабильных органических веществ и биогенных элементов, поэтому здесь преимущественно размножаются психрофильные сапрофиты, жизнедеятельность которых количественно связана с органическим веществом.

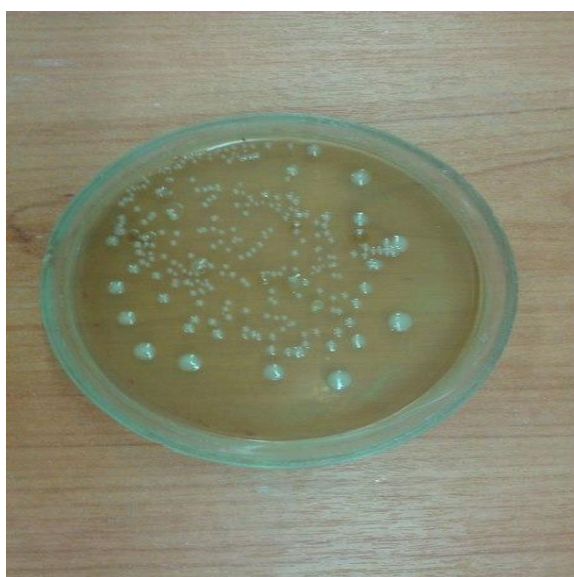


Рисунок 19 - Психрофильные сапрофиты (точка №1) [41].

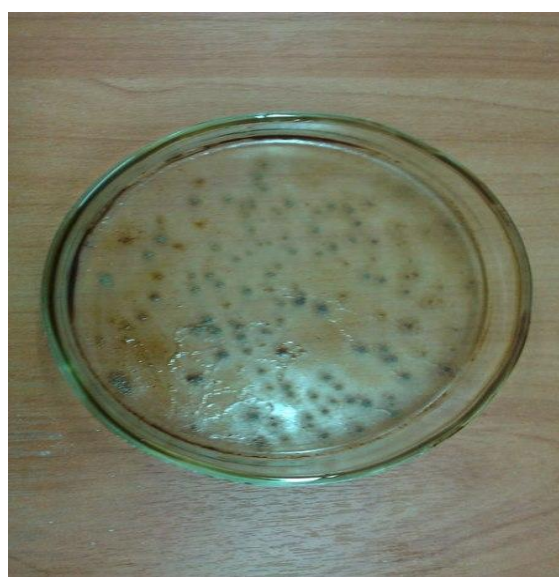


Рисунок 20 - нефтеокисляющие бактерии (точка № 1) [41].

В сентябре 2016 г. были также отобраны пробы на микробиологический анализ тех же физиологических групп.

Микробиологический состав озера в летний период представлен в таблице 11.

Таблица 11 - Микробиологический состав озера в летнюю межень 2016 г.

Физиологические группы	Участок опробования			
	Точка №1	Точка 2	Точка 3	Точка №4
Мезофильные сапрофиты, кл/мл	4220	протей	125000	14450
Психрофильные сапрофиты, кл/мл	1570	1980	29610	9410
Олиготрофы, кл/мл	17400	26300	25100	15120
Индекс олиготрофности	11.09	13.3	0.8	1.6
Аммонифицирующие, кл/мл	8130	12200	23700	14100
Денитрифицирующие, кл/мл	100	100	10000	1000
Нитрифицирующие, кл/мл	0	0	0	0
Нефтеокисляющие, кл/мл	9050	14130	18520	11200
Бензолокисляющие, условные единицы	0	0	0	0
Толуолокисляющие, условные единицы	0	0	0	0
Пентанокисляющие, условные единицы/кл/мл	<u>320</u> 100	<u>200</u> 10	<u>200</u> 100	<u>420</u> 100
Нафталинокисляющие, условные единицы	<u>340</u> 10000	<u>280</u> 1000	<u>400</u> 10000	<u>450</u> 100
Сульфатвосстанавливающие, кл/мл/балл	0	0	1000/12	0
Тионовые автотрофные, кл/мл	0	0	0	0

В период опробования температура воды в различных местах акватории различалась незначительно и составляла около 22°C. На всех участках отбора в летний период содержала очень большое количество мезофильных сапрофитов. Этому способствовала и благоприятная температура воды озера и наличие сточных вод, содержащих большое лабильное органическое вещество, количество которого было установлено по величине перманганатной окисляемости. В составе мезофильных сапрофитов присутствовал условно патогенный микроорганизм протей вульгарный – показатель загрязнения биотопа органическим веществом животного происхождения.



Количество психрофильных сапрофитов в точках отбора 1, 2 и 4 было одинаково между собой, но значительно ниже, чем мезофильных сапрофитов. Точка 3 отличается особенно большим, на порядок превышающим в точках 1,2 и 4 количеством и мезофильных и психрофильных сапрофитов. В то же время микробные процессы самоочищения в этой части акватории, судя по величине индекса олиготрофности, практически отсутствуют. Здесь наблюдалась наиболее высокая численность аммонифицирующих, денитрифицирующих и нефтеокисляющих бактерий. Только в этой части акватории обнаружены сульфатвосстанавливающие бактерии с высокой активностью. Часть озера в точке 3 находится под преимущественным влиянием продуктов жизнедеятельности и сточных вод г. Гусиноозерска. Здесь обнаружено более высокое, чем в других частях акватории, количество хлоридов и сульфатов; в значительном количестве присутствует сероводород. Величины показателей перманганатной и бихроматной окисляемости здесь в несколько раз превышают соответствующие ПДК и эти показатели в других частях акватории.

В воде озера в летнее время были обнаружены в небольшом количестве, но активные пентаноокисляющие бактерии. Максимальная активность этих бактерий, позволяющая говорить о сравнительно недавнем загрязнении дериватами нефти, наблюдалась на участке у поселка Гусино, немного ниже активность их была в окрестностях ГРЭС.

Особенностью микробных сообществ озера в летнее опробование было наличие большого количества активных форм нафталиноокисляющих бактерий и отсутствие бензол и толуолокисляющих бактерий.

Известно, что нафталиноокисляющие бактерии обладают способностью к деградации нефти, ее дериватов, в том числе полициклических органических веществ бензольного ряда, различающихся числом бензольных колец и особенностями их присоединения (ПАУ) [31].

Результаты исследований показали, что состав микрофлоры по характеру и количеству в большинстве случаев соответствует характеру техногенного загрязнения. В зависимости от характера загрязняющих вод в

различных частях акватории формируются соответствующие микробные сообщества, различающиеся составом физиологических групп и их численностью.

Наименьшее бактериальное загрязнение воды озера характерно для зимней межени. В этот период наблюдается существенное загрязнение воды в окрестностях ГРЭС психрофильными сапрофитами и незначительное – углеводородокисляющими бактериями.

Наибольшее бактериальное загрязнение характерно для летней межени. Основное бактериальное загрязнение обусловлено мезофильными сапрофитами. Максимально оно характерно для точки 3, находящейся под влиянием сточных вод городской территории. В целом вся акватория неблагоприятна в санитарно-гигиеническом отношении, т. е. вода опасна для здоровья человека (ОМЧ - количество мезофильных сапрофитов больше 50 кл/мл.).

Водоем чутко реагирует на загрязнение стремительным развитием бактерий одних физиологических групп и последующим исчезновением из воды ряда других представителей. Происходит процесс бактериального самоочищения водоемов, в том числе и от патогенных микробов. В этом процессе влияние на микробное население водоемов влияют биологические факторы, например, бактерий и микроорганизмы-антагонисты, выделяющие антибиотические вещества. Благодаря их развитию, число микроорганизмов в водоеме значительно уменьшается и происходит самоочищение водоемов не только от патогенных, но и от сапрофитных микроорганизмов.

Изменение величины индекса олиготрофности по территории акватории характеризует различную степень способности акватории к процессам самоочищения.

Основным источником бактериального загрязнения озера являются поверхностный сток и недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий. При спуске сточных вод в озеро происходят физические, химические и биологические процессы, обуславливающие

восстановление естественных качеств воды – естественное самоочищение водоема. В соответствии с микробиологическими результатами в процессе самоочищения в озере происходит последовательная смена зон сапробности и соответственно смена населяющих их организмов, в том числе и бактерий. Кроме того, наблюдается изменение соотношения между различными физиологическими группами микроорганизмов. Микробиологические показатели позволяют судить, с одной стороны, об интенсивности и эффективности самоочищения водоемов, поскольку главная роль в удалении из водоема растворимых веществ принадлежит микроорганизмам, с другой – о микробиальном загрязнении водоемов, особенно патогенными бактериями.

Благодаря их развитию, число микроорганизмов в водоеме значительно уменьшается и происходит самоочищение водоемов не только от патогенных, но и от сапрофитных микроорганизмов.

Таким образом, для озера характерно, наряду с химическим, наблюдается и бактериальное загрязнение: мезофильными сапрофитами; психрофильными сапрофитами; нефтеокисляющими; нафталиноокисляющими бактериями.

Степень выраженности бактериального загрязнения напрямую связана с характером и степенью техногенной нагрузки. При использовании воды озера в питьевых целях необходимо особое внимание при водоподготовке обратить на способы ее обеззараживания.

## 10 Оценка эколого-геохимического состояния озера Гусиное

В соответствии поставленной целью, задачам и имеющимися данными химического состава для оценки эколого-геохимического состояния озера Гусиное использовался критерий индекс загрязнения воды (ИЗВ).

Индекс загрязнения воды, как правило, рассчитывают по шести-семи показателям, которые можно считать гидрохимическими; часть из них (концентрация растворенного кислорода, водородный показатель pH, биологическое потребление кислорода БПК<sub>5</sub>) является обязательной [42].

Для расчета ИЗВ используйте среднегодовые концентрации азота аммонийного, азота нитритного, азота нитратного, показателя pH, БПК, O<sub>2</sub>. Нормативы берутся из справочно-методической литературы.

ИЗВ вычисляется по формуле:

$$ИЗВ = \sum_{i=1}^N \frac{C_i / ПДК_i}{N}$$

$C_i$  - концентрация компонента (в ряде случаев - значение параметра);

$N$  - число показателей, используемых для расчета индекса;

$ПДК_i$  - установленная величина для соответствующего типа водного объекта.

Таблица 12 - Классы качества вод в зависимости от значения индекса загрязнения воды

Воды	Значения ИЗВ	Классы качества вод
Очень чистые	до 0,2	1
Чистые	0,2-1,0	2
Умеренно загрязненные	1,0-2,0	3
Загрязненные	2,0-4,0	4
Грязные	4,0-6,0	5
Очень грязные	6,0-10,0	6
Чрезвычайно грязные	>10,0	7

Концентрация используемых компонентов для подсчета ИЗВ воды озера в окрестностях ГРЭС.

1. Растворенный кислород - 7,37 мг/л
2. Азот аммонийный - 0,066 мг/л
3. Азот нитритный - 0,02 мг/л

4. Нефтепродукты – 0,32 мг/л

5. Фенолы – 0,001 мг/л

6. БПК<sub>5</sub> – 6 мгО<sub>2</sub>/л

Подставив необходимые значения в расчетную формулу, получаем:

$$\text{ИЗВ} = \sum C_i / N_i = 7,37 + 0,066 + 0,02 + 0,32 + 0,001 + 6/6 = 2,3$$

По таблице 12, воды относятся к 4 классу качества воды - воды загрязненные.

В стандартную формулу вошли те компоненты, которые не превышают ПДК. Поэтому по личной инициативе было решено посчитать ИЗВ по шести максимальным концентрациям превышающих ПДК.

1. Медь – 4 мг/л

2. Нефтепродукты – 0,32 мг/л

3. ХПК – 63 мгО<sub>2</sub>/л

4. Железо общее – 0,48 мг/л

5. БПК<sub>5</sub> – 6 мгО<sub>2</sub>/л

6. Цинк – 6,5 мг/л

Подставив необходимые значения в расчетную формулу, получаем:

$$\text{ИЗВ} = \sum C_i / N_i = 4 + 0,32 + 63 + 0,48 + 6 + 6,5/6 = 13,4$$

По таблице 12, воды относятся к 7 классу качества воды - воды чрезвычайно грязные.

Не менее важным для эколого-геохимического состояния является микробный состав воды озера. Нормированных экологических критериев по общему микробиологическому составу для экологической оценки пока что не существует. Для этих целей используются критерии, полученные в результате исследований различных авторов, а некоторые заимствованы из перечня санитарно-гигиенических показателей (ОМЧ – общее микробное число). Например, исследуя большое количество водоемов различного назначения, различной морфометрии, гидрохимического и гидрологического режима Дзюбан А.Н. [21] построила шкалу оценки экологического состояния в соответствии антропогенным воздействием (таблица 13).

