


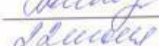
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ  
Кафедра социально-экономической географии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ  
В ГЭК И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ  
ЗАИМСТВОВАНИЯ

и.о. Заведующей кафедрой

к.г.н., доцент

 И.Д. Ахмедова  
 2018 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(магистерская диссертация)

**ДИНАМИКА ТЕХНОГЕННОГО ГАЛОГЕНЕЗА ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮГА  
ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

05.04.06 Экология и природопользование  
Магистерская программа «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнила работу  
студентка 2 курса  
очной формы обучения



Елизарова  
Дарья  
Петровна

Научный руководитель  
д.х.н., профессор



Кремлева  
Татьяна  
Анатольевна

Рецензент  
к.т.н., доцент, и.о. зав. Кафедрой  
органической и экологической  
химии ИнХИМ ТюмГУ



Шигабаева  
Гульнара  
Нургаллаева

г. Тюмень, 2018

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1 ВОЗДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПЛАСТОВЫХ ВОД НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ.....	7
1.1 Общая характеристика галогенеза .....	7
1.2 Причины и следствия галогенеза .....	8
1.3 Способы ликвидации восстановительный период .....	11
Вывод .....	13
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	14
2.1 Физико-географические характеристики района исследований.....	14
2.2 Методика полевых работ, обработки и анализа данных.....	18
Вывод .....	23
ГЛАВА 3 ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА АКВАЛНОЙ И СУДАКВАННОЙ ЭКОСИСТЕМ В РАЙОНЕ СБРОСА МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПЛАСТОВЫХ ВОД ЛЕЧЕБНИЦЫ "АВАН" .....	24
3.1 Анализ временной динамики по данным ДЗЗ .....	24
3.2 Анализ пространственной динамики распределения солевого загрязнения .....	27
3.3 Анализ состояния растительного покрова .....	32
Вывод .....	35
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	36
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	37
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	40
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	42

## АННОТАЦИЯ

В выпускной квалификационной работе приводятся результаты полевых и химико-аналитических исследований аквальных и субаквальных экосистем в районе лечебницы «Аван» в Тюменском районе. В ходе полевых работ было установлено место сброса неочищенных минерализованных вод, проведен отбор проб воды на близлежащей территории и в реке Кулига, являющейся водоемом-приемником сточных вод. Выявлено 5 зон, разной степени засоления, показана их пространственная и временная динамика. Анализировано состояние растительного покрова.

**Ключевые слова:** *подземные минерализованные воды, поверхностные водные объекты, минерализация, техногенный галогенез, засоление*

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность.** В настоящее время одной из серьезных экологических проблем является техногенный галогенез, который представляет собой засоление почв, поверхностных и почвенно-грунтовых вод, вследствие воздействия техногенных минерализованных пластовых вод [24].

Данный процесс особенно актуален для юга Тюменской области так как его развитию здесь способствуют техногенные процессы, связанные с несоблюдением экологических норм при проведении геологоразведочных работ, эксплуатации и последующей консервации нефтегазоносных скважин [18]. Длительное поступление минерализованных пластовых вод на земную поверхность приводит к необратимым последствиям - изменению состава, свойств почв и развитию солончаков, а также, гибель или существенная трансформация растительного покрова.

**Цель исследования:** выявление пространственной динамики техногенного галогенеза аквальных и околководных экосистем в зоне влияния минерализованных стоков бальнеологической лечебницы.

**Задачи исследования:**

1. Изучить причины и последствия техногенного засоления в результате разливов минерализованных пластовых вод на юге Западной Сибири.
2. Изучить пространственную динамику физико-химических параметров минерализованных сточных вод сточной канавы и реки-приемника (река Кулига).
3. Определить временную и пространственную динамику галогенеза и растительного покрова субаквальной экосистемы вдоль русла канавы стока минерализованных вод.

**Объектом исследования** является аквальные и субаквальные экосистемы, подверженные галогенезу в результате сброса минерализованных сточных вод.

Под аквальными экосистемами мы понимаем искусственный водоем (озеро) и русло сточной канавы, через которые осуществляется организованный сброс минерализованных пластовых вод, а также реку-приемник (Кулига), куда осуществляется сброс сточных вод. Гидрохимический состав вод аквальных экосистем формируется в результате смешивания минерализованных пластовых вод с поверхностными водами. Под субаквальными экосистемами мы понимаем затопливаемые низины, прилегающие к руслу сточной канавы, поверхностные и грунтовые воды которых формируются под воздействием минерализованных сточных вод. Почвы и растительность этих экосистем испытывает непосредственное воздействие минерализованных сточных вод.

**Предмет исследования:** временная и пространственная динамика физико-химических и геоботанических характеристик экосистем, подверженных воздействию минерализованных сточных вод.

**Защищаемые положения:**

1. Сброс минерализованных сточных вод является причиной техногенного галогенеза аквальных и субаквальных экосистем.

2. В результате сброса неочищенных минерализованных вод лечебницей "Аван" непосредственно на рельеф происходит формирование специфической пространственной структуры с выделением нескольких зон в зависимости от степени засоления среды, при этом река-приемник Кулига испытывает значительное воздействие.

3. Динамика пространственной структуры экосистем, вызванная техногенным засолением в изученном случае, проявляется в резком снижении минерализации сточных вод, в зависимости от удаленности от источника.

4. Временная динамика проявляется в прогрессирующему очагу гибели лесной древесной растительности. Под воздействием техногенного засоления в субаквальной экосистеме происходит замещение исходных фитоценозов галофитными, а также уменьшение продукции наземной фитомассы, видового богатства, проективного покрытия и флористического сходства с фоновой растительностью.

**Научная новизна** исследования заключается в получении зависимостей пространственного распределения техногенного засоления в аквальных и субаквальной экосистемах в зависимости от конкретного уровня минерализации сточных вод в условиях юной тайги Западной Сибири. Показано, что исходный уровень минерализации (солесодержания) превышающий 10 г/л с дебитом до 50 м<sup>3</sup>/ч протяженностью 600 м приводит к двукратному увеличению общей минерализации вод малой реки-приемника.

**Практическая значимость.** Работа представляет интерес в плане проектирования рекультивационных мероприятий общесанитарного направления в прилегающем погибшем лесном массиве.

**Фактический материал.** Источниками информации для написания магистерской диссертации послужили литературные источники, полевые натурные обследования в районе сброса минерализованных вод лечебницы "Аван" в Тюменском административном районе Тюменской области, результаты гидрохимических анализов проб воды, геоботанические описания.

Личный вклад автора заключается в анализе литературных источников, отбор и лабораторный анализ проб поверхностных вод, геоинформационная и статистическая

обработка материалов. В работе использовались программные средства Microsoft Word, Microsoft Excel, ArcGIS, BaseCamp, Adobe Photoshop, Google Earth Pro, Google Earth Engine.

**Структура работы:** Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения, списка литературы, 2 приложений. Содержательная часть работы изложена на 49 страницах машинописного текста, иллюстрирована 19 рисунками, 6 таблицами. Список литературы включает 34 наименований

*В первой главе* проанализированы литературные данные по поставленной проблеме.

*Во второй главе* дана физико-географическая характеристика района исследования; описаны методы полевых, лабораторных исследований и камеральной обработки данных.

*В третьей главе* показана пространственная и временная динамика аквальной и судаквальной экосистем в районе исследования.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю д.х.н Татьяне Анатольевне Кремлевой за помощь и руководство в проведении химико-аналитических исследований, д.б.н, директору НИИ экологии и РИПР ТюмГУ Андрею Владимировичу Соромотину за содействие в постановке структуры работы и за ценные научные советы при написании работы, к.б.н, ведущему научному сотруднику ФИЦ "ТюмНЦ СО РАН" Марии Николаевне Казанцевой за помощь в проведении геоботанических исследований.

# ГЛАВА 1 ВОЗДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПЛАСТОВЫХ ВОД НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

## 1.1 Общая характеристика галогенеза

Галогенез (от греч. *hals* - соль и *genesis* - происхождение, появление \* а. *halogenesis*; н. *Halogenese*, *Salzbildung*, ф. *halogenese*; и. *halogenesis*) – процесс осадконакопления, с которым связано отложение минеральных солей в осадочных бассейнах (водоёмах) земной коры из водных растворов разнообразного химического состава и происхождения [27].

В зависимости от химического состава исходных водных растворов возможно развитие следующих типов галогенеза:

- хлоридного — соли формируются за счёт растворов хлоркальциевого типа, отлагаются калийно-магниевые соли исключительно хлоридного состава (сильвин, карналлит, бишофит, тахидрит);
- сульфатного — соли, выпадающие из растворов хлормагниевого и сульфатно-натриевого типов, представлены хлоридами и сульфатами калия и магния (каинит, кизерит, полигалит, карналлит, бишофит);
- содового — соли отлагаются из растворов гидрокарбонатно-натриевого и сульфатно-натриевого типов (с галогенезом данного типа связано осаждение соды, троны, нахколита, галита и других минералов).

В хлоридном и сульфатном типах галогенез начинается с выпадения в осадок сульфата кальция (ангидрит, гипс), реже кальция и натрия (глауберит) и натрия (мирабилит), затем галита; завершается галогенез осаждением хлоридных и хлоридно-сульфатных калийно-магниевых солей. Эта последовательность выпадения в осадок твёрдых фаз, обусловленная физико-химическим законом растворимости, получила название завершённого цикла галогенеза [30] и позволяет выделить начальную (сульфатную), среднюю (галитовую) и высокую (калийную) фазы развития галогенеза [9].

Исходные растворы, участвующие в галогенезе, по происхождению подразделяются на:

- Морские, континентальные и гидротермальные слабоминерализованные, которые повышают свою минерализацию в процессе испарения за счет солнечной радиации;
- Высокоминерализованные растворы хлоркальциевого типа, относящиеся к подземной части гидросферы или формирующиеся в процессе деструкции древнего и образования нового гранитно-метаморфического слоя земной коры;
- Десцендентные, возникающие в результате разрушения и выщелачивания древних солей.

## 1.2 Причины и следствия галогенеза

Первичное (природное) засоление образуется путем испарения, в результате которого происходит выпадение в осадок солей из водных растворов на земной поверхности. В результате активизируется процесс влаго- и солепереноса и формируется испарительный геохимический барьер, что ведет к процессу соленакопления. Помимо климатических условий, к засолению почв приводит и рельеф территории, так слабая дренированность способствует замедлению латеральных-геохимических потоков, подъему уровня грунтовых вод и активизации процессов засоления в аридных зонах.

Условия, полнота развития и размеры засоления определялись тектонической обстановкой седиментационного бассейна, где происходил галогенез. Большая часть солеродных бассейнов прошлого с развитием галогенеза хлоридного и сульфатного типов, в которых формировались мощные залежи калийных солей, развивалась на фоне двух резко различных геодинамических процессов эволюции континентальной коры: её деструкции, или рифтогенеза, и скупивания, или орогенеза. Для глубоководных бассейнов климатический фактор не имел решающего значения; в остальных случаях его влияние было определяющим. В геологическом прошлом преобладал хлоридный тип галогенеза, в современных озёрах и лагунах — сульфатный, с незначительным осаждением калийных солей. Водоёмы с содовым типом галогенеза территориально связаны с горно-складчатыми областями (межгорной впадины Анд и Кордильер Южной и Северной Америки, Тибет и др.), рифтовыми структурами (озёра восточной Африки) и впадинами конечного стока континентальных вод (озёра Кулундинской степи и др.). Продукты содового типа галогенеза легко разрушаются из-за небольших размеров, высокой растворимости и миграционной способности и поэтому отсутствуют в ископаемом состоянии в более древних, чем третичные, отложениях [9].

Вторичное (техногенное) засоление почв является одним из главных деградационных процессов, определяющее экологическое состояние земель. При этом различают: собственно, засоление почв — избыточное накопление водорастворимых солей и возможное изменение реакции среды вследствие изменения их катионно-анионного состава; осолонцевание — приобретение почвой специфических морфологических и других свойств, обусловленное входением ионов натрия и магния в почвенный поглощающий комплекс, что рассматривается как самостоятельный процесс неблагоприятных изменений почв засоленного ряда.