Таблица 13 - Шкала экологической оценки Дзюбан А.Н. [21]

Количественные показатели	Норма	Состояние риска	Предкризисное состояние	Кризисное
Общее количество бактерий	$<10^5$	$10^5-10^6$	$10^6-10^7$	$10^7-10^8$
Аэробные сапрофиты	$<10^4$	$10^4-10^5$	$10^5-10^6$	$>10^6$
Сапрофиты, % от ОКБ	$<10^4$	$10^{-2}-10^{-1}$	$10^{-1}-1$	$>1$

В соответствии с данными таблицы количественные показатели микробных сообществ в точках 1, 2 и 4 укладываются в показатель «норма», а микробные показатели в 3 точке характеризуют экологическое состояние озера как «состояние риска».

В соответствии с [31] качество воды может быть оценено по количеству психрофильных сапрофитов (таблице 14).

Таблица 14 – Оценка качества воды по количеству в ней аэробных сапрофитных микроорганизмов

Количество колоний, выросших при посеве на питательный агар 1 мл воды	Оценка качества вод
10	Очень чистые
10-100	Чистые
100-1000	Умеренно-загрязнённые
1000-10000	Загрязнённые
10000-100000	Грязные
$>100000$	Очень грязные

Таблица 15 - Оценка качества воды о. Гусиное по количеству психрофильных сапрофитов.

Номера точек отбора	Количество психрофильных сапрофитов в точке отбора, кл/мл.	Оценка
в летнюю межень 2016 г.		
1	1570	Загрязненные
2	1980	Загрязненные
3	29610	Грязные
4	9410	Загрязненные
в зимнюю межень 2015 г.		

Продолжение таблицы 15

1	6340	Загрязненные
2	367000	Очень загрязненные

В соответствии с данными таблицы по количеству психрофильных сапрофитов вода озера в зимнюю межень в точке №1 является загрязненной, а в точке №2 – очень грязной. В летнюю межень в точках 1, 2, и 4 вода является загрязненной, а в точке 3 – грязной.

Исследования микрофлоры озера выявили также наличие загрязнения воды нефтеокисляющими и нафталин окисляющими микроорганизмами. Установлено, что в чистой воде, не загрязненной нефтепродуктами, содержание микроорганизмов составляет не более или равно 500 кл/мл [30]. Превышение приведенного количества нефтеокисляющих бактерий в точках отбора 1, 2, 3, 4 в летнюю межень составляет 19, 28, 37 и 22 раза соответственно. Максимальное загрязнение нефтеокисляющими микроорганизмами выявлено в точке 3.

В летнюю межень наблюдается так же в точках отбора 1, 2 и 3 загрязнение воды озера нафталиноокисляющими бактериями (в незагрязненной нефтепродуктами и ПАВАми воде их должно быть меньше  $10^3$  кл/мл).

Таким образом, с учетом проведенных исследований приоритетными загрязняющими компонентами химического состава (по ранжиру) являются: медь, нефтепродукты, органические вещества, цинк и железо общее.

Приоритетными загрязняющими объектами: Гусиноозерская ГРЭС, г. Гусиноозерск, п. Гусиное озеро, Холбольджинский угольный разрез.

Экологическое состояние озера связано с наличием большого количества мезофильных сапрофитов, психрофильных сапрофитов, нефтеокисляющих и нафталиноокисляющих бактерий. По количеству психрофильных сапрофитов озеро характеризуется в различных местах по от «загрязненного» до «очень грязного» состояния.

## **11 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Цель магистерской диссертации - изучить и дать оценку эколого-геохимического состояния озера Гусиное как источника водоснабжения.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи: 1) изучить физико-географические характеристики территории расположения объекта исследований; 2) изучить геологическое строение и гидрогеологические условия территории; 3) выявить характер и степень техногенной нагрузки; 4) проанализировать химический состав воды Гусиного озера как основного источника водоснабжения; 5) рассмотреть структуру водоснабжения и водоотведения.

Гусиное озеро, входящее в состав Гусино-Убукунской группы озер - крупнейший водоем в бассейне Байкала площадью 16,47 га. В окрестностях города Гусиноозерска и озера Гусиное сформировался Гусиноозёрский промышленный комплекс, являющийся одним из крупнейших в Бурятии.

Сохранение сложившегося гидрохимического баланса озера является важнейшей экологической проблемой Гусиноозерского промышленного комплекса, так как до настоящего времени оно используется в качестве источника питьевой и технической воды.

Объект исследований: пробы воды, отобранные из озера Гусиное.

Метод и вид исследований: эколого-геохимические исследования.

### **11.1 Основные расходы на материалы для проведения работ**

Перечень основного оборудования, применяемого при изготовлении прозрачных, согласно ССН-92, Вып. 7, приведен в таблице 16.



Таблица 16- Основные расходы на материалы для проведения работ

Наименование материала	Единиц	Норма расходов материала	Цена	Стоимость	
				По нормам	С К <sub>т.з</sub> p=1,3
Папка для бумаг	шт.	0,04	110,5	2,89	3,76
Термометр ртутный	шт.	1	57,76	57,76	75,09
Сумка полевая	шт.	1	500	500	130
Бутылка стеклянная 0,5 л	шт.	49	1,5	39,2	50,96
Пробки	шт.	49	1	24,5	31,85
Карандаш простой	шт.	0,18	3,5	0,54	0,71
Книжка записная	шт.	0,09	15,0	1,35	1,76
Журнал регистрационный	шт.	1	21,0	21,0	27,3
Калька	шт.	0,66	93,1	61,45	79,88
Линейка чертежная	шт.	0,3	13,5	13,05	13,37
Резинка	шт.	0,5	3,75	1,88	2,44
Ручка шариковая	шт.	0,5	5,13	2,57	111
Скоросшиватель	шт.	2	200	200	32,5
Тетрадь общая	шт.	2	11,30	22,6	29,38
Дырокол	шт.	1	120	120	140
Рулетка	шт.	1	280	280	295
Микрокалькулятор	шт.	1	403	403	464
Итого: 1840,4 руб.				1840,4	
Сумма НДС 18 %:				331,3	
<b>Итого вместе с НДС:</b>				<b>2171,7 руб.</b>	

Общая стоимость основного оборудования составит  
2171, 7 руб

## 11.2 Расчет затрат времени

Одним из важнейших принципов выполнения исследовательских работ является минимум затрат, который соответствует максимальной эффективности исследований и обеспечивает работу достаточным количеством информации для решения поставленных задач.

Таким образом, для определения материальных затрат, связанных с выполнением разработанного технического задания, необходимо определить время на выполнение отдельных видов работ, спланировать их последовательное проведение и определить продолжительность выполнения

всего комплекса работ.

Для этого необходимо проведение гидрохимических, лабораторных, камеральных работ, более подробная информация о которых представлена в таблице 1.

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в ССН-92 выпуск 7 «Лабораторные работы». Из этих справочников взяты следующие данные:

- норма времени, выраженная на единицу продукции;
- коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$N = Q \times H_{BP} \times K, \quad (1)$$

где:  $N$ -затраты времени, (бригада, смена на м.(ф.н.);

$Q$ -объем работ, (м.(ф.н.);

$H_{BP}$ - норма времени из справочника сметных норм (бригада, смена);

$K$ - Коэффициент за ненормализованные условия/

Все работы были выполнены геологом и лаборантом. Используя технический план, в котором указаны все виды работ, определялись затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах (таблица 17).

Таблица 17 - Расчет производительности труда

Наименование работ	Объем		Затраты времени, смен	Производительность, ед/см
	Ед. измер.	Колич.		
Отбор проб воды из озера 1) отбор на химический анализ	проба	84	13,1	6,41
Лабораторное определение химического состава воды	анализ	1025	50,23	20,4
Окончательная камеральная обработка материалов	заключение	3	5,82	0,5

Рабочий месяц составляет 20 смен, таким образом, все работы займут 1,6 месяца.

### 11.3 Амортизация

Расчет амортизации производится только для оборудования (табл. 18). Норма амортизации вычисляется линейным методом по формуле 2 (Налоговый кодекс часть 2, глава 25 статья 259 п.1).

$$\frac{1}{n} \times 100\%; \quad (2)$$

где  $n$  — срок службы оборудования.

Таблица 18 — Амортизация основного оборудования лаборатории

№ п/п	Наименование	Цена за единицу, руб.	Срок службы, лет	Амортизация за 1 месяц, руб.	Амортизация за 1,6 месяца, руб.
1	Микроскоп поляризационный	1040000	5 лет	17333,3	27733,28
2	Дифрактометр рентгеновский	1534000	10 лет	12783,3	20453,28
4	Хромато-масс-спектрометр	3100000	8 лет	32291,7	51666,72
5	Шкаф сушильный вакуумный (с вакуумметром термопарным) ШСВ-45к	124000	10 лет	1033,3	1653,28
	Итого:			<b>101506,6</b>	

### 11.4 Сметно-финансовый расчет (форма СМ-6)

Общий расчет сметной стоимости проекта оформляем по типовой форме, его базой служат расходы, связанные с выполнением работ, запланированных по проекту.

На эту базу начисляем проценты, которые обеспечивают организацию и управление работ по проекту, то есть расходы, за счет которых осуществляются содержание всех функциональных отделов структуры предприятия.

Коэффициент к зарплате – 1,3.

Коэффициент к транспортно-заготовительным работам – 1,2.

Объем работ – 1 месяц.

Таблица 19 - Сметно-финансовый расчет

№ п/п	Должности и профессии	Трудо- заграт ы, К <sub>ТЗ</sub>	Оклад, руб.	Оклад за 1,6 месяца, руб.	Итого с учетом коэф, руб.
1	2	3	4	5	6
1	Основная зарплата:				
	– инженер-химик	1	8000	12800	16640
	– лаборант	1	7000	11200	14560
	- лаборант	1	7000	11200	14560
<b>Итого:</b>					45760
2	Дополнительная зарплата (7,9%)				3615
<b>Итого зарплаты:</b>					49375
3	Страховые взносы (31%)				15306
4	Материалы (5%), К <sub>ЗТР</sub> =1,2				2469
5	Амортизация (2 % от ЗП)				988
6	Услуги (15%)				7407
7	Транспорт				8807
<b>Итого:</b>					84352

Расчет заработной платы осуществляется с учетом районного коэффициента, который для Томской области составляет 1,3. Рассчитывается для одного инженера-химика и одного лаборанта при пятидневной рабочей неделе и восьмичасовом рабочем дне.

Таблица 20 – Расчет подрядных работ

№	Наименовани	Стоимость м/см, руб.	Стоимость 1 часа, руб.
1	Стоимость ГСМ	529,98	80,00
2	Заработная плата водителя с р.к.=1,3	543,00	82,00
3	Амортизация автомобиля	165,00	25,00
4	Заработная плата а/слесаря с р.к.=1,3	271,00	41,00
5	Материалы	751,64	113,00
<i>ИТОГО в текущих</i>		<i>2261</i>	<i>340</i>
<i>ИТОГО с накладными расходами и плановыми накоплениями:</i>			
		<i>3430,00</i>	<i>516,00</i>
<i>НДС 18%:</i>		<i>617,40</i>	<i>92,88</i>
<i>ВСЕГО с НДС 18%:</i>		<i>4047,40</i>	<i>608,88</i>
<i>ИТОГО</i>		<i>3179,00</i>	<i>478,00</i>

Итого стоимость подрядных работ за 1 час составит вместе с НДС 478 руб.

### **11.5 Расчет сметной стоимости проекта**

Согласно п. 6.2.3. инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы, 1993г. вышеуказанной Инструкции, дополнительная заработная плата учитывается в размере 7.9 % от суммы основной заработной платы.

Страховые взносы во внебюджетные фонды (30%) и обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (1%) приняты в размере 31% от суммы основной и дополнительной заработной платы.

К показателям «Заработная плата», «Дополнительная зарплата» и «Отчисления на соцнужды» применяется районный коэффициент - 1.3 (Постановление Правительства РФ от 13.05.92 г. №309).

Общая сметная стоимость работ представлена таблицей по форме СМ 1

Таблица 21 – Расчет общей сметной стоимости (форма СМ-1)

№	Наименование работ и затрат	Единица измерения работ	Объем работ	Стоимомть единицы работ в текущих ценах, руб.	Сметная стоимость объема работ в текущих ценах, руб.
1	2	3	4	5	6
<b>I</b>	<b>Основные расходы</b>	<b>руб.</b>			<b>287 979,00</b>
<b>1</b>	<b>Полевые работы</b>	<b>руб.</b>			<b>49 610,00</b>
1.1					
1.2	Проведение наземного обследования	10 кв км	5,00	1 134	5 670,00
1.3	Отбор проб поверхностных вод	проба	3,00	553	1 659,00
1.4	Транспортные расходы	м.-см	8,00	3 430	27 440,00
<b>2</b>	<b>Организация и ликвидация работ (ИР*0,015+ИП*0,012)</b>	<b>руб.</b>			<b>1 339,00</b>
<b>3</b>	<b>Лабораторные исследования</b>	<b>руб.</b>			<b>28 130,00</b>
3.1	Общий химический анализ поверхностных вод	анализ	5,00	4 640	23 200,00
3.2	Содержание нефтепродуктов в воде	анализ	5,00	986	4 930,00
3.3	Амортизация	руб.			101 506,6
<b>4</b>	<b>Камеральные работы</b>	<b>руб.</b>			<b>208 900,00</b>
4.1	Составление отчета	отчет	1,00	138 693	138 693,00
4.2	Корректировка программы мониторинга	программа	1,00	70 207	70 207,00
<b>II</b>	<b>Компенсируемые затраты</b>	<b>руб.</b>			<b>12 900,00</b>
5	Командировочные расходы	руб.			12 900,00
	<b>ВСЕГО по объекту</b>	<b>руб.</b>			<b>300 879,00</b>
	<b>НДС - 18%</b>	<b>руб.</b>			<b>54 158,22</b>
	<b>ВСЕГО по объекту с НДС</b>	<b>руб.</b>			<b>355 037,22</b>

Таким образом, в данной главе было составлено экономическое обоснование проведенных работ, включающее в себя расчет затрат времени и труда, а также сметы по всем видам проведенных работ, суммирование которых дало представление об общей стоимости проведенных исследований.

## **12 Социальная ответственность**

Социальная ответственность- это концепция, в соответствии с которой организации учитывают интересы общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на фирмы и прочие заинтересованные стороны общественной сферы. Это обязательство выходит за рамки установленного законом обязательства соблюдать законодательство и предполагает, что организации добровольно принимают дополнительные меры для повышения качества жизни работников и их семей, а также местного сообщества и общества в целом.

Исследуемая территория расположена в южной части Республики Бурятия, на северо–восточном берегу озера Гусиное, Центральная часть города располагается на юго-западных степных увалах хребта Моностой Селенгинского среднегорья, полого опускающихся к берегу Гусиного озера и к приустьевой пойме речки Загустай.

В данной работе оценивается техногенная нагрузка производственной деятельности Гусиноозерский ГРЭС, угольного разреза, предприятий города на поверхностные воды и организуется мониторинг качества поверхностных вод.

Подготовительный этап работы заключается в сборе, анализе и систематизации данных на о. Гусиное, о физико-географических условиях формирования естественных и эксплуатационных ресурсов, о гидрогеологических условиях района водозабора и эффективности очистки сточных вод. Выбранный комплекс химических и органолептических показателей рассчитан на обнаружение техногенного воздействия не только со стороны промышленного узла, но и различных сельскохозяйственных и бытовых объектов расположенных по берегам о. Гусиное.

Сезон отбора проб для поверхностных вод зима (февраль 2015 г.) и лето (начало и конец августа 2016 г.).

## 12.1 Производственная безопасность

В таблице 22 приведены основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы (согласно ГОСТ 12.0.003 - 74) [12].

Таблица 22 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении мониторинговых работ

Этапы работ	Наименование запроектованных работ и параметров производства	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 )		Нормативный документ
		Вредные	Опасные	
1. Полевые	Отбор поверхностных вод	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе	1. Пожароопасность 2. Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности заготовок, инструмента, оборудования.	ГОСТ 12.1.004-91 [13]
Камеральный	<b>Лабораторно-аналитические исследования:</b> Подготовка проб – работа в лаборатории Компьютерная камеральная обработка результатов исследования на ЭВМ с жидкокристаллическим монитором LG L1752 S	1. Отклонение показателей микроклимата в Помещении  2. Недостаточная освещенность рабочей зоны 3. Утечка вредных веществ в атмосферу	1. Электрический ток 2. Пожароопасность	ГОСТ 12.1.004-91 [13] ГОСТ 12.1.005-88 [14] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [32] ГОСТ 12.0.003-74 [12] СанПиН 2.2.4.548-96 [34]

К работе допускаются лица, имеющие соответствующее специальное образование, прошедшие медицинский осмотр, инструктаж по охране труда, а также проверку знаний.

Все работники бригады должны знать и уметь самостоятельно оказывать первую помощь пострадавшему. Бригада должна быть обеспечена аптечкой первой помощи. Медикаменты должны пополняться по мере расходования и с учетом сроков их годности.

### 12.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

#### Полевой этап



## **1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе**

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе оказывает влияние на протекание жизненных процессов в организме человека, и являются важной характеристикой гигиенических условий труда.

Климат района резко континентальный, с большими амплитудами колебания температуры не только годовой, но также и суточной, малым количеством атмосферных осадков в течении года.

Средняя годовая температура минус 1,6°C - Максимальная температура воздуха в июле +38 °С, минимальная в январе - 52 °С,.

Среднегодовое количество атмосферных осадков - 255 мм. Господствующие ветра северные и северо-западные.

Зима - холодная, продолжительная.

Весна - непродолжительная (апрель - май). Среднее количество осадков - 25 мм, большая часть которых выпадает в мае (20 мм), число дней с осадками до 10.

Лето - жаркое, короткое. Максимальная температура в июле +38 °С, средняя +19,8 °С,. На лето приходится основная сумма осадков (92%). В среднем за этот сезон их выпадает 173 мм.

Осень - непродолжительная (сентябрь - октябрь), сухая с морозными ночами и теплыми, ясными тихими днями.

Резкие колебания температуры неблагоприятно влияют на организм человека. Низкие температуры особенно, при интенсивном движении воздуха, вызывают переохлаждение тела, в результате чего возникают простудные заболевания. Систематическое местное воздействие холода может привести к постоянному ознобу, обморожению отдельных органов и т.д.

При проведении полевых работ в жаркие дни нужно работать в головных уборах и иметь при себе бутылку с питьевой водой. Необходимо иметь при себе полевую аптечку. При проведении полевых работ в зимнее время года работать нужно в теплой одежде и некоторым перерывом в работе для обогрева.

В целях предупреждения неблагоприятных погодных условий на каждом участке должны быть устроены укрытия и помещения для обогрева работающих.

### **Камеральный этап**

#### **1. Отклонение показателей микроклимата в помещении**

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах [33].

На показатели микроклимата могут влиять оборудования, которые используются в лаборатории НОЦ «Вода»: холодильные камеры, автоклав.

Допустимые параметры микроклимата на рабочем месте, должны соответствовать величинам, приведенным ниже в таблице 22.

Проведение камеральных и лабораторных работ требует учета микроклиматических условий рабочей зоны с учетом избытков тепла, времени года и тяжести выполняемой работы согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [33].

Санитарными нормами устанавливаются допустимые значения показателей микроклимата в производственных помещениях. Они могут приводить к небольшому дискомфорту и ухудшению самочувствия, но не вызывают нарушения состояния здоровья рабочего. В среднем такие величины ниже на 3 единицы в сравнении с оптимальными условиями.

Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений представлены в таблице 23.

Таблица 23 - Допустимые нормы микроклимата в рабочих местах производственных помещений по СанПиН 2.2.4.548-96 [33]

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, t°С	Относительная влажность воздуха, ф%	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин t° <sub>опт</sub>	Диапазон выше оптимальных величин t° <sub>опт</sub>			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15 – 75	0,1	0,1
	Iб	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0		0,1	0,2
	IIa	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0		0,1	0,3
Теплый	Ia	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15 - 75	0,1	0,2
	Iб	20,0-21,9	24,1-27,0	19,0-29,0		0,1	0,3
	IIa	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0		0,1	0,4

*Примечание:* **Iб** – работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением; **IIa** – работы с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/ч, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения; **Iб** - работы с интенсивностью энергозатрат 201-250 ккал/ч, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

Эффективным средством обеспечения надлежащей чистоты и допустимых параметров микроклимата воздуха рабочей зоны является приточно-вытяжная вентиляция. Вентиляцией называется организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу на его место свежего.

В производственных помещениях с длительным пребыванием в них человека требуется устройство отопительных систем в холодное время года. Системы отопления состоят из трех основных элементов: генератора для получения тепла, теплопровода или канала для транспорта теплоносителя от места выработки к отапливаемому помещению и нагревательных приборов.

Контроль состояния микроклиматических условий на производстве – одно из мероприятий, направленных на предупреждение профессиональных заболеваний рабочих.

В помещениях с компьютерами на микроклимат больше всего влияют источники теплоты. К ним относятся вычислительное оборудование, приборы освещения (лампы накаливания, солнечная радиация). Из них 80 % суммарных выделений дают ЭВМ, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В производственных помещениях, в которых работа с использованием ЭВМ является вспомогательной, температура, относительная влажность и скорость движения воздуха на рабочих местах должны соответствовать действующим санитарным нормам микроклимата производственных помещений с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [35].

Так же необходимо содержать помещение в чистоте, делать влажную уборку ежедневно, и проветривать помещение.

## **2. Недостаточная освещенность рабочего места**

Недостаток освещения рабочего места вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости, а также вызывают апатию и сонливость, а в некоторых случаях способствует развитию чувства тревоги.

Избыток освещения снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения.

Освещение имеет большое значение в жизнедеятельности человека, в сохранении его здоровья, и высокой работоспособности. Освещение производственных помещений может осуществляться естественным и искусственным путем. Естественное освещение для данного помещения должно осуществляться через окна. Искусственное освещение в помещении должно осуществляться системой общего равномерного освещения, при работе с документами применяются системы комбинированного освещения. В

качестве источников искусственного освещения рекомендуется пользоваться люминесцентными лампами типа ЛБ40, которые попарно объединяются в светильники, мощность каждой составляет 40 Вт.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещении следует проводить чистку стекол рам и светильников не реже 2-х раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

Общее освещение при работе на ЭВМ следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочего места, параллельно линии пользователя. При периметральном расположении компьютеров линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом, ближе к переднему краю, обращенному к оператору.

Таблица 24 – Нормы естественного и искусственного освещения (согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [33])

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО $e_n$ , %		КЕО $e_n$ , %		Освещенность, лк		
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении
						всего	от общего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Помещение для работы с ЭВМ	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400
	Экран монитора: В-1,2	-	-	-	-	-	-	200
Химическая лаборатория	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400

### 3. Утечки вредных веществ в атмосферу

Кроме общих межотраслевых требований должны выполняться мероприятия, предотвращающие несчастные случаи, обусловленные спецификой лабораторных работ, такие как: ожоги едкими химическими веществами, термические ожоги, отравление ядовитыми газами и ядами.

Несчастные случаи могут быть следствием одновременного действия нескольких факторов, например, ожог химическими веществами и термический ожог, порезы стеклом.

Ожоги могут быть вызваны действием на кожу и слизистые оболочки (губы, рот, дыхательные пути, глаза) кислот, щелочей, растворов аммиака и других веществ. Для предупреждения химических ожогов необходимо соблюдать правила безопасности при разливе и переносе реактивов [16]. Разлив большого количества кислот должен проводиться на складах, где они хранятся. Разбавление кислот водой необходимо производить, вливая кислоту тонкой струей в холодную воду при непрерывном перемешивании. Вливание воды в кислоту запрещается, так как в результате этого может произойти интенсивное разогревание и разбрызгивание кислоты.

При выполнении анализов в лаборатории воздух загрязняется вредными для человека парами, пылью, газами. Чтобы предупредить отравление людей вредными выделениями, помещение должно быть обеспечено приточно-вытяжной вентиляцией. Все процессы и операции, сопровождающиеся выделением вредных паров и газов, должны производиться в вытяжных шкафах. Скорость движения воздуха в вытяжном шкафу должна обеспечивать полное удаление вредных веществ. В целом при проведении химических реакций необходимо:

- Применять кислотоустойчивую спецодежду, резиновые перчатки, резиновые сапоги, предохранительные очки для защиты лица, глаз и тела людей от ожогов кислотами, щелочами и другими химическими реактивами;
- Хранить химические реактивы в специально предназначенной посуде;
- Использовать при смешении компонентов и дозировок их только специальную посуду и приспособления.

### **12.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению**

Полевой этап

## **1. Пожароопасность**

Основными причинами возникновения пожаров в полевых условиях являются: неосторожное обращение с огнем, действия природных факторов (гроза, лесные пожары) нарушение требований противопожарных норм при проведении мониторинговых работ.

При проведении мониторинговых работ со всеми работниками отрядов обязательно проводится инструктаж о мерах пожарной безопасности, правилах пользования средствами пожаротушения, пожарной сигнализации и связи. В полевых условиях пользование фонарями, открытым огнем спичек и свечей требует тщательного соблюдения правил пожарной безопасности.