Засоление почв оценивается:

- По глубине расположения верхней границы солевого горизонта



- засоленные почвы, содержащие соли в верхнем метровом слое почвенного профиля
- глубоко засоленные — верхние границы засоленного горизонта расположены во втором метре.
- потенциально засоленные содержат легкорастворимые соли на глубине 2–5 м, то есть в почвообразующих и подстилающих породах
- По составу солей (химизму засоления);
  - преимущественно хлоридные,
  - преимущественно сульфатные
  - содовые (с участием или преобладанием гидрокарбонатов, или карбонатов натрия)
- По процентному участию засоленных почв в почвенном контуре:
  - с преобладанием засоленных почв (площадь засоленных почв составляет более 50% площади контура);
  - с высоким участием засоленных почв (50–20%);
  - с участием (20-5%) засоленных почв;
  - с локальным проявлением засоленных почв (менее 5%).

В настоящее время в районах нефтедобычи активно развиваются процессы засоления почв, грунтов, поверхностных, внутрипочвенных и подземных вод, которые впервые подробно были описанные Н.П. Солнцевой под названием техногенного галогенеза [24-26]. Источники солей - сырая нефть, высокоминерализованные пластовые, сточные промышленные воды и другие геохимически активные вещества, используемые при извлечении и обессоливании нефти. По мнению Н.П. Солнцевой, воздействие минерализованных вод на почвы бывает более сильным, чем влияние собственно нефти и нефтепродуктов. Очень часто оба загрязнителя оказывают одновременное воздействие на почвы.

Специфика засоления заключается в том, что оно имеет место в почвах гумидных территорий, где находится большая часть нефтепромыслов России. Суммарное содержание солей может варьировать от 0,01 до 10% в почвах тундровой и таежной зон. Накопление солей в почвах определяется не только их высокой концентрацией в загрязнителях, но и частыми авариями на нефтепроводах, а также природными факторами: заболоченностью и/или слабой дренированностью таежных и тундровых почв. В составе солей доминируют хлориды, много сульфатов и карбонатов. Наиболее распространено хлоридно-натриевое засоление, однако состав солей, равно как их

содержание и пути миграции в ландшафтах, крайне динамичны. В самом общем виде отмечается тенденция «классической» геохимической зональности солевого состава ореолов загрязнения и вертикальной дифференциации солей в профилях почв гумидных территорий. Так, карбонаты концентрируются в ядрах ореолов, ближе к источникам солей, а хлориды, как самые активные мигранты, обрамляют периферию ореолов. Геохимическая зональность обычно нарушается повторными выбросами солевых масс, особенностями «носителей» солей, например, составом пластовых вод и долей нефтяных компонентов в солевых растворах или смесях, составом и строением почвенного покрова - приемника солей.

Зачастую высокое содержание водорастворимых солей в нефтезагрязненных почвах превышает влияние собственно нефтяного загрязнения так как сопровождается глубокой трансформацией всего комплекса биогеохимических процессов, что приводит к существенному изменению свойств почв [12].

Воздействие техногенного галогенеза на водосборные ландшафты речных долин и водные системы было изучено и описано, на примере территорий юга Тюменской области рядом авторов [18-22] в 2014 г.

Объектом исследования стал участок второй надпойменной террасе р. Аремзянки, вблизи г. Тобольск, где расположена скважина минеральных, обогащенных йодом вод, с дебитом 1000 м<sup>3</sup> /сут. На территории исследований было отмечено значительное изменение солевого состава почв, а именно: значительное увеличение долей анионов Cl<sup>-</sup> и катионов Na<sup>+</sup>, что явилось причиной хлоридно-натриевого химизма почв и высокого суммарного показателя солей (0.33–1.07%). Прилегающие к скважинам почвы представлены хлоридно-натриевыми корковыми глубокопрофильными солончаками, в то время как основная территория надпойменной террасы сложена дерново-глееватыми почвами.

Отрицательное влияние галогенеза на почвы дополнительно заключается в понижении их депонирующих и плодородных свойств.

Так же авторами исследования был выявлен факт влияния галогенеза на окружающую среду в виде изменения химического состава ледяного покрова, образующегося у заболоченной области скважины, в составе которого было обнаружено значительное превышение содержания водорастворимых солей Na<sup>+</sup> и Cl<sup>-</sup>, превышение содержания ионов этих элементов доходило до 80-90 раз, в сравнении с фоновым составом снегового покрова.

Отрицательное влияние галогенеза на изменение химического состава ледяного покрова заключается в том, что такого рода льды и снега оттаивают раньше, чем подстилающие их почвы, благодаря чему талые снеговые воды Cl-Na класса водной

миграции с поверхностным склоновым стоком выносят накопленные в ледяной насыпи соли в реку, распространяя дополнительно влияние галогенеза на территории ниже по течению.

Так же, исследователями было выявлено, что влияние техногенного галогенеза, обусловленного фантанированием высокоминерализованной воды из скважин, способно изменять состав и класс небольших рек, расположенных ниже по территории водосбора. Например, в период летней межени в 100 м ниже по течению от слива минерализованной воды речные воды из естественного гидрокарбонатного класса и кальциевой группы переходят в хлоридный класс и натриевую группу, причем концентрации ионов  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Na}^+$  в речной воде значительно превышает фоновые значения.

Следствием изменения химического состава вод мелких водотоков, неизбежно приводит к изменению состава донных отложений. На изучаемой территории при исследовании донных отложений было выявлено повышенное содержание обменного  $\text{Na}^+$ , по сравнению с фоновыми значениями.

Таким образом, И. Г. Сванидзе и др. было доказано пагубное влияние техногенного галогенеза, вызванного высокоминерализованными вод бесхозных геологоразведочных скважин на природный комплекс территорий второй надпойменной террасы р. Аремзянки, включающий в себя почву, снежный и ледовый покров, воды и донные отложения прилегающих мелких водотоков.

### 1.3 Способы ликвидации восстановительный период

Как правило, каждый разлив сырой нефти сопровождается поступлением на земную поверхность легкорастворимых солей, которые находятся в пластовых жидкостях. При нефтедобыче в Западной Сибири для заводнения буровых скважин используются воды, имеющие хлоридно-натриевый состав [14]. По Н.П. Солнцевой даже однократное поступление в ландшафты высокоминерализованных вод достаточно для трансформации ландшафтообразующих геохимических процессов. Ряд авторов [23] предполагают, что легкорастворимые соли в таежных нефтедобывающих районах, будут довольно быстро выноситься из профиля почв, поскольку процесс освобождения протекает очень активно вследствие промывного водного режима. Тем не менее, в болотных почвах, этот процесс будет занимать гораздо больше времени вследствие высокой аккумулятивной способности и высокой сорбционной емкости.

Есть несколько способов рекультивации почвенного покрова, подверженного техногенному засолению:

- Удаление избытка солей промывными водами

Данный способ предусматривает полив пресной водой с последующей откачкой и вывозом на объект подготовки

- Механическая обработка почвы

При механической обработке верхнего слоя почвы ускоряется поверхностный вынос водорастворимых солей, улучшается аэрация, что положительно сказывается на жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. Механическая рекультивация хорошо себя зарекомендовала в США (район прерий), но в Западной Сибири данный способ не значительно ускоряет миграции водорастворимых солей.

- Внесение органики

При внесении навоза в почву, повышается плодородие почвы, путем увеличения доли гуминовых кислот, которые способствуют выщелачиванию

- Гипсование

Гипс активно включается в формирование почвенно-поглощающего комплекса, заменяя натрий (катионно-анионный обмен) [28].

- Биоремедиация (посев галофитов)

Рассоление почвы происходит благодаря удалению солей путем высевания на ней однолетних растений-галофитов с последующей их уборкой

- Установка дренажных систем

Данные установки используются на месторождениях и эффективны на территориях с глубоким залеганием грунтовых вод

- Ускорение поверхностного выноса талыми водами

Спецтехникой формируются снежные валы 3 - 4 м шириной и 1 - 2 м высотой, расстояние между валами 2 - 5 м и зачищено от снега. В период схода снежного покрова, вода, образующаяся при таянии снега, промывает верхние горизонты почвы между рядами, стекая под уклоном, смешивается с чистыми талыми водами и разбавляет концентрацию солей

- Срезка и обессоливание грунта с последующим возвращением

Требуется спецтехника для снятия и перемещения грунтов и дополнительного оборудования, которое производит обессоливание почв

- Срезка засоленного грунта с последующим вывозом и отсыпка чистого грунта

Помимо применения специальной техники, требуется полигон для захоронения засоленного грунта [33].

Пожалуй, самый экологичный и экономичный – это биоремедиация. В Тюменской области есть положительный опыт изучения фиторемедиационной способности растений, на примере астры солончаковой, которая способна поглощать соли, содержащиеся в пластовых минерализованных водах [29]. Но из всех вышеперечисленных способов, ни один не является самодостаточным и в зависимости от природно-климатических условий стоит подбирать комбинацию способов рекультивации [31].

Вывод:

Сброс сточных минерализованных вод является причиной техногенного галогенеза аквальных и субаквальных экосистем. Следствием которого является изменение химического состава почвенно-грунтовых и поверхностных вод, засоление почв, а также, гибель или существенная трансформация растительного покрова.

## ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Район исследования располагается в юго-восточной части Западно-Сибирской низменной равнины, в долине Туры. В административном отношении относится к Тюменскому району юга Тюменской области, участок работ находится, в 31 км на северо-запад от г. Тюмень. В локальном отношении территория расположена в долине р. Кулига (рис. 3.8). Для исследования была выбрана территория поблизости действующей скважины, находящийся в лечебнице (загородном клубе). Географические координаты 57°15'01.53" СШ, 65°07'09.49" ВД.

Основная часть использованной в бальнеологических целях минерализованной воды без очистки сливают в близлежащую заболоченный естественный лог, имеющий уклон в сторону русла реки Кулига. Главным источником солевого загрязнения являются русла постоянного и временного стока минерализованных вод и также образующиеся заболоченные участки. Постоянный сток обеспечивается ручьем, вытекающим из обводненного карьера и впадающим в р. Кулига.

### 2.1 Физико-географические характеристики района исследований

Район работ расположен в южной части Западно-Сибирской равнины, в долине р. Тура. В административном отношении относится к Тюменскому району юга Тюменской области, участок работ находится, в 31 км на северо-запад от г. Тюмень. Абсолютные отметки Тюменского района достигают 120 м и постепенно уменьшаются в восточном направлении и на террасах Тобола составляют около 60 м. Поверхность центральных частей района пологоволнистая.

Современный рельеф Западно-Сибирской плиты обусловлен геологическим развитием, тектоническим строением и влиянием разнообразных экзогенных рельефообразующих процессов и находится в тесной зависимости от структурно-тектонического плана плиты. В рельефе выделяются три разновысотных ступени: высокая - с абсолютной высотой 150-200 м и более, средняя - 100-150 м и низкая (низинная) - менее 100 м.

Тюменский район расположен в нижнем течении крупных зауральских рек Туры и Пышмы. В северной части, за Турой, простирается на десятки километров ровный заболоченный массив – Тарманские болота. На западе, между Турой и Пышмой, лежит обширная пологоволнистая водораздельная возвышенность, входящая клином в пределы района из Свердловской области. Правые берега Туры и Пышмы рассечены оврагами и

балками, в которых текут речки и ручьи. Южная часть района расположена на высоких увалах водораздела рек Пышмы и притоков Исети (Среднего и Нижнего Бешкиля), а восточная – на плоской равнине правого коренного берега Пышмы.

Территория района полого снижается с юго-запада на северо-восток. Наиболее высокие западные участки территории лежат на высоте 110-120 м над уровнем моря, а самые низкие восточные – на высоте 60-70 м. На 30-40 м над долиной поднимается правый коренной берег Туры. На территории района основными ландшафтами являются пологоволнистые равнины с сосновыми и березовыми травяными лесами. Сосновые леса к востоку и югу от Тюмени расположены на невысоких песчаных буграх, представляющих собой древние дюны.