Единственным средством пожаротушения на исследуемой территории является озеро Гусиное. Для тушения пожаров водой могут использоваться насосные установки пожарных автоцистерн, пожарные мотопомпы (переносные, малогабаритные, прицепные), навесные насосы, работающие от моторов автомобилей, прокладка заградительных или опорных полос (канав).

## **2. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструмента, оборудования**

При проведении опробования стеклянные бутылки, участвующие в процессе работ не должны иметь шероховатость, заусеницы, для недопущения травматизма.

Для избежания несчастных случаев каждого поступающего на работу человека обязательно нужно проинструктировать по технике безопасности при работе с оборудованием, обеспечить медико-санитарное обслуживание.

## **Камеральный этап**

### **1. Электрический ток**

Аудитория, где проводится камеральная обработка результатов научной деятельности, согласно ПУЭ [29] относится к помещениям без повышенной

опасности поражения электрическим током (относительная влажность воздуха – не более 75 %, температура воздуха +22 Со), отсутствует токопроводящая пыль, полы бетонные с изоляционным покрытием.

Источниками опасного фактора при работе с проектом является персональный компьютер [15]. Причиной поражения током от персонального компьютера могут быть различные, например: если все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование не работают от одной фазы электросети, отсутствуют корпуса системного блока и внешних устройств, если проводить соединения ЭВМ и внешнего оборудования при включенном электропитании.

Опасность поражения людей электрическим током в помещениях появляется при несоблюдении мер безопасности, а также при отказе или неисправности электрического оборудования и приборов.

Степень воздействия увеличивается с ростом тока. Электрическое сопротивление тела человека и приложенное к нему напряжение, т. е. напряжение прикосновения, также влияют на исход поражения, так как они определяют значение тока, протекающего через тело человека [15].

В лаборатории источниками поражения электрическим током могут являться: холодильники, оборудования для стерилизации посуды (автоклав).

Причины поражения электрическим током от холодильного устройства и автоклава: неисправности устройств, проблемы в проводке, а точнее в изоляции, при утечке тока на корпус устройства.

Поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, т. е. при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках. Безопасность при работе с электроустановками обеспечивается применением различных технических и организационных мер. Технические средства защиты от поражения электрическим током делятся на коллективные и индивидуальные, на средства, предупреждающие прикосновение людей к элементам сети, находящимся под



напряжением, и средства, которые обеспечивают безопасность, если прикосновение все-таки произошло [25].

Основные способы и средства электрозащиты:

- Изоляция токопроводящих частей (рабочая, дополнительная, усиленная, двойная) и ее непрерывный контроль;
- Оградительные устройства (Оголенные провода, распределительные щиты, имеющие незащищенные и доступные для прикосновения токоведущие части, помещают в специальные ящики, шкафы, закрываемые сплошными или сетчатыми ограждениями);
- Знаки безопасности, плакаты [25].

Рабочие места должны быть оборудованы отдельными щитами с общим рубильником электропитания, который должен находиться в легкодоступном месте, иметь закрытый зануленный металлический корпус и четкую надпись, указывающую величину номинального напряжения.

Так же нужно соблюдать некоторые правила по безопасности с электроприборами:

- все электроприемники и электропроводка должна быть с исправной изоляцией;
- нельзя подвешивать провода на гвоздях, металлических и деревянных предметах, перекручивать или завязывать их в узел;
- все токоведущие элементы, электроприборы, розетки, должны быть удалены от труб отопления и водопровода и других металлических коммуникаций;
- протирать осветительную арматуру от пыли можно только сухой тряпкой;

при возгорании электроприборов или электрических проводов, необходимо сначала их обесточить, а затем приступить к тушению пожара;

при включении любого электрооборудования в сеть сначала подключается шнур к прибору, а затем - к сети. Отключение электроприбора нужно производить в обратном порядке;

- нельзя прикасаться мокрыми или влажными руками к электроприборам, находящимся под напряжением [15].

## **2. Пожароопасность**

Пожар – это неконтролируемое горение, развивающееся во времени и пространстве опасное для людей, и носящее материальный ущерб. Причинами возникновения пожаров являются: неосторожное обращение с огнем, разряды статического и атмосферного электричества, чаще всего происходящие при отсутствии заземлений и молниеотводов; неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса. Пожарная безопасность это система организационных и технических средств, направленных на профилактику и ликвидацию пожаров.

Согласно НПБ 105-03 лаборатория и камеральное помещение относится к категории В1-В4, т.к. в помещении имеются твердые горючие (деревянные столы) и трудногорючие вещества и материалы [25].

Пожары в компьютерном помещении представляют особую опасность, так как сопряжены с большими материальными потерями. Источниками зажигания могут быть электрические схемы от ПЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы.

Одним из мероприятий по противопожарной профилактике является проведение противопожарных инструктажей работников. По окончании инструктажей проводится проверка знаний и навыков. Результаты проверки оформляются записью в «Журнал регистрации обучения видов инструктажа по технике безопасности» ГОСТ 12.1.004-91 [13].

Ответственные за противопожарную безопасность обязаны: не допускать к работе лиц не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности; обучать подчиненный персонал правилам пожарной безопасности и разъяснить порядок действий в случае загорания или пожара;

осуществлять постоянный контроль за соблюдением всеми рабочими противопожарного режима, а также своевременным выполнением противопожарных мероприятий; обеспечить исправное содержание и постоянную готовность к действию средств пожаротушения; при возникновении пожара применять меры по его ликвидации.

Помимо противопожарного инструктажа следует применять и ряд других профилактических мероприятий: установка пожарной сигнализации, правильное расположение средств пожаротушения, достаточное количество средств первичного пожаротушения, изоляция горючей среды, запрет курения на рабочих местах.

Мероприятия, ограничивающие распространение пожара: защита от ударов молний и статического электричества, устройство специальных противопожарных преград, огнестойкие противопожарные перекрытия, предупреждение распространения огня по воздуховодам (гидрозатворы), устройства аварийного отключения и переключения аппаратов и коммуникаций.

В целях пожарной безопасности сотрудникам запрещается:

- оставлять без присмотра включенные в сеть электрические приборы;
- курить в рабочих помещениях (разрешается это делать только в специально отведенных для этого местах);
- загромождать офисным оборудованием и другими предметами эвакуационные пути, проходы и подходы к огнетушителям, пожарным кранам.

Так же в каждой организации ежегодно должны проводиться профилактические мероприятия, связанные с проверкой средств пожаротушения (огнетушители), проведение инструктажа по технике безопасности, и проведение учебных тревог.

При возникновении пожара в помещении, лаборанты немедленно принять меры индивидуальной защиты (например, надеть фильтрующий противогаз) и покинуть рабочее помещение, двигаясь заранее установленным маршрутом к эвакуатору. Средства коллективной и индивидуальной защиты

должны обеспечивать безопасность людей в течении всего времени действия опасных факторов пожара. Коллективную защиту следует обеспечивать с помощью пожаробезопасных зон и других конструктивных решений.

Первичные средства пожаротушения определяются согласно нормам. К ним относится: огнетушитель, внутренний пожарный кран должны быть окрашены в красный цвет.

В лаборатории НОЦ «Вода» и в камеральном помещении имеются следующие первичные средства пожаротушения:

- пожарный щит закрытого типа;
- внутренние пожарные краны;
- ручные огнетушители порошковые(ОП-5).

## **12.2 Экологическая безопасность**

При выполнении проектных работ или эксплуатации оборудования действующим природоохранным законодательством предусмотрены мероприятия по охране окружающей среды.

Обеспечение экологической безопасности на территории РФ, формирование и укрепление экологического правопорядка основаны на действии Федерального закона «Об охране окружающей среды» [39]. Закон содержит свод правил охраны окружающей природной среды в новых условиях хозяйственного развития и регулирует природоохранные отношения в сфере всей природной среды, не выделяя ее отдельные объекты, охране которых посвящено специальное законодательство.

Перед началом работ должно быть изучено фоновое состояние окружающей среды и произведена оценка воздействия на нее предстоящими работами. По этим результатам определяют наименее устойчивые к техногенному воздействию экосистемы, а также оптимальные сроки проведения полевого периода.

### 12.2.1 Охрана атмосферы

Основными задачами разработки мероприятий по защите атмосферы являются [27]:

- уточнение количества и параметров выбросов загрязняющих веществ предприятия (производства);
- определение расположения источников выброса загрязняющих веществ и их параметров;
- разработка комплекса мероприятий по сокращению выбросов загрязняющих веществ от вводимых и действующих производств;
- определение степени влияния выбросов рассматриваемого предприятия (производства) на загрязнение атмосферы на границе санитарно-защитной зоны и в населенных пунктах, находящихся в зоне влияния предприятия;
- разработка предложений по нормативам предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для источников загрязнения проектируемого объекта;
- определение стоимости мероприятий по охране атмосферного воздуха, ущерба от загрязнения атмосферы и экономической эффективности, принятых воздухоохраных мероприятий.

За состоянием атмосферного воздуха в городе проводится ежедневный и поквартальный мониторинг. Измеряются концентрации взвешенных частиц (пыли), диоксида серы, оксида углерода, диоксида азота, оксида азота.

По данным мониторинга выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в настоящее время составляют от 45,12 тыс. тонн до 47,74 тыс. тонн. Воздух города в основном загрязнен взвешенными частицами (пылью). Наибольшая повторяемость превышения ПДК (НП) для пыли составляет 12,3 % (повышенный уровень загрязнения). Максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ превысили ПДК: взвешенных частиц в марте в 4,2 раза, оксида углерода в 1,6 раза, диоксида азота в 1,1 раза. В то же время, среднегодовая концентрация в атмосферном воздухе диоксида и оксида

азота, диоксида серы и оксида углерода не превышала ПДК.

Таблица 25 – Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воздухе населенных мест, мг/м<sup>3</sup> [11]

Вещество	ПДК	Превышения
Диоксид азота	0,04	1,1ПДК
Диоксид серы	0,05	
Диоксид углерода	5	1,6ПДК
Взвешенные вещества	0,15	4,2 ПДК

Уровень загрязненности атмосферного воздуха в городе Гусиноозерск на данное время остается высоким [10].

Мероприятия по устранению поступления загрязняющих веществ в атмосферу: усовершенствование газоулавливающего оборудования.

### **12.2.2 Охрана гидросферы**

Любой объект в процессе строительства, а затем эксплуатации потребляет определенное количество чистой воды, а также сбрасывает очищенные, условно чистые или неочищенные сточные воды в окружающую среду, что приводит к загрязнению гидрографической сети и территории района его размещения.

Техногенная нагрузка на Гусиное озеро очень значительна: крупнейшая в Республике Бурятия Гусиноозерская ГРЭС - филиал ОАО «ИНТЕР РАО – Электрогенерация» потребляет 86,65 % от суммарного водоотбора поверхностных вод Республики Бурятия.

На берегах озера расположены различные источники антропогенного воздействия на озеро: город Гусиноозерск, поселок Гусиное Озеро и относящаяся к нему железнодорожная станция; недействующая угольная шахта, разрез с наработанными горными выработками и отвалами горных пород

Гусиноозерская ГРЭС - крупнейший загрязнитель озера, использующий прямоточную схему водоснабжения. Загрязнителями, связанными с

функционированием ГРЭС, являются: теплые воды, поступающие после охлаждения агрегатов ГРЭС, промливневые стоки и воды золоотвалов.

Большое количество воды Гусиного озера, забираемое на производственные нужды ГРЭС, расходуется на охлаждение теплообменных аппаратов электростанции. Использованные воды в подогретом состоянии поступают по открытому каналу в северо-восточную часть озера, вызывая периодически нарушения естественного температурного режима и воздействуя на многие природные процессы, состав и структуру биоценозов. Одним из негативных последствий такого теплового загрязнения является увеличение температуры воды в районе сбросного канала, уменьшение прозрачности воды, отсутствие ледяного покрова в зимний период времени [43].

Фильтрационная вода золоотвалов загрязняет воду озера взвешенными веществами, кремнием, алюминием и железом и микроэлементами.

Большое влияние на экологическое состояние озера оказывают огромные массы атмосферных выбросов ГРЭС (в среднем 830 т/год), состоящие из золы, диоксида углерода, диоксида серы, оксида азота и бенз-а-пирена, которые, в конечном итоге, осаждаются на поверхность озера.

Таблица 26 - Перечень компонентов, превышающие установленные нормативы для сточных вод

Предприятия и объекты	Компоненты, превышающие установленные нормативы
ГРЭС	Превышение установленных нормативов ПДС и ВСС по углероду, взвешенным веществам и комплексу тяжелых металлов.
п. Гусиное озеро	Превышение установленных нормативов ПДС и ВСС (временно согласованного сброса) по взвешенным веществам, органическим загрязнениям (по БПК-5), биогенным элементам
Предприятия г. Гусиноозерск: («Городводоканал», ОАО «Бурятэнерго» «Южные электрические сети», ООО «РТД Байкал»)	Превышение по нефтепродуктам, биогенным элементам (азот аммонийный, нитритный и фосфаты), СПАВам, сульфатам, хлоридам, меди, железа общего и величине рН.

Пути решения проблемы:

1) создание оборотной системы технического водоснабжения для охлаждения не только основных, но и вспомогательных механизмов всех зданий и сооружений путем установки градирен;

2) сбор стоков, сливов и переливов чистых вод с возвратом их в цикл электростанции;

3) строительство очистных сооружений для очистки нефтесодержащих стоков для дальнейшего использования очищенных стоков в цикле электростанции;

4) сбор и регенерация промывочных вод с повторным их использованием при промывках оборудования;

5) сведение до минимума влияния золоотвалов и промплощадки ГРЭС на поверхностные и подземные воды, поступающие в озеро;

6) навести должный порядок в работе и совершенствовании системы очистки газовых выбросов ГРЭС [2].

### **12.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайные ситуации (ЧС) – обстановка на определенной территории сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [5].

Чрезвычайные ситуации подразделяются на следующие виды:

- природные (наводнение, снег, ветер, низкие температуры);
- техногенные (аварии, пожары);
- военные.

Наводнением называется временное затопление значительной части суши в результате действий сил природы, которое причиняет, как правило, большому материальный ущерб и приводит к гибели людей и животных.



Причинами наводнений могут быть: интенсивные осадки и таяние снегов; ледяные заторы на реках.

Предметом исследования является озеро Гусиное.

Гусиное озеро - крупнейший водоем в бассейне Байкала площадью 16,47 га. Водосборная площадь бассейна равна 924 км<sup>2</sup> и имеет хорошо развитую речную сеть с суммарной длиной в 312 км. Площадь водного зеркала 163 км<sup>2</sup>. Длина озера 24,5 км, ширина – 8,5 км, наибольшая глубина – 28 м.

Наводнения могут возникнуть на реках Баян-гол, Загустай, Темник, которые являются притоками Селенги, самого крупного притока Байкала, берет начало в Монголии. Селенга за год в среднем в воды озера Байкал приносит приблизительно 30 куб. км. воды это почти половина всей воды которая попадает в озеро. Сток воды в реке распределен неравномерно. Многоводной реку можно увидеть в июне, июле, когда подтаял снег и обильно льет дождь.

Принятие решения по мерам защиты населения и территорий и на проведение спасательных работ.

Оповещение населения о наводнении.

Приведение в полную готовность сил и средств ликвидации наводнения, обеспечение быстрого выхода их в районы спасательных работ.

Ликвидация чрезвычайной ситуации, основной задачей которой является проведение спасательных работ в зонах затопления.

Спасательные работы при наводнении имеют целью поиск людей на затопленной территории и эвакуацию их в безопасные места для проведения спасательных работ привлекаются спасательные формирования, оснащенные плавсредствами, санитарные дружины, формирования механизации работ, автотранспортные и охраны общественного порядка.

Организованная эвакуация населения из зон возможного затопления осуществляется на автотранспорте, которого требуется обычно больше, чем при других ЧС, так как население эвакуируется с наиболее ценными домашними вещами, скотом и птицей. Решение задачи обеспечения транспортом

облегчается тем, что эвакуация осуществляется на небольшие расстояния, что дает возможность делать по несколько рейсов.

Эвакуация пострадавших из зоны начавшегося затопления проводится по бродам и на плавсредствах, а в наиболее сложных случаях - на вертолетах.

При спасении людей, находящихся в проломе льда, используются концы веревки, доски, лестницы и другие предметы. Приближаться к людям, находящимся в полынье, следует ползком с раскинутыми руками и ногами, опираясь на доски и другие предметы.

Первую медицинскую помощь пострадавшим оказывают спасательные подразделения и санитарные дружины непосредственно в зоне затопления. После доставки на причал оказывается первая врачебная помощь

Локализация наводнения осуществляется путем проведения силами, привлекаемыми для ликвидации ЧС, различных аварийно-восстановительных и других неотложных работ с целью уменьшения уровня подъема воды, быстрого ее спада и защиты элементов инфраструктуры затопленного района.

К аварийно-спасательным и другим неотложным работам при наводнениях относятся также проведение противоэпидемических мероприятий; медицинское обеспечение пострадавших; снабжение пострадавшего населения продовольствием, одеждой, предметами первой необходимости, финансами, жильем, теплом и другими коммунальными услугами.

Действия персонала организации при возникновении ЧС местного и регионального масштабов должны быть согласованы с местными органами МЧС [4] [1].

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

При разработке данного раздела учитываются необходимые нормы и требования законов Российской Федерации при работе за компьютером. Продолжительность рабочего дня составляет 8 часов.

В соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. N 302н работы профессионально связанные с эксплуатацией ЭВМ не входят в перечень вредных и (или) опасных производственных факторов и работ.

В соответствии с пунктом 13.1 статьи 13 Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118 [28], лица, работающие с ЭВМ более 50% рабочего времени (профессионально связанные с эксплуатацией ЭВМ), должны проходить обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в установленном порядке.

Нормальная продолжительность рабочего времени согласно статье 91 Трудового кодекса РФ не может превышать 40 часов в неделю.

В соответствии с Типовой инструкцией по охране труда при работе на персональном компьютере ТОИ Р-45-084-01 продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать двух часов. Продолжительность и частота перерывов зависит от категории работы с компьютером и уровня нагрузки.

Согласно статье 92 Трудового кодекса РФ сокращенная продолжительность рабочего времени при проведении работ профессионально связанных с эксплуатацией ПЭВМ не предусмотрена.

В соответствии со статьей 108 Трудового кодекса РФ в течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается.

Таблица 27 - Категории работ с компьютером

Категории работы с компьютером	Уровень нагрузки за смену при разных видах работ		
	А	Б	В
	кол-во знаков	кол-во знаков	часы
I	до 20000	до 15000	до 2
II	до 40000	до 30000	до 4
III	до 60000	до 40000	до 6

При 8-часовой рабочей смене и работе на компьютере регламентированные перерывы следует устанавливать:

для I категории работ – через два часа от начала рабочей смены и через два часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый;

для II категории работ – через два часа от начала рабочей смены и через 1,5-2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы;

для III категории работ – через 1,5-2 часа от начала рабочей смены и через 1,5-2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы.

Безопасные условия труда на производстве определяются должностными инструкциями и инструкциями по технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности [36].

Лица, привлекаемые к отбору проб, должны быть обеспечены надувными спасательными жилетами, должны уметь грести, плавать, оказывать первую помощь при несчастных случаях, знать способы спасания на воде, периодически проходить инструктаж по технике безопасности.

Место отбора должно обеспечивать безопасный отбор пробы воды в любое время года. С этой целью к местам отбора проб должны вести лестницы, лестничные спуски, трапы, переходные мостики.

Если при отборе проб воды на водных объектах применяют плавсредства, то их плавучие качества должны соответствовать условиям водных объектов, на которых они используются.

При выходе на акваторию водоёма для отбора проб воды необходимо обязательно учитывать условия погоды и иметь прогноз на всё время работ. При отсутствии прогноза погоды выход на работы может быть только с разрешения должностных лиц, ответственных за безопасность работ.

В случае консервации проб необходимо соблюдать требования безопасности при работе с опасными и сильнодействующими веществами [30].

## **Заключение**

Проведенные исследования эколого-геохимического состояния выявили существенные проблемы в качестве воды и водоснабжении.

Решающим фактором формирования химического состава воды являются промышленные предприятия, расположенные по берегам озера. Каждый из этих предприятий ответственны за поступление в озеро соответствующего характеру предприятия загрязняющего вещества. Присутствие в озере нефтепродуктов обусловлено деятельностью ГРЭС и Холбольджинского разреза. Городское коммунальное хозяйство ответственно за присутствие в воде трудно и легкоокисляемых органических веществ. Присутствие микроэлементов и железа связана с функционирование золоотвал ГРЭС. В результате этих процессов вода в озере является загрязненной и ее нельзя использовать для водоснабжения без водоподготовки.

Таким образом, предприятия и город, которые являются основными водопотребителями оз. Гусиное, являются одновременно и основными его загрязнителями. Функционирование такой системы создает критическую экологическую ситуацию для о. Гусиное как объекта водоотведения, так и одновременно как источника водоснабжения. Улучшение системы необходимо в ближайшее время, так как в дальнейшем озеро не сможет выполнять функции водоснабжения.

Для доведения качества поверхностных вод оз. Гусиное до нормативной кондиции необходимо применение современных технологий водоочистки. Эта проблема осложняется тем, что озеро загрязняется широким спектром веществ, которые до настоящего времени до конца не идентифицированы, поскольку не обнаруживаются современными методами анализа природных вод. Это могут быть комплексные неорганические, сложные органические соединения, биологические вещества и т.д. Поскольку неизвестно какие вредные вещества необходимо удалять из воды, то возникает неопределенность в применении тех или иных способов ее очистки. Но тем не менее, необходимость решение этого вопроса очевидна.

Пути решения проблемы заключаются в следующем: 1) создание оборотной системы технического водоснабжения для охлаждения не только основных, но и вспомогательных механизмов всех зданий и сооружений путем установки градирен; 2) сбор стоков, сливов и переливов чистых вод с возвратом их в цикл электростанции; 3) строительство очистных сооружений нефтесодержащих стоков и использование очищенных стоков в цикле электростанции; 4) сбор и регенерация промывочных вод с повторным их использованием при промывках оборудования. 5) сведение до минимума влияния золоотвалов и промплощадки ГРЭС на поверхностные и подземные воды, поступающие в озеро; 4) навести должный порядок в работе и совершенствовании системы очистки газовых выбросов ГРЭС, хотя станция в этом отношении ведет целенаправленную работу; 5) соблюдением нормативов по выпуску сточных вод; 6) правильной утилизации отходов [10].

В настоящее время на территории Гусиноозерского промышленного узла наблюдается деградация природной среды, связанная с нарушением правил природопользования: несоблюдение режимов водоохранной и санитарно-защитных зон озера, наличие несанкционированного размещение отходов производства и потребления. Усугубляет ситуацию уже сложившееся негативное состояние хозяйственно-питьевого водопользования населения, проживающего на территории, прилегающей к оз. Гусиное. Требуется быстрое экологическое оздоровление территории и принятие мер, сводящих к минимуму вредные воздействия окружающей среды на здоровье населения.

Решение задач, связанных с построением эффективной системы водоснабжения и водоотведения промышленного узла - длительный и достаточно дорогостоящий процесс, но необходимый и требует комплексного подхода к решению существующих проблем.

## Список публикаций студента

1. Батуева Э.М. Возможность использования подземных вод города Гусиноозерск для питьевого водоснабжения (г. Гусиноозерск, Республика Бурятия) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 апреля 2016. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016 – Т.1 С. 622-624
2. Батуева Э.М. Геоэкологические проблемы озера Гусиное // Творчество юных – шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, Томск, 23-27 ноября 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015 – С. 281-282
3. Батуева Э.М. Озеро Гусиное как источник водоснабжения // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: материалы Всероссийской конференции с международным участием с элементами научной школы, Томск, 23-27 ноября 2015. – Томск: ТПУ, 2015 – С. 671-675
4. Батуева Э.М. Влияние озер Селенгинского района на озеро Байкал в условиях антропогенного воздействия на примере озера Гусиное // Экология России и сопредельных территорий: Материалы XXI Международной экологической студенческой конференции, Издательско-полиграфический центр НГУ, Новосибирск, 28-30 октября 2016 – Новосибирск: НГУ, 2016 – С. 172
5. Батуева Э.М. Экологическое состояние озера Гусиное в условиях антропогенного воздействия // Сборник тезисов конференции «Теоретические и практические аспекты функциональной экологии» 27-29 октября 2016, г. Пущино Московской области. – М.: Издательство Перо, 2016. – 198 с. [Электронное издание]
6. Батуева Э.М. Влияние техногенной нагрузки на качество оезар Гусиное (Республика Бурятия) // Современные исследования в геологии:

сборник тезисов Всероссийской научно-практической молодежной конференции. Санкт-Петербург, 25-27 марта 2016 – Санкт-Петербург СПбГУ, 2016 – С 93-94.

7. Батуева Э.М. Эколого-геохимическое состояние озера Гусиное как источника водоснабжения г. Гусиноозерск (Республика Бурятия) // Материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри, с международным участием, посвященной 60-летию со дня образования Якутского государственного университета (СВФУ). Секции 4-7. — Нерюнгри : Изд-во Технического института (ф) СВФУ, 2016. — 90-94 с.

8. Батуева Э.М. Гусиноозерский промышленный комплекс как фактор формирования химического и микробиологического состава воды // Геопоиск-2016: Материалы I Всероссийского конгресса молодых ученых-географов, Тверь, 3-9 октября 2016 г. / Тверской государственный университет. – Тверь : Изд-во ТвГУ, 2016. – 233-237 с.