Климат и гидрография. Континентальный климат, характеризующийся суровой продолжительной зимой, коротким и холодным летом на севере и тёплым — на юге, переходными сезонами (6—7 недель) с поздними весенними и ранними осенними заморозками. Средние температуры воздуха января понижаются с запада на восток от  $-20^{\circ}$  до  $-27^{\circ}\text{C}$ , на остальной территории температура воздуха понижается с юго-запада на северо-восток от  $-17^{\circ}$  до  $-27^{\circ}\text{C}$ . В отдельные дни почти ежегодно температура ночью понижается до  $-36^{\circ}\dots-44^{\circ}\text{C}$  в южной части области. Преобладают ветры с северной составляющей. Средние месячные температуры июля, самого тёплого месяца года, колеблются в пределах от  $4^{\circ}\text{C}$  на севере до  $18^{\circ}\text{C}$  на юге области. В отдельные дни в июле-августе почти ежегодно температура воздуха днём может повышаться в Заполярье до  $20^{\circ}\text{C}$ , на остальной территории — до  $25^{\circ}\dots35^{\circ}\text{C}$ . При вторжениях холодных арктических масс воздуха возможны очень резкие понижения температуры даже в июле-августе: в северо-западных районах области до  $-5^{\circ}\dots-6^{\circ}\text{C}$ , на остальной территории до  $-1^{\circ}\dots-4^{\circ}\text{C}$ . Безморозный период длится от 50-60 дней на севере и до 127 дней на юге области. Основное количество осадков выпадает с мая по октябрь. На юге Тюменской области — 350—400 мм. Равнинный характер рельефа области, её открытость с севера и юга способствуют глубокому проникновению холодных арктических воздушных масс и свободному выносу континентальных умеренных и даже тропических воздушных масс с юга на север. С запада часто прорываются через невысокие Уральские горы теплые, влажные ветры Атлантического океана. В итоге погода в Тюмени неустойчива в любой сезон года. В отдельных частях Тюмени формируется свой микроклимат; он зависит от рельефа, высоты домов, близости лесов и полей, водоемов, особенностей направления ветров и т.д. На территории области выделяют климат тундры и лесотундры — избыточно влажный, с продолжительной и холодной зимой и холодным летом, климат лесной зоны — влажный, с

умеренно суровой снежной зимой и с умеренно тёплым летом, климат лесостепи — недостаточно влажный, с умеренно суровой снежной зимой и тёплым летом.

Основной особенностью гидрографической характеристики территории является ее равнинность, обуславливающая слабую дренированность территории, ее заболоченность и замедленный сток грунтовых и поверхностных вод. Густота речной сети в пределах района невелика — от 30 до 150 м на 1000 м<sup>2</sup>. В окрестностях г. Тюмень протекают две крупные реки: Тура и ее приток Пышма. Река Тура – левый приток р. Тобол, длина реки составляет 1030 м, площадь бассейна 80,4 тыс. км<sup>2</sup>. В Тюменском районе долина реки имеет форму трапеции, ассиметричная, ширина ее от 2,5 до 7,5 км. Скорость течения составляет 0,2 м/с не превышая 0,4 м/с, лишь во время весеннего паводка возрастает до 0,61-0,96 м/с. Берега обычно крутые, правый берег открытый, левый задернован и порос кустарником. Питание реки преимущественно снеговое. Половодье начинается в конце марта – начале апреля, сроки окончания приходятся на начало июля. Высота весеннего подъема уровня составляет в Тюменской области в среднем 3-4 м. Минерализация воды в период весеннего половодья (апрель, май) наименьшая (плотный остаток 250-350 мг/л), а в период зимней межени – наибольшая (плотный остаток 1000-1200 мг/л).

Пышма берет начало из озера Ключи и впадает в р. Туру. Длина р. Пышмы 614 км, в том числе в пределах Тюменского района 150 км. Пышма очень извилиста, изобилует перекатами и омутами, в отличие от р. Туры. Ширина ее от 30 до 100 м, глубина от 0,7-8 м. Площадь водосбора Пышмы достигает 19 700 кв.

В окрестностях Тюмени немало озер. Есть озера-старицы, расположенные в поймах рек и образовавшиеся при изменении их русел. Старицы в пойме Туры немногочисленны, но велики по размерам, например, озера Антоново, Прорва, Косылбаево, Первое и Второе Кривое и др. Есть озера таежные (урманские), образовавшиеся в результате заполнения водой низких участков рельефа, просадочных котловин. К ним относятся Чапкуль, Военное, Мостовое, Лиственное, Большой и Малый Тахталы, расположенные к югу от Туры, а также Богандинское, Большое и Малое Албынское, Картыма, Зубаревское, многочисленные озера на Тарманских болотах. Так называемые остаточные озера расположены в руслах древних рек. Такими озерами являются Большой и Малый Тараскуль, Тулубаево, Лебяжье, Углово, Водопой, Большая и Малая Туловка (последние четыре озера осушены при разработке торфа на болоте Боровское), Андреевская система озер. Все они расположены там, где в давние времена протекала река Пышма, вернее, ее предшественница Прапышма, в результате геологических процессов изменившая свой путь. До сих пор в годы с высоким половодьем воды Пышмы заходят в эти озера по болотам и низинам, обновляя в них воду и пополняя рыбные запасы.



Большинство озер имеет на дне залежи сапропеля, его толщина достигает 3-7 м, а слой воды над ним всего от 0,4 до 1,6 м. Большинство озер подвергаются замору зимой, и даже летом – в пору сильного «цветения» воды. Не подвержены зимнему замору только озера Янтык, Долгое (у бывшей д. Мехряковой) и Якушевское. Они глубокие и питаются грунтовыми водами, богатыми кислородом.

В окрестностях Тюмени имеется несколько искусственных водоемов - прудов. Самые старые из них – Чернореченский на речке Бардянке, ему более 200 лет, и пруд, устроенный на речке Бабарынке еще в начале XX века. На этой же речке в 50-е годы был построен Цимлянский пруд, или озеро, как его называют тюменцы. Имеются небольшие пруды на речках Ольховке в д. Фуфаевой, Таловке в с. Луговом, Пановке в с. Кулаково, Каменке в одноименном селе, Кармаке в с. Успенке и д. Зырянке, а также на других малых речках.

Почвы и растительность Тюменского района. В районе имеют распространение два подтипа серых лесных почв: серые и темно – серые, и два подтипа подзолистых почв: подзолистые и дерново – подзолистые. Серые лесные почвы сформировались на карбонатных покровных породах под березовыми лесами с развитым водного режима. Почвы носят аллювиальный характер, так как территория расположена на второй надпойменной террасе р. Туры и ранее представляла пойму. Подзолистые почвы формируются под хвойными или смешанными лесами на бескарбонатных или остаточных – карбонатных материнских породах, в условиях промывного типа водного режима. В пределах города, особенно в его застроенной части, преобладают урбаноземы, приуроченные к территориям, занятым высотной застройкой и частично разнотипной застройкой. На территории, занятой одноэтажной застройкой, выделены комплексы урбаноземов с культуроземами. Значительные площади в окрестностях города занимают пахотные слабонарушенные почвы.

Флористический состав Тюменской области изучен недостаточно ориентировочно флора области содержит около 2200 видов высших сосудистых растений. Из них высшие споровые (в т.ч. плауновидные) представлены 45 видами, хвощевидные – 7, играют ведущую роль растительности области. Большинство видов – покрытосеменные, с преобладанием двудольных растений. Особенности растительного покрова земной зоне г. Тюмени определяются положением его в зоне подтайги, на границе южной тайги и лесостепи. Коренные леса, представленные хвойными, преимущественно сосновыми лесами, в настоящее время в значительной степени вырублены. Для речных долин характерны пойменные луга, заливаемые в половодье. Суходольные луга встречаются редко. Берегам многочисленных озер покрыты зарослями ивы, тростника, камыша и рогоза. Естественной

границей зеленой зоны служит р. Пышма. В нее входит 63.3 тыс. га государственных лесов, около 90 тыс. га совхозных, более 150 тыс. га сельскохозяйственных угодий (пашни сенокосы, пастбища, приусадебные участки, коллективные сады и т.п.), около 100 тыс. га болот, общая площадь пригородных лесов около 100 тыс. га (50% - хвойные насаждения в основном сосна, 40% заняты березами). Чистые “парковые” сосновые боры плавно спускаются в низины и перемежаются с обширными березняками и осинниками. Древесно-кустарниковый фонд земных насаждений включает те же виды, что и природная растительность, поскольку интродукция чужих для западной Сибири растений затруднена из-за биоклиматических условий Тюмени.

## 2.2 Методика полевых работ, обработки и анализа данных

Материал был собран автором в полевой сезон 2017 года. В основе полевых исследований лежит *сравнительно-географический метод*, который заключается в сравнении и установлении пространственных и временных различиях географических объектов и явлений. В результате, данный метод помогает установить отличительные черты нарушенных компонентов ландшафта с их фоновыми аналогами. Карта-схема района полевых исследований представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Карта-схема полевых исследований  
(составлено автором, основа Google Earth Pro)

На этапе *полевой съемки* определяется сеть маршрутов и ключевых участков, выделяются объекты картирования и составляется полевой макет карты с помощью площадной съемки. Площадная съемка осуществляется путем обхода картируемой территории, во время которого выделяются все картируемые единицы ПТК и устанавливаются их границы. Основными объектами площадной съемки являются самые низшие типологические единицы растительного покрова – ассоциации и выделы. Описание растительного покрова производилось в июле, так как в условиях средней тайги Западной Сибири приходится максимум вегетации растительности, что позволяет адекватно оценивать ее состояние. При описании определялся видовой состав фитоценозов, количество видов, проективное покрытие и сомкнутость крон.

В камеральный период выполняется окончательный вариант дешифрирования исследуемой территории, наносится легенда карты и условные обозначения [14].

Итогом полевых работ - служит картосхема динамики солевого загрязнения, которая представляет собой построение изолиний одинаковых значений. Картографический метод использовался для исследования закономерностей: как пространственно размещены явления, как они взаимосвязаны, насколько зависят друг от друга, каким образом развиваются и так далее.

Очень важное значение имеет качество картографического изображения, поскольку от точности и детализации будет зависеть возможность картирования самых низших единиц ПТК. Больше всего отвечают требованиям аэрофотоснимки масштаба 1:10000 и крупнее, дающие наиболее полную характеристику картируемого участка, а также топографические карты соответствующего масштаба. Картографическая обработка данных проводилась с использованием программ BaseCamp и ArcGis.

Определение интегральных характеристик водной среды: рН и удельной электропроводности в пластовых и речных водах проводилось *методом отробования*. В ходе полевых работ было отобрано всего 50 проб воды, из которых: 1 – скважина (главный источник), 3 – искусственный водоем (карьер), 35 – прилегающая территория к р. Кулига (ручьи и заболоченные участки, 9 – в р. Кулига (рис. 2).



Рисунок 2 - Отбор пробы воды, июнь 2017 года (фото А.В. Соромотина)

Процедура отбора проб воды была произведена в соответствии с регламентируемыми требованиями [1-5].

Координаты мест отбора проб (рис. 3) фиксировались с помощью GPS навигатора Garmin Oregon 550.