9. Батуева Э.М. Экологического состояние озера Гусиное в условиях антропогенного воздействия. VII Молодежного экологического конгресса « Северная Пальмира» Санкт-Петербург, 22-24 ноября 2016г. - СПб НИЦЭБ РАН 2016. – 330 с.

10. Батуева Э.М. «Органотрофная микрофлора как компонент самоочищения воды озер Гусиное» // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 3-7 апреля 2017. – Томск: Изд-во ТПУ, 2017 – Т.1 С. 622-624



## Список использованных источников

1. Баринов А.В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них (безопасность жизнедеятельности). / А.В. Баринов – Москва.: Недра, 2003.- 495с.
2. Батуева Э.М. Экологического состояние озера Гусиное в условиях антропогенного воздействия. Э.М. Батуева – Санкт-Петербург : СПб НИЦЭБ РАН, 2016. – 330 с.
3. Биндеман Н.Н. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод : книга. / Н.Н. Биндеман, Л.С. Язвин, - Москва.: Недра 1976. – 216 с.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник под ред. Н.К. Шишкина. – М., ГУУ, 2000.
5. Борисенко И.М. Экология озера Гусиное : монография / И.М. Борисенко, Н.М. Пронин, Б.Б. Шайбонов. - Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 1994. – 199 с.
6. Васильев В.В. Байкальский регион – один из центров экологического туризма. Экология южной Сибири : Материалы южно-сибирской международной научной конференции студентов и молодых ученых 21 – 24 ноября 2004 г. Абакан. Том 2. / В.В Васильев – Абакан : Сибирь – Южная Сибирь. 2004. – 43 – 44 с.
7. Геологическое описание / Н.А. Флоренцов, В.Е. Рябенко – Москва: 1964. – 628 с.
8. Гольдберг В.М. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. В.М. Гольдберг, С. Газда. – Москва: Недра, 1984 - 262 с.
9. Горленко М.В. Жизнь растений. М.В. Горленко - Москва : Просвещение, 1977 – 364-461 с.
10. Государственный доклад. О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2013 году. – Улан-Удэ: 2014. – 208 с.
11. ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. О введении в действие ГН 2.1.6.1338-03 (с изменениями на 30 августа 2016 года)

12. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
13. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01.07.92).
14. ГОСТ 12.1.005-88 (с изм. №1- от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01.01.89).
15. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
16. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
17. Гусиноозерская экспедиция П.С. Михно 1927 г. (Динамика природных комплексов Гусиноозерской котловины и аспекты культурного наследия Селенгинского среднегорья) / под ред. Э.А. Батоцыренова. – Улан-Удэ: ЭКОС, 2016. – 168 с.
18. Евсеев А.А. Образец ФМ (Насл. Строгановых, 1919г.).
19. Иметхенова О.В. О растительности Селенгинского среднегорья - Диссертация / О.В. Иметхенова - Улан – Удэ : 2008. – 110 с.
20. Кокунин М.В. «Геологические загадки Гусиноного озера»
21. Кондакова Г.В. Биоиндикация. Микробиологические показатели: учебное пособие / Г.В. Кондакова ; Яросл. Гос. Ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2007. – 136 с.
22. Кулаков В.В. Формирование месторождений пресных подземных вод Приамурья. Автореф. докт. дисс. / В.В. Кулаков – Иркутск : 1992. - 41 с.
23. Кузнецов В.И. Эксплуатация вакуумного оборудования. В.И. Кузнецов, Н.Ф. Намилов, В.Е. Шемякин. Под ред. Р.А. Нилендера – Москва : Энергия, 1978. – 208 с.
24. Материалы с Министерства природных ресурсов РБ.
25. НПБ 105-03 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" (утв. приказом МЧС РФ от 18 июня 2003 г. N 314)

26. Плотников Н.И. Поиски разведка пресных подземных вод : учебное пособие / Н.И. Плотников – Москва : Недра, 1985. - 367 с.
27. Пособие к СНиП 11-01-95 по разработке раздела проектной документации «Охрана окружающей среды»
28. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 3 июня 2003 г. N 118 "О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03"
29. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Издание 7
30. Р 52.24.353-2012. Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод.
31. Романенко В. И. Экология микроорганизмов пресных водоемов / Романенко В.И., Кузнецов С.И. – 1974
32. Расположение озера Гусиное [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://maps.yandex.ru>
33. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. –М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003 г.
34. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
35. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы). - М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003 г.
36. Состояние окружающей природной среды и природоохранная деятельность в Республике Бурятия. Улан-Удэ: 1999-2003г.
37. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017)
38. Ульзетуева И.Д, Гусиное озеро как индикатор загрязнения акватории Байкала. : / И.Д. Ульзитуева, В.В. Хахинов, Б.Б. Намсараев, И.В.

Звонцов – Улан-Удэ : Экология и промышленность России. № 9. 2001. - 30-313 с.

39. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 24.11.2014, с изм. от 29.12.2014) «Об охране окружающей среды» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2015) (10 января 2002 г.)

40. Флоренцов Н.А. Геология СССР. Том 35,ч. 1. Геологическое описание / Н.А. Флоренцов, В.Е. Рябенко – Москва : 1964. – 628 с.

41. Фото автора

42. Хващевская А.А. Охрана водных ресурсов: методические указания к выполнению лабораторных работ работ по курсу «Охрана водных ресурсов» для студентов V курса обучающихся по направлению 280400 «Природообустройство» специальности 280302 «Комплексное использование и охрана водных ресурсов». – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 30 с.

43. Цибудеева Д.Ц. Геоэкологические условия водопользования в речных бассейнах Республики Бурятия : Автореф. / Д.Ц. Цибудеева - Барнаул 2014. – 20 с.

44. Water Quality Planning Bureau, Montana Department of Environmental Quality Water Quality Assessment Method – November 28, 2011.

45. Bohacs, K.M. Lake-basin type, source potential, and hydrocarbon character: an integrated-sequence-stratigraphic-geochemical framework, in E.N. Gierlowski-Kordesch and K.R. Kelts, eds., Lake basins throughspace and time /Bohacs, K.M., Carroll A.R., Neal J.E., Mankiewicz P.J.// AAPG Studies in Geology 46 – P.3-34

46. Khublaryan M.G. Surface waters: rivers, streams, lakes and wetlands/ M.G. Khublaryan // Water Problems institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian.

47. For Plenary Lectures, Oral and Poster Reposts of the 2 Iternetional Seminar «Minerlogy and life: Biomineral Intraction» Syktyvkar, Russia - 17-22 June 1996

48. Appelo, C.A. Geochemistry, Groundwater and pollution / C.A. Appelo, J&D. Postma // Revised edition – 1996 – P. 500/
49. Dillion, «Shallow groundwater systems» (IAH Contributions to Hedrogeoheology 18) / Dillion, Peter&Ian // Simmers 1998 – P. 240.
50. Smedley P.L. Hydrogeochemistry of arsenic and other inorganic constituents in groundwaters from La Pampa / P.L Smedley, H.B Nicolli, D.M.J Macdonald, A.J Barros, J.O Tullio // Argentina - March 2002 – P. 259–284.
51. Reeder S.W. Hydrogeochemistry of the surface waters of the Mackenzie River drainage basin, Canada—I. Factors controlling inorganic composition / S.W. Reeder - August 1972 - P 825-865.
52. Nordstrom D. Kirk. Advances in the Hydrogeochemistry and Microbiology of Acid Mine Waters / D. Kirk // Nordstrom International Geology Review - 06 Jul 2010 – P. 499-515.
53. R.H Johnson R.H. The hydrogeochemistry of the Nickel Rim mine tailings impoundment / R.H Johnson, D.W Blowes , W.D Robertson, J.L Jambor // Sudbury, Ontario - 31 January 2000 – P. 49–80.
54. Savvichev A.S. Microbiological and Isotopic-Geochemical Investigations of Meromictic Lakes in Khakasia in Winter / A.S. Savvichev, I. I. Rusanov, D. Yu. Rogozin, E. E.Zakharova, O. N.Lunina, I.A. Bryantseva, S. K. Yusupov, N. V. Pimenov, A. G. Degermendzhi, M. V. Ivanov // Microbiology. July 2005 - Volume 74 - Issue4 – P. 477–485.
55. Dzyuban A.N. Intensity of the Microbiological Processes of the Methane Cycle in Different Types of Baltic Lakes / A.N. Dzyuban // Microbiology - January 2002 - Volume 71 - Issue1 – P. 98–104.

## **Приложение А – Раздел на английском языке**

### **Meaning of the word «Lake»**

A lake is a body of relatively still water of considerable size, localized in a basin that is surrounded by land apart from a river, stream, or other form of moving water that serves to feed or drain the lake. Lakes are islands and not part of the ocean and therefore are distinct from lagoons, and are larger and deeper than ponds. Lakes can be contrasted with rivers or streams, which are usually flowing. However, most lakes are fed and drained by rivers and streams [46].

Natural lakes are generally found in mountainous areas, rift zones, and areas with ongoing glaciation. Other lakes are found in endorheic basins or along the courses of mature rivers.

Many lakes are artificial and are constructed for industrial or agricultural use, for hydro-electric power generation or domestic water supply, or for aesthetic or recreational purposes.

### **Type of Water lakes**

Lakes are often classed according to the kind of water they contain – fresh or saline (salt). In freshwater lakes, the amount of water entering by rivers, springs, and precipitation equals or exceeds the amount lost by evaporation and outflow. Such lake waters contain relatively small amounts of soluble salts.

Saline lakes have a high salt content. They usually occur in dry areas. Most saline lakes are gradually decreasing in size because of excessive evaporation. They may be isolated bodies of seawater, such as the Caspian Sea, or they may be remnants of former freshwater lakes. Great Salt Lake, for example, is one of the few remaining segments of glacial Lake Bonneville, a huge freshwater lake that existed thousands of years ago. Salt lakes that dry up leave crusts of hard mud and salt called alkali flats [44; 46].

## **Characteristics of lakes**

Lakes have numerous featuring in addition to lake type, such as drainage basin (also known as catchment area), in flow and outflow, nutrient content, dissolved oxygen, pollutants, pH, and sedimentation.

Changes in the level of a lake are controlled by the difference between the input and output compared to the total volume of the lake. Significant input the lake's catchment area, groundwater channels and aquifers, and artificial sources from outside the catchment area. Output sources are evaporation from the lake, surface and groundwater flows, and any extraction of the lake water by humans. As climate conditions and human water requirements vary, these will create fluctuations in the lake level [46].

Lakes can be also categorized on the basis of their richness in nutrients, which typically affect plant growth. Nutrient-poor lakes are said to be oligotrophic and are generally clear, having a low concentration of plant life. Mesotrophic lakes have good clarity and an average level of nutrients. Eutrophic lakes are enriched with nutrients, resulting in good plant growth and possible algal blooms. Hypertrophic lakes are bodies of water that have been excessively enriched with nutrients. These lakes typically have poor clarity and are subject to devastating algal blooms. Lakes typically reach this condition due to human activities, such as heavy use of fertilizers in the lake catchment area. Such lakes are of little use to humans and have a poor ecosystem due to decreased dissolved oxygen.

Due to the unusual relationship between water's temperature and its density, lakes form layers called thermoclines, layers of drastically varying temperature relative to depth. Fresh water is most dense about 4 degrees Celsius (39.2 °F) at sea level. When the temperature of the water at the surface of a lake reaches the same temperature as deeper water, as it does during the cooler months in temperate climates, the water in the lake can mix, bringing oxygen-starved water up from the depths and bringing oxygen down to decomposing sediments. Deep temperate lakes can maintain a reservoir of cold water year-round, which allows some cities to tap that reservoir for deep lake water cooling.

Since the surface water of deep tropical lakes never reaches the temperature of maximum density, there is no process that makes the water mix. The deeper layer becomes oxygen starved and can become saturated with carbon dioxide, or other gases such as sulfur dioxide if there is even a trace of volcanic activity. Exceptional events, such as earthquakes or landslides, can cause mixing which rapidly brings the deep layers up to the surface and release a vast cloud of gas which lay trapped in solution in the colder water at the bottom of the lake. This is called a limnic eruption. An example is the disaster at Lake Nyos in Cameroon. The amount of gas that can be dissolved in water is directly related to pressure. As deep water surface, the pressure drops and a vast amount of gas comes out of solution. Under these circumstances carbon dioxide is hazardous because it is heavier than air and displaces it, so it may flow down a river valley to human settlements and cause mass asphyxiation.

The material at the bottom of a lake, or lake bed, may be composed of a wide variety of inorganics, such as silt or sand, and organic material, such as decaying plant or animal matter. The composition of the lake bed has a significant impact on the flora and fauna found within the lake's environs by contributing to the amounts and the types of nutrient available.