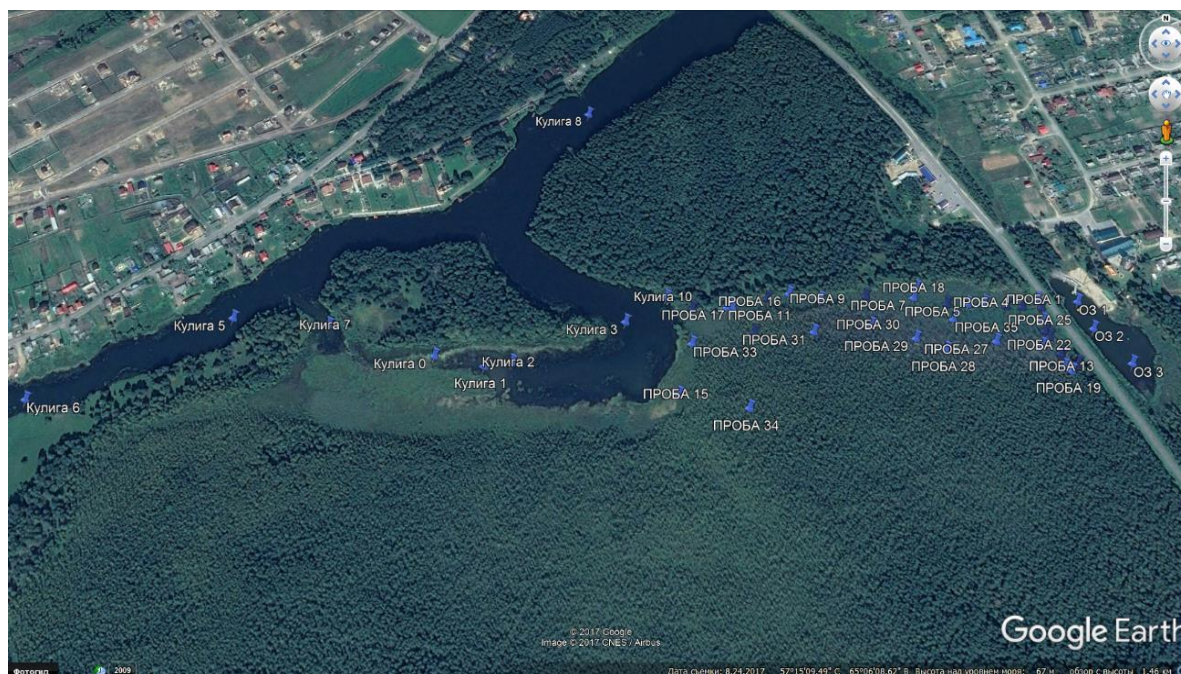


Рисунок 3 - Космический снимок с точками отбора проб на территории исследования (составлено автором, основа Digital Globe, 8.24.2017)

*Лабораторно-аналитический метод* включал в себя определение рН, электропроводности (ЕС) и общего солесодержания (TDS) (Приложение А) с помощью



Рисунок 4 - Digital HydroMaster HM-500

мультимонитора Digital HydroMaster HM-500 (рис.4) Определение pH проводилось с использованием стеклянного электрода, входящего в комплект прибора Digital HydroMaster HM-500. Внутри стеклянной колбы электрода залит хлористый калий (KCl). Предварительно проводили калибровку электрода по стандартным буферным смесям, затем измеряли значение pH в анализируемых водах.

Для измерения pH погружался электрод в раствор отобранных образцов, аккуратно перемешивался, чтобы удалить пузырьки воздуха, окружающие электрод (пузырьки воздуха могут повлиять на точность показаний pH) и спустя 10-60 секунд отображается на приборе отображаются показания. После каждого использования и между измерениями обязательно проводится очистка электрода в дистиллированной воде.

*Электрическая проводимость* и *общее солесодержание* близкие понятия. TDS измеряет концентрацию растворенных солей в жидкости и рассчитывается с помощью заряда в воде, который измеряет её электрическую проводимость, а затем преобразует в TDS с использованием следующих коэффициентов пересчета:

- 442<sup>TM</sup> (или 0.7): разработан Magon L для симуляции натуральной воды (реки, озера). 442<sup>TM</sup> назван по 3 ингредиентам раствора: 40% бикарбоната натрия, 40% сульфата натрия и 20% хлорида натрия.

- NaCl (или 0.5): для хлорида натрия. Этот тип раствора широко используются в рынке водоподготовки.

Синонимом общего солесодержание является понятие общей минерализации. Растворённые газы при вычислении общей минерализации не учитываются.

Для измерения удельной электропроводности электрод погружается в раствор, слегка перемешивается, чтобы удалить пузырьки воздуха, окружающие его и размещается в середине раствора, для повышения точности измерений. Также после каждого использования и между измерениями обязательно проводится очистка электрода в дистиллированной воде.

Прибор оснащен следующими шкалами и режимами:

- Две EC шкалы: микросименс ( $\mu\text{S}$ ) и миллисименс (mS).  $1000 \mu\text{S} = 1 \text{ mS}$ .
- Две TDS шкалы и режима: PPM (частиц на миллион) and PPT (частиц на тысячу), оба доступны для 0.5 и 0.7.  $1000 \text{ ppm} = 1 \text{ ppt}$ .

Температура играет важную роль при измерении ЕС или TDS. Если температура используемого калибровочного раствора более 25°C, тестер будет завышать измеренные значения. Для сравнения, если температура ниже 25°C, тестер будет занижать измеренные значения. Таким образом, измерение международного стандарта ЕС или TDS требует температуру 25°C. Так как поддержание температуры измеряемого раствора 25°C может быть затруднено, прибор оснащен функцией автоматической компенсации температуры (АТС), который преобразует результат измерения, приводя его к 25°C.

Технические характеристики Digital HydroMaster HM-500.

- Диапазоны измерений:
  - pH: 0.00 - 14.00
  - Температура, °C: 0 - 55
  - Солесодержание: 0 - 9999 ppm / 0 - 10.00 ppt
  - Электропроводность: 0 - 9999  $\mu$ S / 0 - 20.00 mS
- Автокомпенсация по температуре в диапазоне 0.0 - 60.0 °C
- Погрешность:
  - pH:  $\pm 0.1$  pH
  - Температура:  $\pm 1$  °C
  - Солесодержание, электропроводность:  $\pm 2$  % п.ш.
- Единицы измерений
  - pH : pH
  - Температура: °C / °F
  - Солесодержание: ppm и ppt (в режиме NaCl) коэффициент 0.5 линейный / ppm и ppt (442™) коэффициент 0.7
  - Электропроводность:  $\mu$ S / mS
- Шаг измерения:
  - pH: 0.1 pH
  - Температура: 0.1°C / 0.1 °F
  - Солесодержание: ppm: 0.1ppm (0 - 99.9ppm) / 1 ppm (100-999ppm) / 10ppm (1000-9990 ppm), ppt: 0.01 ppt (0.01 - 10.00 ppt)
  - Электропроводность:  $\mu$ S: 0.1  $\mu$ S (0 - 99.9  $\mu$ S) / 1  $\mu$ S (100 - 999  $\mu$ S) / 10 $\mu$ S (1000-9990  $\mu$ S), mS: 0.01 mS (0.01 - 20.00 mS)

Все измерения проведены в лабораторных условиях, при комнатной температуре, что позволяет корректно сравнивать полученные результаты между собой.

Геоботанические исследования. Геоботанические описания учетных площадок размером 10x10 метров выполнялись в соответствии с общепринятой методикой в июле 2017 года [17]. Площадки располагались транsekтами по одной на каждый из различных зон воздействия (Т2 и Т3) и в контроле (т1). Расположение трансект показано на рисунке 5.

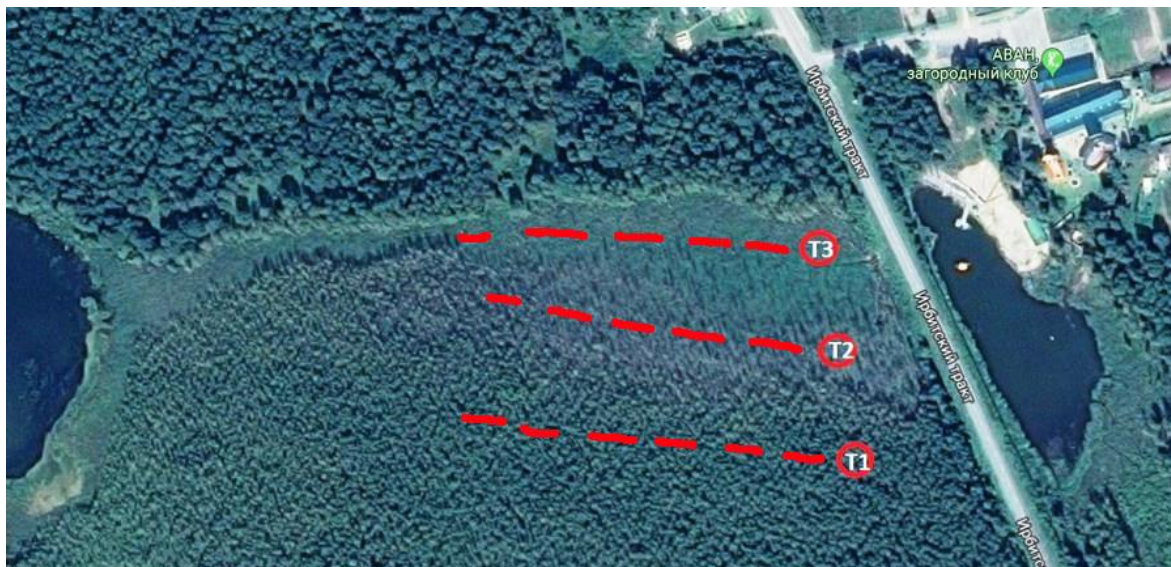


Рисунок 5 - Расположение геоботанических трансект  
(составлено автором, основа Google Earth Pro)

Вывод:

Выявлено, что гидрохимический режим малых рек района исследований формируется за счет атмосферных осадков и подземного стока, по уровню минерализации речные воды относятся к среднеминерализованным (минерализация составляет 200 – 500 мг/дм<sup>3</sup>), и нейтральными (рН от 6,5 до 7,5 ед. рН).

### ГЛАВА 3 ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА АКВАЛНОЙ И СУДАКВАННОЙ ЭКОСИСТЕМ В РАЙОНЕ СБРОСА МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПЛАСТОВЫХ ВОД ЛЕЧЕБНИЦЫ "АВАН"

#### 3.1 Анализ временной динамики по данным ДЗЗ

Нами был проведён анализ временной динамики формирования техногенного ареала вследствие солевого загрязнения минерализованными пластовыми водами, сбрасываемых на рельеф лечебницей (загородным клубом) "Аван". Лечебница начала постоянно работать с 2005 года.

Для выявления временной динамики мы использовали ресурс Google Earth Engine (<https://earthengine.google.com/timelapse/>). На рисунках 6 – 11 представлены принтскины с монитора рабочего экрана Google Earth Engine района деревни Каменка Тюменского района.

Анализ разновременных космоснимков позволил определить наличие негативных проявлений в растительном покрове уже в 2009 году, когда отчетливо идентифицируется открытый водоем, ограниченный автодорогой, под которой проложена дренажная труба для слива воды в направлении реки Кулиги (рис. 9). Площадь зоны подтопления минерализованными водами к настоящему времени составляет 14 га.



Рисунок 6 - Район деревни Каменка, Тюменский район, 1990 год  
(Google Earth Engine)





Рисунок 7 - Район деревни Каменка, Тюменский район, 2000 год  
(Google Earth Engine)



Рисунок 8 - Район деревни Каменка, Тюменский район, 2005 год  
(Google Earth Engine)

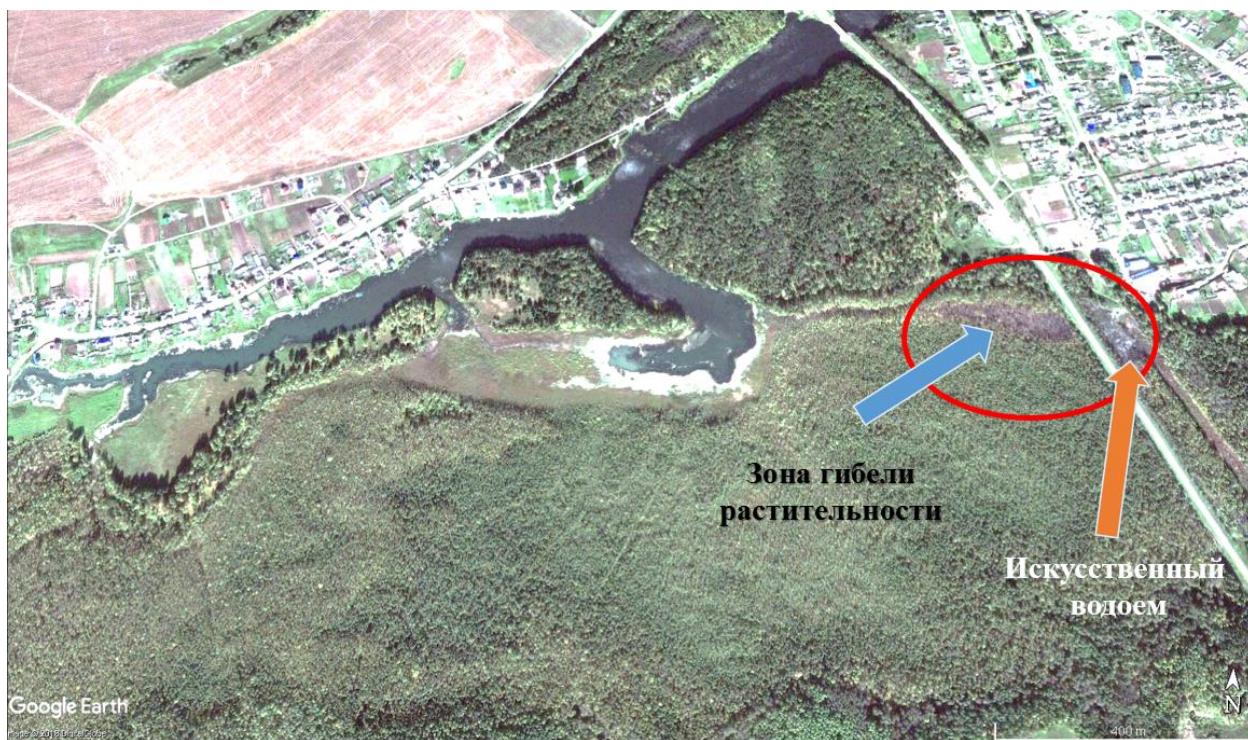


Рисунок 9 - Район деревни Каменка, Тюменский район, 2009 год  
(составлено автором, основа Google Earth Pro)