A paired (black and white) layer of the varved lake sediments correspond to a year. During winter, when organisms die, carbon is deposited down, resulting to a black layer. At the same year, during summer, only few organic materials are deposited, resulting to a white layer at the lake bed. These are commonly used to track past paleontological events.

### **Hydrological conditions**

Hydrologic study of surface water bodies in this area is weak, especially in small rivers and lakes, whereas swamps are not practically studied [23].

Hydrological network of the Gusinozersk industrial hub presented by Goose lake, the Rivers Zagustay, Tsagan-Gol, Bayan - Gol, Temnik, and many other small rivers and streams. For hydrologic conditions the interrelationship of surface water with groundwater confined to the powerful thicker Quaternary deposits is typical.



The intermountain depressions of the valley are wide, the river flow is calm, the slope is small. Rivers meander through the valley and branch out into branches and channels. In such parts of the valleys there are many oxbow lakes. These rivers flow into the right tributary of the Selenga – Chikoy, Khilok, UDA.

The Tsagan-Gol is the largest tributary of Goose lake. The length of the river is 25 km away from the left branch of the River Temnik, extending from the main channel at the entrance to Goose lake basin 30 km North-West from its confluence with the Selenga. It flows along the South-Eastern foot of Harbinskogo ridge on the northwestern edge Tamchinskii plains, where the waters of the river flow up to irrigation canals, to its Northern extremity. In the estuary with the name of Bur-Choloy (meaning "throat") it flows into Goose lake within the boundaries of the village of the same name.

The Bayan - Gol is the left tributary of the Selenga. Its length - 14 km [19].

It flows from the South-Eastern tip of Goose lake, a kilometre to the North of ulus Tsaidam, near which lies 2.5 km the westerly direction through shallow wetland Shan lake, which lies 0.7 km to the South of Goose.

Coming out of the lake, it turns at right angles in the South-South-East and flows in the steppe area on the Eastern edge of Tamchinskii plains along the Western gentle slopes of the mountain massif Toyon. Two kilometers from the mouth intersects there is Djidinskiy tract. Empties into the left channel of the Selenga River— Holoï.

The Zagustay originates between the mountains Oryun (1353 m) and Holin-Jade (1351 m) in the South-Eastern watershed slope of the Khamar-Daban, Zagatalskogo emerging from the swamp. It flows for 25 km as a mountain stream in a narrow precipice separating Habinski ranges, where it takes all its tributaries. Its length is 44 km, pool is 382km<sup>2</sup>. Leaving Zagustayskaya falls, the river divides into several streams, flowing down Zagustayskaya valley, North-Eastern part of the Gusinozerskaya depression. For a dozen of miles the valley is regulated by numerous canals and drainage ditches. The main watercourse with the width of 2 - 5 m flows through a marshy plain, taking a calm nature. The river was low and

perhodim Ford. At the confluence of Goose lake forms a swamp, overgrown with cattails and other aquatic plants. Significant floods in the spring when snowmelt in the mountains of the Khamar-Daban, galaxies reclamation system in the valley.

For many rivers in the territory it is a typical phenomenon to freeze to the bottom, and ice or "boiling" is associated with the cold weather and permafrost. Ice severely hampered the traffic on the winter roads. During the severe summer floods resulting from heavy rains and late snow melting on the tops of high mountains, many rivers overflow their banks and cause great damage. And the greatest portion of the rivers nutrition in the intermontane depressions comes from rainwater. The sources of the mountain rivers have approximately the same value. Groundwater is little involved in the rivers because of the wide distribution of crystalline rocks where there is no formation aquifers, the presence of island permafrost, and deep seasonal freezing [19].

Water of rivers and lakes of the study area are used for irrigation purposes. The main source of drinking water in settlements is mine wells with depths ranging from 2 to 7 meters.



Figure 4 – the River of Goose Lake Depression [17].

Table 2 – Morphometric characteristics of the main tributaries of Goose lake [17].

Peka	River length, km, 1927	River length, km, 2015	Catchment area, km <sup>2</sup>
Zagystay	25	44	382
Elnic ( 1927 . – Arhur)	20	14	40,6
Barata(1927 – Bortoy)	15	-	38,1
Songine (1927 – Sangin)	10	-	33,8
Atsay	4	-	12,5
Silve ( 1927 – Selby)	30	-	51,6
Narin-Gorhon	6	-	36,2
Myrtoy	12	-	23,2
Tsagan-gol	20	25	

During the field research in August, 2016 the inflow of the lake was only from Spruce, Segesta and Tsagan-Gol, all the other streams. The decrease in the number of rivers and streams flowing into Goose lake is explained by climate change on the Eastern slope of the Harbinskoye ridge with extremely unfavorable climatic fluctuations (high temperature in summer, aridification) and deforestation and forest fires in the first half of the twentieth century.

### **Characteristics of the Goose Lake industrial hub**

Today, the Town of Goose Lake is the only city and a major centre on the territory of the municipality. All other settlements are rural. Most of the settlements of the region are located along the main transport highway, which leads to Goose Lake Town.

The industry of the city of Goose Lake Town can be divided into 2 sectors: power industry (OAO " Gusinozerskaya GRES") and lignite mining in the context of Kholboldzhinsky (9/10 mined in Buryatia coal).

In the vicinity of Goose Lake Town there are rich natural resources and historical conditions for the construction of a new city-forming enterprise "Gusinozerskaya GRES", which made the city into one of the most industrialized in the country.

Gusinozersk industrial node is the second after Ulan-Ude in economic potential, volume and the rate of impacts on the natural environment of the Republic of Buryatia (Fig. 10).



Figure 10 – The schematic Map of Gusinoozersk industrial hub [32]

In the area of the Goose Lake Town industrial site there are the following types of sources of anthropogenic impact on the geological environment: agriculture, forestry, industrial, energy, mining, transportation, and urban source. The main polluters in the area: Gusinoozerskaya SDPP, coal mines, Gusinoozersk, Goose Lake [38].

### **The state of knowledge of the Lake Goose**

Until recently, Goose Lake remained the least studied object in Trans Baikal. The first chemical analysis of mineral and surface waters in this region was made in 1770. In the late 19th century was studied in sufficient detail located near Goose Selenge mineral lakes. And only in 1930 A. A. Zahvatkin performed the 1st chemical analysis of the Goose Lake waters. In future, episodic sampling was carried out by the various industrial organizations, research and academic institutions. The first fairly complete study of the hydrochemistry of the lake was completed in 1965-1967 by The Department of General and Inorganic Chemistry of Irkutsk State University.

Subsequently, numerous research scientists, specialists of different institutions and departments contributed to the analysis of study area, but the research results were sometimes quite different [5].

Peter Simon Pallas headed in 1772 an expedition of the Russian Academy of Sciences. Description of the trip was published in St. Petersburg in 1773-1778 in three parts in German language. The information on Buryatia was included in the 3rd part of the 1st book under the title "Journey through various provinces of the Russian state". He described the route from Selenginsk and Verkhneudinsk in Posolsk past Goose Lake and Ubucon on 3 and 4 July, 1772, described the Selenga salt lake and evaporation of salt.

Johann Sievers participated in the expedition that was sent by Catherine II to Siberia with the purpose of distribution of the Siberian rhubarb (at that time – the most important export product). Sievers's letters, written during his Siberian journey, were published in 1796, in St. Petersburg under the title "Letters from Siberia". In the third letter, the author indicated the time and method of formation (or rather strong increase) of Goose Lake as a result of the breakthrough of Temnik and listed the rocks of its coasts - ochre and other indications of iron ore; fluorspar in granite on the Creek Ubucon. In 1844, I. F. Stukenberg (Stuckenber, 1844) in the second volume of his detailed hydrography of the Russian Empire devoted a page to Goose Lake and a few words – Selenga Salt Lake. In 1852 I. S. Rural (Rural, 1852) described in detail Goose Lake, its beaches, water, flora and fauna of the shores and water, listed the rivers that flew into the lake. He explained the origin of the lake by the action of subterranean fire. Rural referred coal, alum, ochre, clay, Jasper, zeolite, fluorspar, salt, quartz to the outputs; described a small lake between the Rivers Zagustay and Our with a conical mound of salty mud with pebbles, which he considered of mud volcano origin. The book included interesting Buryat legend, according to which the Lake round Kamyshevaya and Black were one Goose Lake [17].

In 1852 N. W. Shchukin (Shchukin, 1852) mentioned that Goose Lake was formed in the half of the XVIII century breakthrough of Temnik, and now is

decreasing every year. In 1854 the anonymous article "Goose Lake" was published in the "Bulletin of Natural Sciences".

The Decembrist Nikolai Alexandrovich Bestuzhev together with your doctor Petr Andreevich Service presented the detailed analysis of Goose Lake, Obukhovskaya valley with its lakes and Selenga salt plant; description of Goose Lake was added with a detailed sketch map. In 1861, Gustav Radde briefly described his trip from Turkinskie mineral water to Goose Lake, and from Verkhneudinsk in Selenginsk. He was a zoologist, who visited the shores of lake on 14 Sep, 1855.

In 1863 I. D. Cherskiy (Chersky, 1882) made a geological tour to the South-Western Baikal, from the mouth of the Selenga River on post road through Selenginsk and Verkhneudinsk in Kyakhta with side journeys along the shores of Goose Lake. In 1889 G. Y. Stempniewski (Stempniewski, 1889) published the article "Salt pans of Eastern Siberia", where he described in detail the Selenga salt plant located near Salt Lake. The lake had several names: Selenga (in honor of saltery), Goldobin (in honor of merchant Verkhneudinsk-tenant), but now it is referred to as Salt.

In 1895, teacher of mathematics and natural sciences Michael V. Lisowski (Lisowski, 1897) made the expedition to Goose Lake, gave a description of the lake and its surroundings, pointed to the abundance of fish in it. In addition, his article "Materials for the study of the fauna of the lakes of the Western Transbaikalia" provided a brief description of the Selenga pike and salt (at that period it was leased by merchant Goldobina) lakes. He described flora and fauna, the nature and composition of the banks, tributaries, and depth.

In 1896 Vladimir Ptitsyn (Ptitsyn, 1896) in his book "Selenginskaya Dauriya: essays in Zabaykalsky Krai" described among other things Kyakhtinsky merchant tract along Udonge and Temnik. His very poetic description of Goose Lake sounded as follows: "No place has ever impressed a traveler with this refuge of peace and prayer as Gusinozerskaya datsan. Nothing can be compared to being there at Hambo-Lama in early spring, when a huge Goose Lake, has just freed of ice, covered in thousands of herds of migratory water birds, for hours together. I would sit on the

banks, admiring this picture. Geese, ducks, countless, unseen by me rocks, even the cautious swans swam and swam so close that even a hunter as I could kill them in dozens. But I knew that hunting would be uncomfortable for my old and honoured master, who, as a convinced Buddhist, believes that the greatest sin is the killing of living beings, so I never dared to use my gun and made a single observation" [17].

In 1899 V. A. Obruchev (Obruchev, 1899) in his book "Geological investigations in South-Western part of the Transbaikal region in 1897" presented the list of routes, orographic sketch of ranges of Monosta chubinskogo, Gusinozerskaya depression. Along the route the construction of the Trans-Siberian rail journey under the leadership of "the geologist of Siberia" he began his research (1895-1898.) to study geology and minerals of the area [17].

In 1916, V. B. Shostakovich in his "Report on trip to Goose Lake" (Shostakovich, 1916.) published the results of depth measurements of the lake temperature.

In 1930, Goose Lake was studied by the expedition of the Academy of Sciences, after which its participator, Zachvatkini published his articles "On the periodic changes in the level and chemical composition of Goose Lake" in the proceedings of the Academy of Sciences and "Materials for the study lakes goose-Obukhovskoy group" in Proceedings of the Baikal Limnological station. During the summer of 1930, the 10 lakes of Goose-Obukhovskoy group: Goose, Shchuchye, Kamyshevaya, Perches, Bug-Khon-Khor, Zagam North and South, Tsagan-nor Big and Small and Selenge salty were investigated. The first lake was studied by hydrochemical methods [17].

Currently, the study in ecological-geochemical state of Goose Lake is performed in Baikal Institute of Nature Management, SB RAS and some other institutions.

### **The object of study**

The object of study is Lake Goose, as a main source of water supply in Gusinozersk industrial hub.

Gusinozersk is the only Buryat city, which depends on surface waters.

Goose Lake is a large water body in the Central Buryatia, about 90-100 km from Ulan-Ude in the direction of the South-West (Fig. 11).