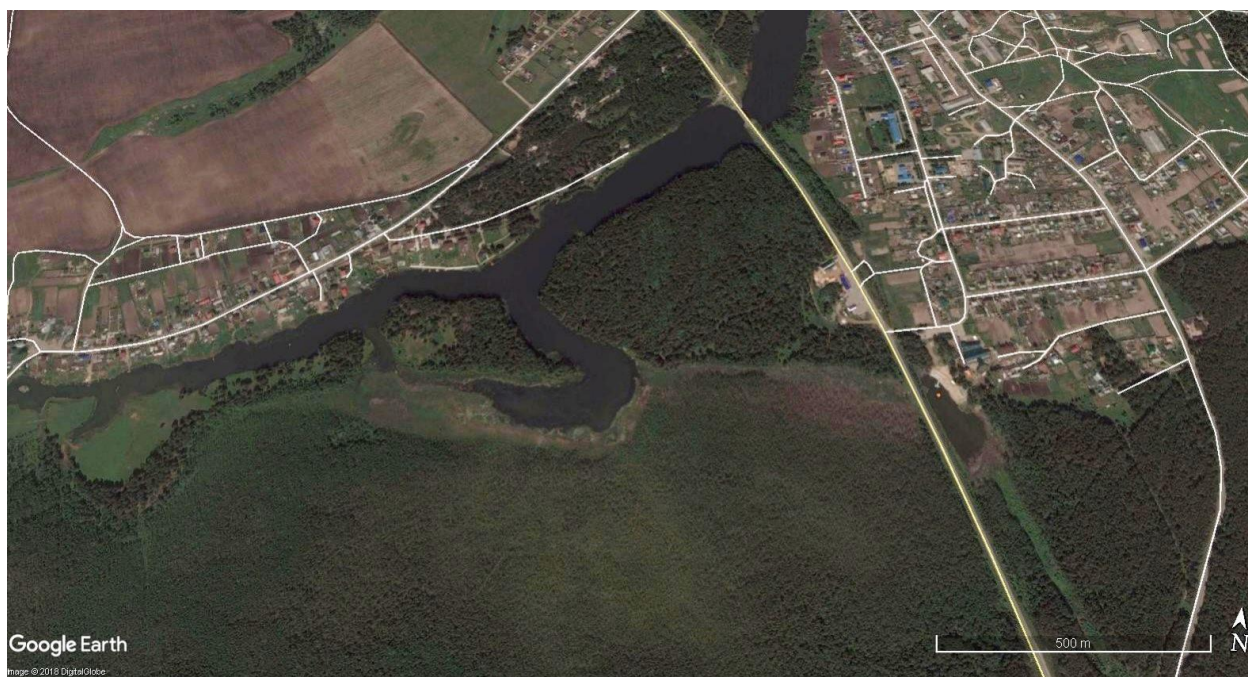


Рисунок 10 - Район деревни Каменка, Тюменский район, 2015 год  
(Google Earth Engine)

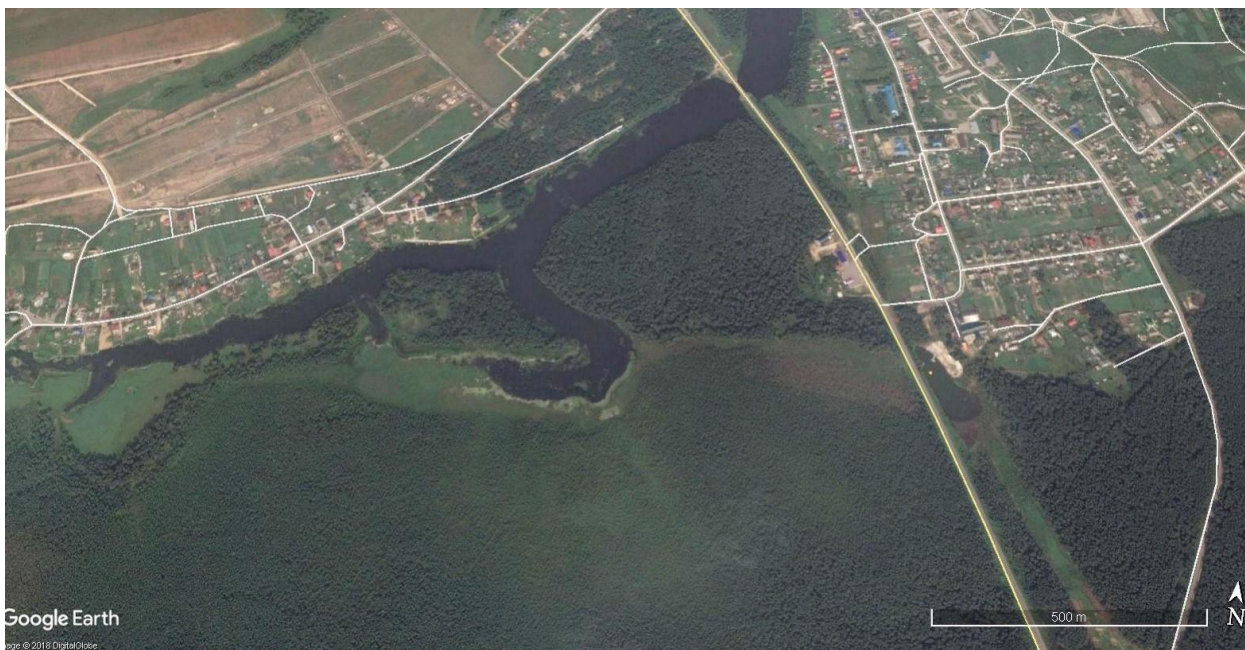


Рисунок 11 - Район деревни Каменка, Тюменский район, 2016 год  
(Google Earth Pro)

### 3.2 Анализ пространственной динамики распределения солевого загрязнения

Вся территория, испытывающая воздействие сточных вод лечебницы "Аван" разделена нами на следующие участки (рис.12):

1. Озеро (Зона 1), образовавшееся в результате подтопления, непосредственно в которое сбрасываются минерализованные сточные воды со скважины без очистки.

2. Зона 2, представляющая собой канаву (ручей) по которой стекает вода из озера при его переполнении. Вода попадает в канаву через трубу, проложенную под автомобильной дорогой. В канаве вода течет по естественному уклону в направлении к руслу реки Кулига.

3. Зона 3 представляет собой заболоченный погибший березовый лес, со стоячей водой в микропонижениях (лужах).

4. Зона 4 является контрольной (по состоянию растительного покрова).

5. Река Кулига (Зона 5), являющаяся водоемом-приемником минерализованных сточных вод, поступающих их канавы. Минеральная вода, вытекающая из скважины, имеет следующие параметры: рН = 7,9; ЕС (mS) = 12,2; TDS (г/дм<sup>3</sup>) = 12,0.

Результаты измерений общей минерализации поверхностных вод в зоне воздействия приведены в таблицах 3 – 5.



Рисунок 12 - Зонирование территории

(составлено автором, подложка: (Google Earth Pro))

Таблица 3 - Общая минерализация поверхностных вод, выделенных участков (TDS), г/л\*

Параметры	Зоны воздействия				
	озеро	зона 1	зона 2	зона 3	река Кулига
MEAM	10,1(8,0–12,0)	4,7(3,5– 10,0)	2,1(0,5–9,7)	0,4(0,4–0,6)	0,8(0,4–1,1)
SD	2,0	2,5	3,6	1,3	0,2
N	3	14	14	5	11
SEAM	0,6	0,8	0,8	0,1	0,1

Примечание: \* - дробность значения указана в соответствии с точностью измерений. MEAN (min - max) – среднее арифметическое (минимальное и максимальное значения), SD – квадратичное отклонение, N – количество наблюдений, SEAM – ошибка средней арифметической.

(Составлено автором)

Таблица 4 - Значение электропроводности поверхностных вод выделенных участков (ЕС, мS\*)

Параметры	Зоны воздействия				
	озеро	зона 1	зона 2	зона 3	река Кулига
MEAM	9,5(8,1-10,2)	10,2(9,8-11,6)	2,8(0,7-11,22)	0,6(0,5-0,9)	0,6(0,5-0,9)
SD	1,2	0,6	3,0	0,1	1,3
N	3	14	14	5	11
SEAM	0,4	0,2	0,9	0,0	0,1

Примечание: \* - дробность значения указана в соответствии с точностью измерений. MEAN (min - max) – среднее арифметическое (минимальное и максимальное значения), SD – квадратичное отклонение, N – количество наблюдений, SEAM – ошибка средней арифметической.

(Составлено автором)

Таблица 5- Уровень кислотности поверхностных вод выделенных участков (рН, ед. рН\*)

Параметры	Зоны воздействия				
	озеро	зона 1	зона 2	зона 3	река Кулига
MEAM	8,2(7,9-8,4)	7,8(7,3-8,7)	7,2(6,3-7,7)	7,1(6,9-7,4)	7,5(7,1-7,9)
SD	0,3	0,5	0,4	0,2	0,2
N	3	14	14	5	11
SEAM	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Примечание: \* - дробность значения указана в соответствии с точностью измерений. MEAN (min - max) – среднее арифметическое (минимальное и максимальное значения), SD – квадратичное отклонение, N – количество наблюдений, SEAM – ошибка средней арифметической.

(Составлено автором)

Анализ результатов измерений общей минерализации от источника загрязнения (скважина) до реки-приемника (р. Кулига) показал, что значения TDS наиболее резко снижаются при поступлении загрязненных вод из озера в канаву и далее в реку – в 2 раза на каждом из этапов (рис. 13). При сравнении средних значений общей минерализации рек региона, составляющей 0,2 – 0,5 г/дм<sup>3</sup> [34], очевидно, что воды реки Кулиги испытывают воздействие от поступления сточных вод лечебницы "Аван" – средняя минерализация ее речных вод составляет 0,8 г/дм<sup>3</sup> при максимальном значении 1,1 г/дм<sup>3</sup>.