Goose Lake is the most significant in the hydrological aspect and the most important body of water in the Selenge River basin economically. The lake is a pond, which stretches from South-West to North-East, and has ovate-reniform shape. The banks in places are precipitous, especially the East, in places low and flat, which is typical for the Western, Northern and Southern coasts. Shoreline has a smooth shape, making it more difficult in places only sand spits and cones against the mouths of the rivers and a few shallow bays in the North-Western and South-Western parts. The wide Cape of Chan juts out from the North-West into the lake, which narrows the lake to 5 km.

The surface area is 164 km<sup>2</sup>, the average long-term volume of water mass is 2.40 km<sup>3</sup> with an average depth of 15 m. The maximum depth is 25 m, observed at a distance of 2 km from the South-Western shore and is a small enclosed slide. The length of the lake is about 25 km, a maximum width is 8.5 km (Table 3).

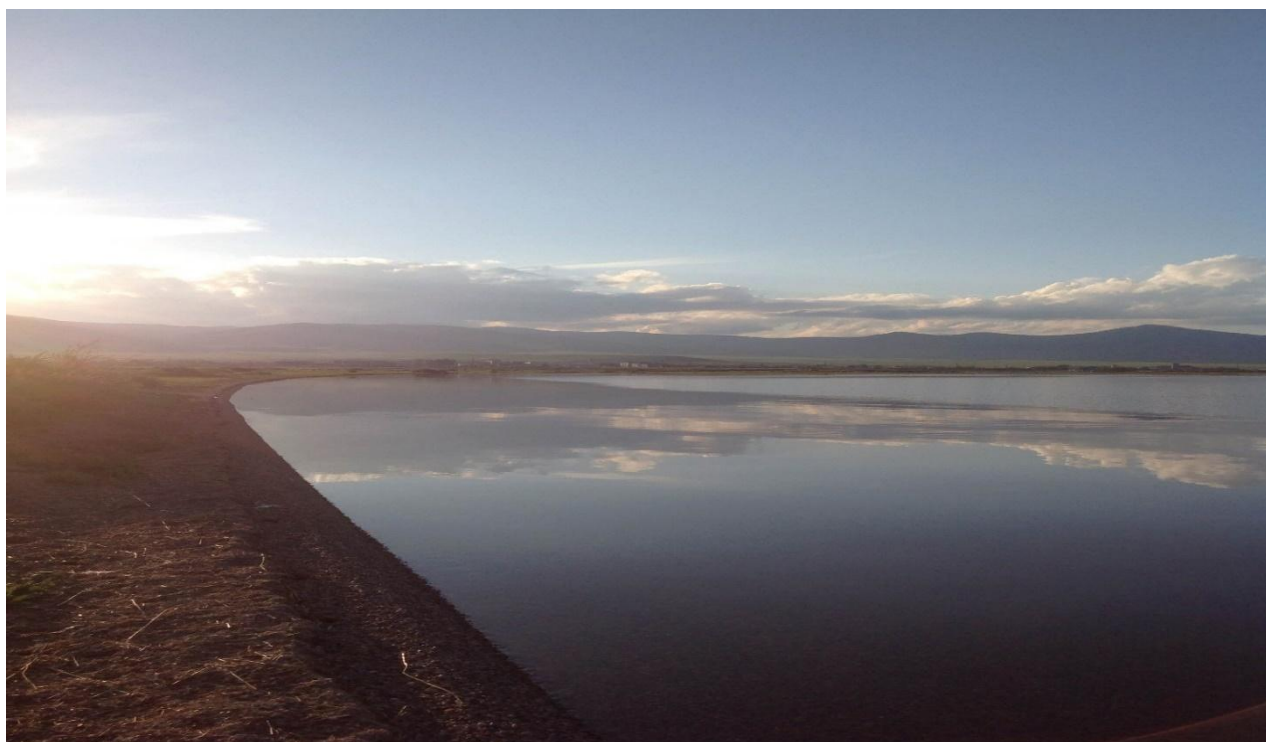


Figure 11 - East side o Goose [41]



Gusinoozerskaya valley has existed since the Late Pliocene and is well developed now, being characterized by numerous but small oxbow lakes left over from meandering in this area of the River Selenga, the direction of which gradually shifted to the East. Major tributaries flowing into the Selenga – the Temnik and Zagustay - carried not only water, but also a significant amount of solid precipitation, which further affected the future of the lake.

At the same time, the fluctuations in the level and squares of lake mirror over the long observation period from 1700 to the present have been observed. In the 18th century, on the site of the lake there were two small lakes. Later on, during two centuries, as a result of repeated floods, the bridge between the waters disappeared, and there was Goose Lake. According to the scientists, the cause of fluctuations in water levels are active crustal movements due to the seismic events of various magnitudes. In these circumstances, intra-annual and inter-annual fluctuations of lake level require constant monitoring of water flow in the tributaries and the reservoir itself, especially during dry phases of the hydrological cycles [7].

Table 3 – Morphometric characteristics of Lake Goose [17]

Indicator	Unit	Value
Square mirrors, s	km <sup>2</sup>	164
Length, L	km	24,8
average width of the HRV.	km	6,65
Maximum width, Wmax	km	8,50
minimum width a Min.		5,1
elongation ratio KI=L/ Vrms	-	3,7
volume of water mass, W	km <sup>3</sup>	2,40
average depth of the NDS.	m	15
greatest depth, Naib.	m	28
capacity coefficient, K2= NDS./ Naib.	-	0,6
coefficient of openness, K3=S/ NDS	-	11
Catchment area, F	km <sup>2</sup>	924
The specific catchment area, ΔF=F/S	-	5,6
The area of the intertidal zone, Litor.	%	6,3
The length of the coastline, I	km	62
Perennial amplitude of levels	m	0,83

Bowl lake is trough-shaped form with two uneven basins. The main part of the water mass is concentrated in the main Western basin, the bottom of which is nearly of smooth surface. In the basin of the South-Eastern part of the lake about a quarter of water is concentrated.

The shores of the lake brought a lot of discoveries: the burial bones of fossil dinosaurs, the large deposits of coal, petrified prehistoric wood. The lake was rich in fish and, until recently, there was fishing brigade. The ruins of their camps are still seen on the banks of the lake. The modern industrial landscape unrecognizably changed the appearance of the lake.

### **Anthropogenic impact on the waters of Goose Lake**

In the area of the Gusinozersk industrial site there are the following types of sources of anthropogenic impact on the geological environment: agricultural, forestry, industrial, energy, mining, transportation, urban. The main polluters in the area are Gusinozerskaya SDPP, coal mines, Gusinozersk plant, Goose Lake [26].

The most powerful and stable factors of anthropogenic impact on water bodies are various industry sectors, the major consumers of water resources. Those industrial enterprises are among the major sources of water pollution due to the use of polluting, water-intensive, and unsustainable technological systems of water treatment, inadequate sewage treatment, unsatisfactory technical condition, and low level of industrial equipment operation, small volumes of irrevocable water consumption. In Goose Lake town there are no industrial clusters, large and small industrial enterprises are scattered throughout. In the sectoral structure of industry electricity production is dominated, then comes the scale of production, followed by mining [43].

The highest technogenic load on Goose Lake is made by the largest in the Republic of Buryatia Gusinozerskaya GRES, a branch of JSC "INTER RAO – electric power plants", which consumes 86,65 % of the total water abstraction of surface waters of the Republic of Buryatia [10].



Figure 12 – Gusinoozersk GRES [41]

Gusinoozerskaya GRES is the largest polluter of the lake, using once-through water supply scheme. Pollutants are associated with the operation of the power plant: warm water coming from the cooling units, power plant, washing out drains and water ash ponds.

A large amount of Goose lake Water is consumed for the production needs of the power plant and used for cooling heat exchangers of the power plant. Used water in a heated condition is received through an open channel in the North-Eastern part of the lake, causing intermittent disruption of the natural temperature regime and influencing many natural processes, such as composition and structure of biocenoses. One of the negative consequences of this thermal pollution is the increase in water temperature in the area of the discharge channel, reducing water transparency, the lack of ice cover during winter period [43].

Water seepage from the ash ponds pollutes the lake water with suspended solids, silicon, aluminium and iron, and trace elements.

A huge mass of atmospheric emissions power plant (average 830 tons/year) have a great effect on the ecological state of the lake. They consist of ash, carbon dioxide, sulfur dioxide, nitrogen oxide, and benzo-a-pyrene, which are ultimately deposited on the surface of the lake.

The impact of the TPP is observed not only on the surface, but also in the underground water (Table 4).

Table 4 – Ranking of indicators of underground water pollution on the territory of GRES

№	Indicator	Quantitative characteristics	SanPiN 2.1.4.1074-01	Exceeded MPC
1	Hardness	21 m-Eq/l	7 m-Eq/l	3 MPC
2	TDS	2000 m/l	1000 m/l	2 MPC
3	Nitrites (NO <sub>2</sub> )	15 m/l	3 m/l	5 MPC
4	Ammonium (NH <sub>4</sub> )	13 m/l	2 m/l	6,5 MPC
5	Oil	0,8 mg/l	0,1 m/l	8 MPC

Sources of groundwater pollution are the industrial site of the power plant, ash disposal areas, subsistence farming of GRES. The groundwater here is contaminated with oil everywhere (3-8 MAC), has high stiffness (up to 3 MPC) and salinity (up to 2 MPC). In the chemical composition of waters chloride and sodium dominate. In the area of the farms the underground water is of high oxidation and contaminated with nitrogenous compounds. The concentration of nitrites is up to 15 mg/l (MPC 3 mg/l) and ammonium is 13 mg/l (MPC 2 mg/l). [23].

The next degree of anthropogenic load is Holbodjinsky cut with the accumulated workings and dumps of rocks. A particular threat to lakes is posed by coal mine acid water, which has a detrimental effect on the biota. Further, Goose Lake town is supplied with insufficiently treated wastewater (Fig.13).

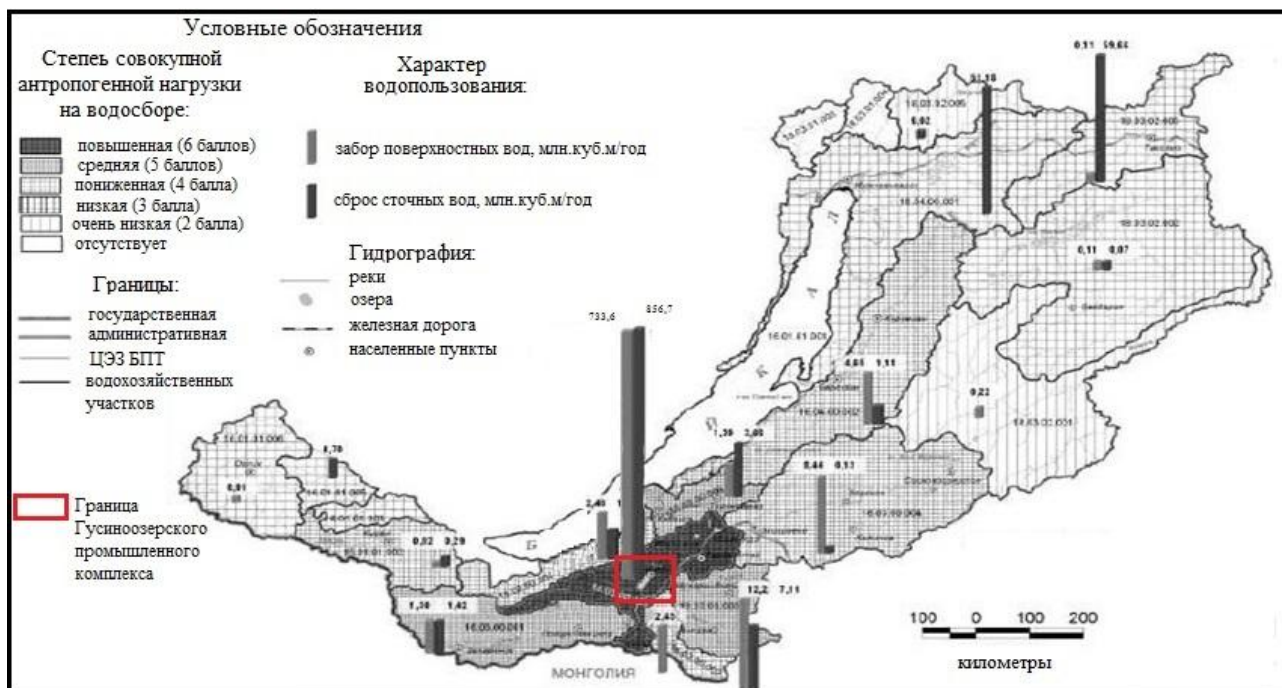


Figure 13 - Ranking of territories of the Republic of Buryatia on the intensity of the total anthropogenic load [43]

Mean annual discharges of mine waters is around 1 million cubic meters per year [5]. Together with mine waters the lake receives a lot of suspended solids, coal dust, and petroleum products.