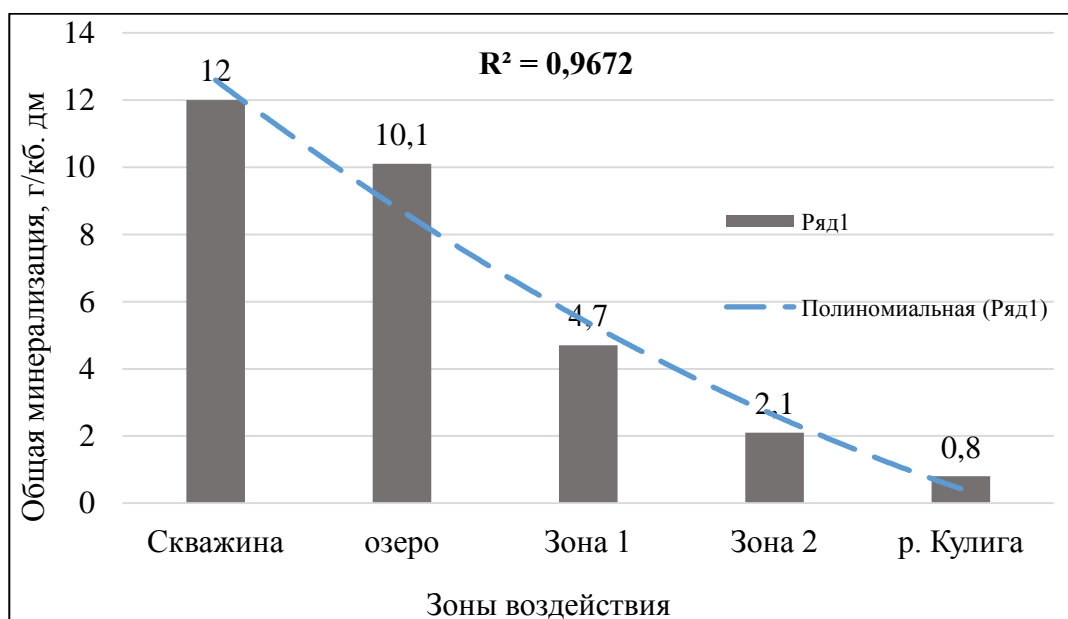


Рисунок 13 – Пространственная динамика распределения общей минерализации поверхностных вод от источника к реке-приемнику (составлено автором)

Динамика значений электропроводности поверхностных вод выделенных участков (ЕС, мS\*) является отражением их минерализации и поэтому нами не анализируется

(коэффициент корреляции между полученными нами значениями общей минерализации и электропроводности поверхностных вод составляет  $r = 0,83$  при  $P < 0,05$ ).

Значение рН варьирует в широком интервале от 6,3 до 8,7 (табл. 5). По средним значениям поверхностные воды на всех зонах относятся к категории слабощелочных [16].

Анализ пространственной динамики распределения минерализации по зонам, покрытым растительностью, показал, что наиболее загрязнена Зона 2, где протекает минерализованный ручей (рис. 14). Минерализация поверхностных вод, скапливающихся в микропонижениях (лужах) контрольного участка (Зона 4, составляет от 400 до 600 мг/л) значительно превышает минерализацию атмосферных осадков фоновых территорий Уральского региона 23,7 мг/л [32] и талых снеговых вод Тюменской области от 20 до 30 мг/л, [11]. Вероятно, в период весеннего половодья, часть минерализованного стока задерживается в понижениях Зоны 4, повышая естественную соленость снеговых вод.

Общая схема пространственной динамики распределения солевого загрязнения поверхностных вод в зоне влияния неочищенных стоков лечебницы "Аван" показан на рисунке 15.

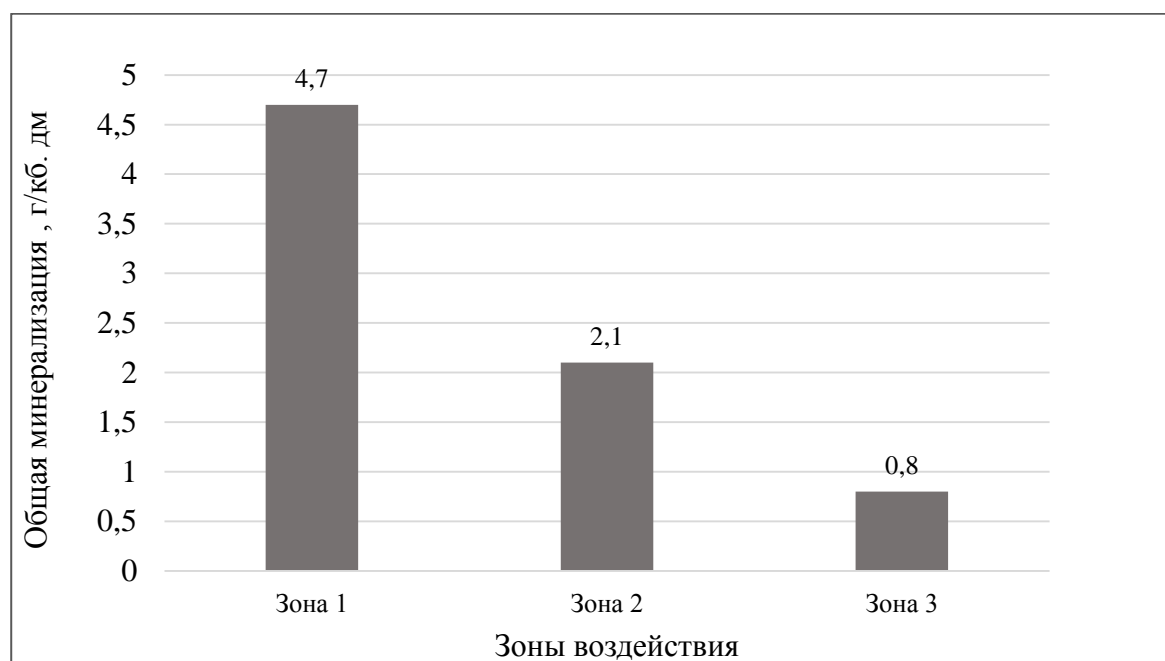


Рисунок 14 - Пространственная динамика распределение общей минерализации поверхностных вод по зонам воздействия, покрытых растительностью (составлено автором).

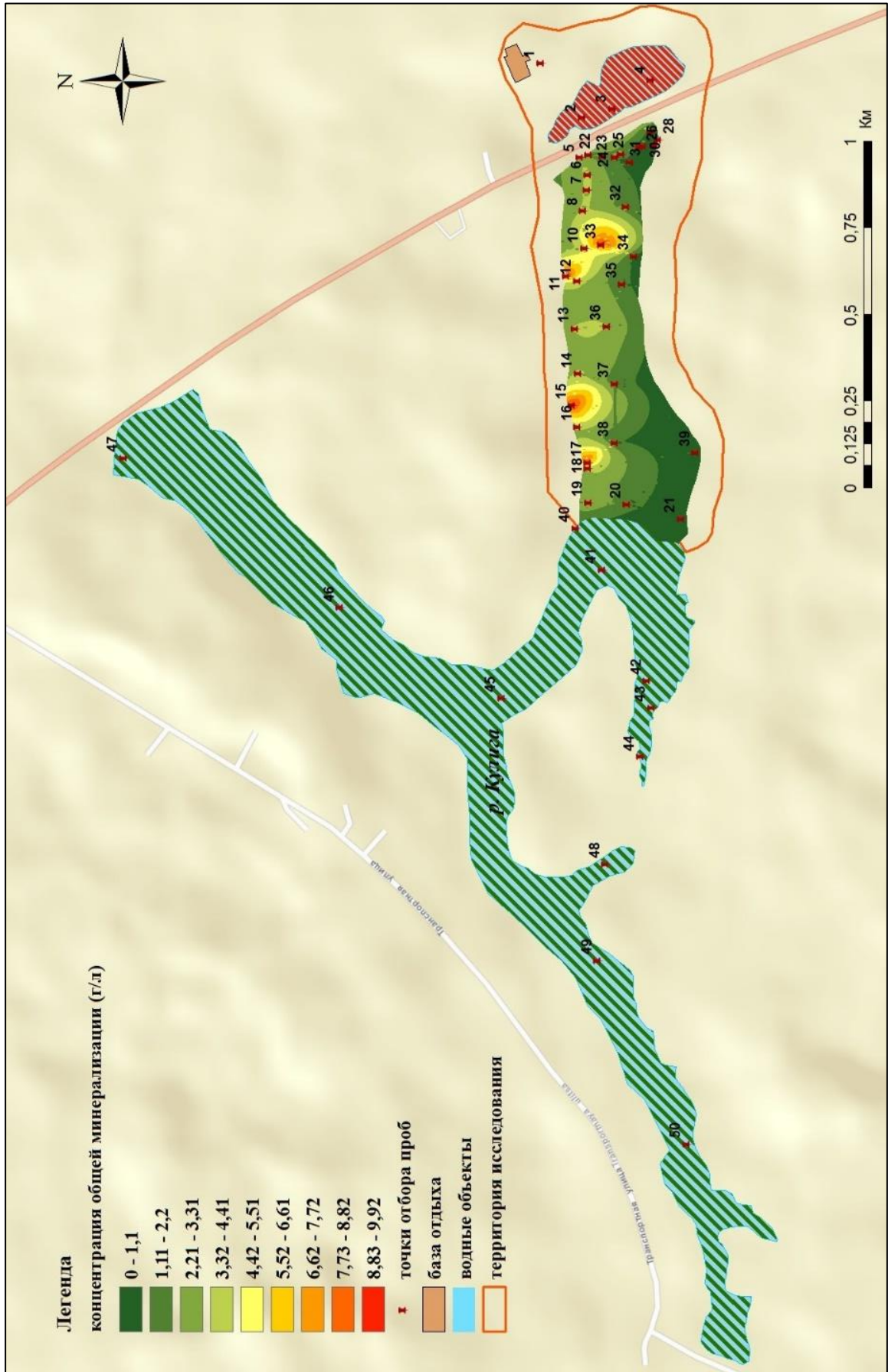


Рисунок 15 - Общая схема пространственной динамики распределения солевого загрязнения поверхности вод в зоне влияния неочищенных стоков лечебницы «Авангард» (составлено автором)

### 3.3 Анализ состояния растительного покрова

Многолетний сброс сточных минерализованных пластовых вод, на близлежащую территорию, привел к деградации древесной растительности и замещению исходных ассоциаций галофитными. Отмечается уменьшение видового богатства, проективного покрытия и флористического сходства с фоновой растительностью (табл. 6, рис. 16).

Таблица 6 - Видовое разнообразие растительных сообществ на территориях выделенных

зон

Группы растений	Зоны воздействия (количество видов)		
	Зона 1	Зона 2	Зона 3
Древесные	0	2	2
Подлесок и кустарники	0	4	10
Травы	5	18	19
Мхи	0	1	4

(составлено автором)

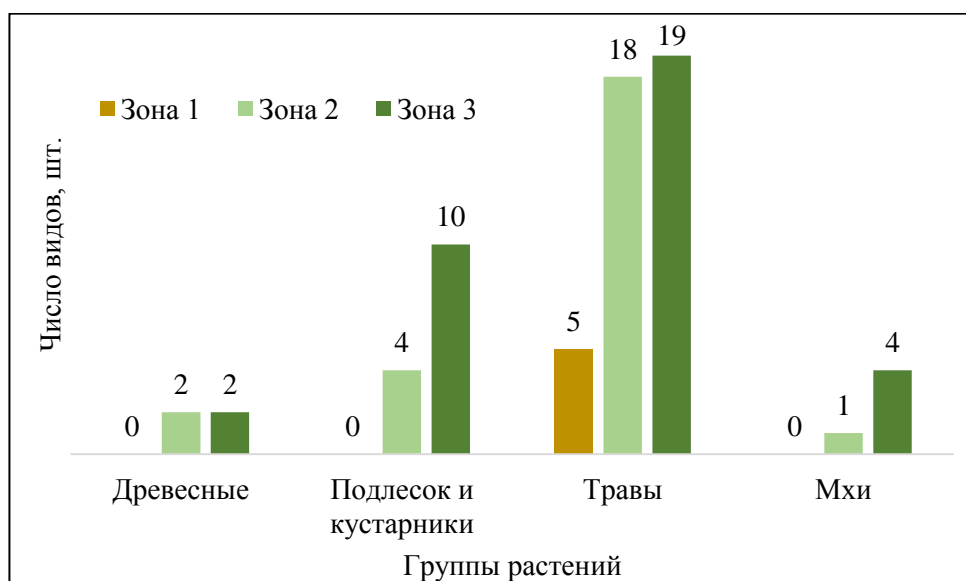


Рисунок 16 - Распределение численности видов по группам растений на территориях выделенных зон (составлено автором)

Состояние травянистой растительности на всех участках удовлетворительное, но сама растительность разная. В зонах 2 и 3 в основном растут гидрофиты и галофиты.

В зоне 2 в непосредственно прилегающей к ручью растения представлены травами с исключительным доминантом – тростником обыкновенный (*Phragmites australis*). Этот вид является одновременно и гидрофитом, и галофитом. Общее проективное покрытие,



сформированное этим растением, достигает 95 % со значительной биомассой. Исходный древостой и подрост, стоящий когда-то из березы с примесью сосны, полностью погибли (рис. 17). Моховой покров отсутствует.



Рисунок 17 – Общий вид Зоны 2  
(Фото Казанцевой М.Н, дата съемки: 16.07.2017)

В зоне 3 (рис. 18) сохранились немногочисленные древесные растения (береза и сосна). Редкий подлесок сохранился по кочкам (ива, береза, рябина, крушина). Среди трав доминируют кипрей болотный (*Epilobium palustre* L.), рогоз широколистный (*Typha latifolia* L.) и лебеда садовая (*Atriplex hortensis* L.). В мохово-лишайниковом ярусе отмечены только представители группы зеленых лесных мхов с проективным покрытием до 5 %.

В зоне 4 (рис. 19), наименее пострадавшей от воздействия минерализованных сточных вод, первый ярус древостоя сформирован сосной и березой (9С1Б; ср.h –10 м; ср.d – 12 см; полнота – 0,7). Кустарниковый ярус (подлесок) хорошо развит, представлен 10-ю видами, типичными для южной тайги. Травяно-кустарничковый ярус также хорошо развит, общее проективное покрытие живым напочвенным покровом составляет 95%. Отмечено более 20 видов, также типичными для южной тайги. Мохово-лишайниковый ярус образует общее проективное покрытие до 50% и состоит из типичных групп переувлажненных местообитаний: зеленые лесные, политриховые, сфагновые и маршанциевые (Приложение Б).



Рисунок 18 – Общий вид Зоны 3  
(Фото Казанцевой М.Н, дата съемки: 16.07.2017)



Рисунок 19 – Общий вид Зоны 4  
(Фото Казанцевой М.Н, дата съемки: 16.07.2017)

Вывод:

Свободный сброс минерализованных пластовых вод приводит к значительному солевому загрязнению на прилегающей территории к р. Кулига это отражается в первую очередь на растительном покрове, в виде гибели древесной растительности и формированием новых солеустойчивых растительных сообществ. Основным максимальный ущерб приходится на близлежащий водоем (карьер) на базе лечебного учреждения, куда в первую очередь осуществляется сброс высокоминерализованных пластовых вод, затем на прилегающую территорию вдоль главного водотока (зоны 2-4), впадающего в р. Кулига, которая также подвергается техногенное воздействию от неочищенных сточных минерализованных вод.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Многолетний сброс лечебницей "Аван" неочищенных сточных вод на рельеф, представляющих собой пластовые воды с высокой минерализацией, привел к формированию пространственной аномалии техногенного засоления, характеризующуюся временной и пространственной динамикой: в времени, негативные последствия стали проявляться и усиливаться начиная, ориентировочно, в период 2007-2008 годов, с возникновением ореола гибели древостоя к 2009 году. В пространстве сформировались пять зон воздействия, характеризующихся различными концентрациями солей в поверхностных водах:

- Зона 1 (Озеро), образовавшиеся в результате подтопления, непосредственно в которое сбрасываются минерализованные сточные воды со скважины без очистки. В озере сточные воды смешиваются с атмосферными осадками и грунтовыми водами. Минерализация максимальная.
- Зона 2, представляющая собой канаву (ручей) по которой стекает вода из озера при его переполнении. Вода попадает в канаву через трубу, проложенную под автомобильной дорогой. В канаве озерная вода смешивается с дождевыми водами и течет по естественному уклону по направлению к руслу реки Кулига.
- Зона 3 представляет собой заболоченный погибший березовый лес, со стоячей водой в микропонижениях (лужах). Вода в эти лужи поступает частично из канавы, частично также из атмосферных осадков.
- Зона 4 с сохранившимся естественным растительным покровом. В половодье минерализованные вода из канавы, смешиваясь с талыми снеговыми и дождевыми водами, заполняет микропонижения этой зоны, формируя минимальный уровень засоления.
- Зона 5 (Река Кулига), являющаяся водоемом-приемником минерализованных сточных вод, поступающих из канавы, в которой сточные воды смешиваются с речными. Уровень минерализации речных вод, двукратно превышающий региональный фон, однозначно свидетельствует о негативном влиянии сброса пластовых вод лечебницей "Аван" в это водный объект.

2. Многолетний сброс сточных минерализованных пластовых вод, на близлежащую территорию, привел к деградации древесной растительности и замещению исходных ассоциаций галофитными. Отмечается уменьшение видового богатства, проективного покрытия и флористического сходства с фоновой растительностью

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Нормативно-правовые акты*

1. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ [Электронный ресурс]// Информационно-правовой портал «Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901982862>.
2. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб. [Электронный ресурс]// Информационно-правовой портал «Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200097520>.
3. ГОСТ 19179-73 Гидрология суши. Термины и определения. [Электронный ресурс]// Информационно-правовой портал «Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200009457>.
4. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. [Электронный ресурс]// Информационно-правовой портал «Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200008297>.
5. ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. [Электронный ресурс]// Информационно-правовой портал «Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200012472>.

### *Литература*

6. Алекин, О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометиздат, 1953. – 295 с.
7. Анучин, Н.П. Лесная таксация М.: Лесная Пром-сть, 1982. 552 с.
8. Гидрохимический атлас СССР / Под ред. А.М. Никаноров – ГУГК СССР. 1990.
9. Горная энциклопедия, 5 т. М., изд-во "Советская энциклопедия", 1987, гл. ред. Е.А. Козловский.
10. Джиноридзе, Н.М, Закономерности размещения и критерии поисков калийных солей СССР / Джиноридзе Н.М., Гемп С.Д., Горбов А.Ф., Раевский В.И; Тбилиси: КИМС, 1980. – С. 305–323.

11. Дорожукова С.Л., Оценка воздействия нефтегазодобывающей промышленности Тюменской области на окружающую среду. М.:ИМГРЭ, 2004. 32с
12. Дубровская, С.А., Экологогеохимическая характеристика загрязнения городских почв тяжёлыми металлами и нефтепродуктами // Известия ОГАУ. 2013. №1– (39). – С. 167–169.
13. Коновалов И.А. Экологические последствия воздействия пластовых вод из устья геологоразведочных скважин: автореф. дис. ... канд. биол. наук, Омск, 2012.
14. Корчагин, А. А. Полевая геоботаника. Методическое руководство. Том 1. / Корчагин, А. А., Лавренко Е. М. // М.: Изд-во Академии наук СССР, 1959. – 440 с.
15. Никаноров, А.М. Гидрохимия: учебник / А.М. Никаноров. – СПб: Гидрометиздат, 2001. – 444 с.
16. Орлова Т.Н. Химия природных и промышленных вод: учеб. пособие / Т. Н. Орлова, Д. А. Базлов, В. Ю. Орлов. - Ярославль: ЯрГУ, 2013. — 120 с.
17. Понятовская В. М. Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах // Полевая геоботаника. М.-Л.: Наука, 1964. Т. 3. С. 209-289.
18. Сванидзе, И. Г. Воздействие техногенного галогенеза на водосборные ландшафты речных долин и водные системы (на примере юга тюменской области) / И.Г. Сванидзе, Т.И. Моисеенко, А.С. Якимов, А.В. Соромотин // Водные ресурсы. – 2014. – Т. 41. – № 1. – С. 94 – 103.
19. Сванидзе, И. Г. Засоление речного стока геотермальной скважиной Черкашинская 30-РГ // Мат-лы XI межвуз. молодежной науч. конф «Школа экологической геологии и рационального недропользования». СПб., 2011. С. 274 – 276.
20. Сванидзе, И.Г. Воздействие минерализованных вод на почвы речных долин южной тайги Западной Сибири / И.Г. Сванидзе // Матер. по изучению русских почв: сб. науч. докл. / СПбГУ. – Санкт-Петербург, 2014. – С. 296 – 301.
21. Сванидзе, И.Г. Особенности трансформации почв речных долин южной тайги Западной Сибири под влиянием минерализованных вод в различных условиях дренированности / И.Г. Сванидзе // Докучаевские молод. чтения: матер. XVII межд. науч. конф. / СПбГУ. – Санкт-Петербург, 2014. – С. 269 – 270.
22. Сванидзе, И.Г. Воздействие подземных вод Западно-Сибирского артезианского бассейна на миграцию макро- и микроэлементов малых рек/ Сванидзе И.Г., Кремлева Т.А., Соромотин А.В.// Вестник ТюмГУ, №12, 2012. - С. 55- 63.

23. Середина, В. П. Характер изменения свойств почв нефтезагрязненных экосистем в условиях гумидного почвообразования / Середина, В. П., Непотребный А. И., Садыков М. Е. // Вестник КрасГАУ. 2010. №10. С.49–54.
24. Солнцева, Н.П. Влияние сточных минерализованных вод на почвы в районе Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения (Западная Сибирь) / Н.П. Солнцева, А.П. Садов // Почвоведение. – 1997. – № 3. – С. 322 – 329.
25. Солнцева, Н.П. Добыча нефти и геохимия ландшафта / Н.П. Солнцева. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 376 с.
26. Солнцева, Н.П. Техногенный галогенез в почвах лесотундровых и северотаежных ландшафтов Западной Сибири / Н.П. Солнцева, А.П. Садов // Почвоведение. – 2000. – № 9. – С. 1119–1127.
27. Страхов, Н.М. Основы теории литогенеза. Том 3. Закономерности состава и размещения аридных отложений. Москва, Издательство АН СССР, 1962. 550 с
28. Сулейманов, Р.Р. Засоленные почвы естественных и агротехногенных ландшафтов южного Урала: автореф. дис. на соиск. учен. степ. доктора биол. наук / Сулейманов Руслан Римович. – Уфа, 2010. – 48 с.
29. Таратынов, Д.В. Интродукция растений вида *Aster tripolium* в южнотаежной подзоне Западной Сибири // Символ науки. 2016. №4-3. С.38–39
30. Фивег, М.П. Палеогеография кунгурского соленакопления восточной части Русской платформы и Предуральяского прогиба / М.П. Фивег, Н.И. Банера // Литология и полезные ископаемые. 1968. № 1. С.33–43.
31. Фоминых Д. Е. Способы рекультивации техногенно засоленных почв нефтяных месторождений Западной Сибири / Д. Е. Фоминых // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: материалы IX Всероссийской научной конференции с международным участием, Екатеринбург, 20–25 августа 2012 г. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2012. — С. 274-282.
32. Черняева, Л.Е. Химический состав атмосферных осадков (Урал и Приуралье) / Л.Е. Черняева, А.М. Черняев, А.К. Могиленских. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 179 с.
33. Якимов, А.С. Изменение свойств почв речных долин южной тайги Западной Сибири под воздействием минерализованных артезианских вод / А.С. Якимов, И.Г. Сванидзе, М.Н. Казанцева, А.В. Соромотин // Почвоведение. – 2014. – № 3. – С. 364–374.
34. Harris, T. Remediation of oil-field brine-impacted soil using a subsurface drainage system and hay / T. Harris, J. Tapp, K. Sublette // Environmental Geosciences. – 2005. – vol. 12. – p.p. 101-113.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 7 – Результаты определения кислотности (рН), удельной электропроводности (ЕС) и солесодержания (TDS) в пробах воды.

	№ пробы	рН	ЕС (mS)	TDS (ppm)	TDS (г/л)
1	2	3	4	5	6
База отдыха	1	7,9	12,16	< 9990	<9.99
	2	8,4	10,1	8660	8.66
	3	8,3	10,18	8750	8.74
	4	7,9	8,08	6710	6.71
Прилегающая территория к р. Кулига	5	8	9,9	3500	3.49
	6	8,6	9,89	3529	3,53
	7	8,7	9,84	3529	3,53
	8	8	9,89	3536	3,54
	9	7,8	9,78	3493	3,49
	10	7,4	10,54	3843	3,84
	11	7,5	11,59	<9990	<9.99
	12	7,3	10,3	3729	3,73
	13	7,4	9,93	3550	3.55
	14	7,4	9,9	3536	3,54
	15	7,6	11,03	9600	9.59
	16	7,7	9,99	3571	3,57
	17	7,6	11,08	9650	9.65
	18	7,7	9,88	3529	3,53
	19	7,7	9,83	3507	3,51
	20	7,3	1,99	1410	1.41
	21	7	0,57	384	0.38
	22	6,8	2,31	1650	1.65
	23	6,7	2,14	1530	1.53
	24	7	1,74	1220	1.22
	25	6,3	3,15	2310	2.31
	26	7	0,85	581	0.58
	27	6,9	0,88	600	0.60
	28	7	0,53	359	0.36
	29	7	0,56	376	0.38
	30	7	0,9	617	0.62
	31	7,3	0,67	455	0.46
	32	7,7	2,27	1620	1.62
	33	7,3	11,17	9710	9.71
	34	7,7	1,17	813	0.81
	35	7,6	2,03	1440	1.44
	36	7,5	4,44	3360	3.36
	37	7,7	2,37	1710	1,71



Продолжение таблицы 7					
	2	3	4	5	6
	38	7,7	1,67	1170	1.17
	39	7,4	0,53	357	0.36
Р. Кулига	40	7,9	1,68	596	0,60
	41	7,5	1,36	958	0.96
	42	7,3	1,28	897	0.90
	43	7,3	1,2	835	0.83
	44	7,1	0,53	359	0.36
	45	7,5	1,28	894	0.89
	46	7,8	1,4	988	0.98
	47	7,8	1,59	1120	1.12
	48	7,7	1,14	786	0.79
	49	7,5	1,6	733	0.73
	50	7,6	0,77	520	0.52

(Составлено автором)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 8 – Таксационная оценка леса

КАМЕНКА – 16.07.2017

Трансекта-1 (живой лес)

Сосняк травяно-зеленомошный (заболоченный)

№: 57°14'56,9" Е: 65°17'15,6"

Положение в рельефе: ровный участок, микрорельеф –кочковатый (h кочек –10-30 см)			
Увлажнение: избыточное - атмосферное, грунтовое			
Захламление: средние			
Древостой: (одноярусный) 9С1Б; ср.h –10 м; ср.d – 12 см; полнота – 0,7			
Подрост: (средней густоты) береза, сосна, ср. h –0,5-1,0 м			
Кустарниковый ярус – подлесок (хорошо развит)			
№	Название растения	Н, м	Размещен
	2	3	4
	Сем. КИПАРИСОВЫЕ - Cupressaceae		
1	Можжевельник обыкновенный – <i>Juniperus communis</i> L.	0,5	одиночно
	Сем. ИВОВЫЕ – Salicaceae		
2	Ива серая – <i>Salix cinerea</i> L.	2,5	одиночно
3	Ива розмаринолистная – <i>Salix rosmarinifolia</i> L.	0,5	одиночно
	Сем. БЕРЕЗОВЫЕ – Betulaceae		
4	Береза кустарниковая – <i>Betula humilis</i> Schrank	1,0	
	Сем. КРЫЖОВНИКОВЫЕ – Grossulariaceae		
5	Красная смородина – <i>Ribes rubrum</i> L.	1,5	группы
	Сем. РОЗОЦВЕТНЫЕ – Rosaceae		
6	Кизильник черноплодный – <i>Cotoneaster melanocarpus</i> Fisch. ex Vlytt	1,0	одиночно
7	Черемуха обыкновенная – <i>Padus avium</i> Mill.	0,5	группы
8	Шиповник майский – <i>Rosa majalis</i> Herrm.	0,5	равномер
9	Рябина обыкновенная – <i>Sorbus aucuparia</i> L.	2-5	равномер
	Сем. КРУШИНОВЫЕ – Rhamnaceae		
10	Крушина ломкая - <i>Frangula alnus</i> Mill.	1,5	одиночно

Описание №1

Травяно-кустарничковый ярус: ОПП 95%					
№	Название растения	Н см	ОПП %	фено фаза	Размещен
1	2	3	4	5	6
	Сем. ХВОШОВЫЕ – Equisetaceae				
1	Хвощ луговой – <i>Equisetum pratense</i> Ehrh.	30	ед	вегет	одиночно
2	Хвощ болотный – <i>Equisetum palustre</i> L.	30	15	вегет	равномер
	Сем. КОЧЕДЫЖНИКОВЫЕ - Athyriaceae				
3	Кочедыжник женский – <i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	50	ед	спор	одиночно
4	Голокучник обыкновенный – <i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman	15	ед	спор	группы
	Сем. ЗЛАКОВЫЕ – Poaceae				

Продолжение таблицы 8					
1	2	3	4	5	6
5	Вейник незамечаемый – <i>Calamagrostis neglecta</i> (Ehrh.) Gaertn., B. Mey. & Schreb. Сем. СОКОЛОВЫЕ – CYPERACEAE	110	10	плод.	группы
6	Осока сближенная – <i>Carex appropinquata</i> Schumach. Сем. ТРИЛИЕВЫЕ – Trilliaceae	40	30	плод	кочки
7	Вороний глаз четырехлистный – <i>Paris quadrifolia</i> L. Сем. ОРХИДНЫЕ – Orchidaceae	30	ед	плод	одиночно
8	Любка двулистная – <i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich. Сем. РОЗОВЫЕ – Rosaceae	30	ед	плод	одиночно
9	Гравилат речной – <i>Geum rivale</i> L.	20	15	вегет	равномер
10	Земляника лесная – <i>Fragaria vesca</i> L.	5	2	плод	равномер
11	Костяника обыкновенная – <i>Rubus saxatilis</i> L. Сем. КИПРЕЙНЫЕ – Onagraceae	10	1	вегет	группы
12	Иван-чай узколистый – <i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop. Сем. ЗОНТИЧНЫЕ – Apiaceae	30	ед	вегет	одиночно
13	Дудник лесной – <i>Angelica sylvestris</i> L. Сем. ГРУШАНКОВЫЕ – Pyrolaceae	100	ед	плод	одиночно
14	Грушанка малая – <i>Pyrola minor</i> L.	10	15	плод	равномер
15	Грушанка круглолистная – <i>Pyrola rotundifolia</i> L.	10	5	цвет	группы
16	Ортилия однобокая – <i>Orthilia secunda</i> (L.) House Сем. АСТРОВЫЕ – Asteraceae	10	2	цвет	группы
17	Мать-и-мачеха обыкновенн. – <i>Tussilago farfara</i> L.	25	ед	вегет	одиночно
18	Одуванчик лекарственный – <i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	10	2	вегет	равномер
19	Бодяк болотный – <i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.1	50	2	бутон	одиночно
Мохово-лишайниковый ярус: ОПП 50%					
№	Название группы			ОПП, %	Размещен
1	Зеленые лесные			30	на кочках
2	Политриховые			10	у стволов
3	Сфагновые			10	понижен
4	Маршанциевые			5	по лужам

#### Описание №2

Травяно-кустарничковый ярус: ОПП 85%					
№	Название растения	Н см	ОПП %	фено фаза	Размещен
	Сем. ХВОШОВЫЕ – Equisetaceae				
1	Хвощ болотный – <i>Equisetum palustre</i> L. Сем. ЗЛАКОВЫЕ – Poaceae	35	15	вегет	равномер
2	Вейник незамечаемый – <i>Calamagrostis neglecta</i> (Ehrh.) Gaertn., B. Mey. & Schreb. Сем. СОКОЛОВЫЕ – CYPERACEAE	50	2	вегет	группы
3	Осока двудомная – <i>Carex dioica</i> L.	10	5	плод	группы

Продолжение таблицы 8					
1	2	3	4	5	6
4	Осока волосовидная – <i>Carex capillaris</i> L. Сем. ЛАНДЫШЕВЫЕ – Convallariaceae	30	2	плод	кочки
5	Майник двулистный - <i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt Сем. ОРХИДНЫЕ – Orchidaceae	10	ед	вегет	группы
6	Любка двулистная – <i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.	20	ед	цвет	одиночно
7	Дремлик зимовниковый – <i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz Сем. ГРЕЧИШНЫЕ – Polygonaceae	12	ед	вегет	одиночно
8	Горец перечный - <i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre Сем. РОЗОВЫЕ – Rosaceae	40	1	вегет	равномер
9	Гравилат речной – <i>Geum rivale</i> L.	30	ед	плод	одиночно
10	Земляника лесная – <i>Fragaria vesca</i> L.	40	10	плод	равномер
11	Костяника обыкновенная – <i>Rubus saxatilis</i> L.	5	5	плод	равномер
12	Таволга вязолистная – <i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim. Сем. ГРУШАНКОВЫЕ – Pyrolaceae	20	25	вегет	равномер
13	Грушанка малая – <i>Pyrola minor</i> L.	30	ед	вегет	одиночно
14	Ортилия однобокая – <i>Orthilia secunda</i> (L.) House				
15	Одноцветка крупноцветковая – <i>Moneses uniflora</i> (L.) A. Gray Сем. МАРЕНОВЫЕ – Rubiaceae	10	ед	плод	одиночно
16	Подмаренник болотный – <i>Galium palustre</i> L. Сем. ЖИМОЛОСТНЫЕ – Caprifoliaceae	15	ед	вегет	одиночно
17	Линнея северная - <i>Linnaea borealis</i> L. Сем. АСТРОВЫЕ – Asteraceae	5	ед	плод	группа
18	Одуванчик лекарственный – <i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	10	ед	вегет	одиночно
19	Бодяк болотный – <i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.1	50	2	бутон	одиночно
Мохово-лишайниковый ярус: ОПП 15%					
№	Название группы			ОПП, %	Размещен
1	Зеленые лесные			10	на кочках
2	Политриховые			5	у стволов
3	Маршанциевые			5	по лужам

### Описание №3

Травяно-кустарничковый ярус: ОПП 80%					
№	Название растения	Н см	ОПП %	фено фаза	Размещен
	Сем. ХВОШОВЫЕ – Equisetaceae				
1	Хвощ болотный – <i>Equisetum palustre</i> L. Сем. ЩИТОВНИКОВЫЕ – Aspidiaceae	40	10	вегет	равномер
2	Щитовник шартрский - <i>Dryopteris carthusiana</i> Сем. ЗЛАКОВЫЕ – Poaceae	40	ед.	спор	одиночно

Продолжение таблицы 8					
1	2	3	4	5	6
3	Вейник незамечаемый – <i>Calamagrostis neglecta</i> (Ehrh.) Gaertn., B. Mey. & Schreb.	40	10	вегет	равномер
4	Мятлик болотный – <i>Poa palustris</i> L. Сем. СОКОКОВЫЕ – Cyperaceae	40	ед	плод	одиночно
5	Осока двудомная – <i>Carex dioica</i> L.	10	10	плод	группы
6	Осока сближенная – <i>Carex appropinquata</i> Schumach. Сем. ОРХИДНЫЕ – Orchidaceae	30	2	плод	кочки
7	Любка двулистная – <i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.	40	ед	плод	одиночно
8	Дремлик зимовниковый – <i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz	30	ед	бутон	одиночно
9	Гудайера ползучая – <i>Goodyera repens</i> (L.) R. Br. Сем. РОЗОВЫЕ – Rosaceae	10	ед	цвет	группа
10	Гравилат речной – <i>Geum rivale</i> L.	20	15	плод	группы
11	Земляника лесная – <i>Fragaria vesca</i> L. Сем. ЗОНТИЧНЫЕ – Apiaceae	10	5	плод	равномер
	Тиселиум болотный – <i>Thyselium palustre</i> (L.) Raf. Сем. ВЕРЕСКОВЫЕ – Ericaceae	30	ед	вегет	одиночно
12					
13	Клюква болотная – <i>Oxycoccus palustris</i> Pers. Сем. ГРУШАНКОВЫЕ – Pyrolaceae	5	5	плод	кочки
14	Грушанка малая – <i>Pyrola minor</i> L.	10	10	цвет	группы
15	Ортилия однобокая – <i>Orthilia secunda</i> (L.) House Сем. АСТРОВЫЕ – Asteraceae	8	5	цвет	группы
16	Бодяк болотный – <i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.1	50	2	бутон	одиночно
Мохово-лишайниковый ярус: ОПП 90%					
№	Название группы			ОПП, %	Размещен
1	Зеленые лесные			70	на кочках
2	Политриховые			10	на кочках
3	Сфагновые			10	понижен

### Трансекта-2 (погибший заболоченный лес)

Рогозовое болото  
N: 57°15'00" E: 65°07'14,0"

Положение в рельефе: ровный участок, микрорельеф – кочковатый (h кочек –10 см)				
Увлажнение: избыточное – атмосферное, грунтовое (в понижениях – открытая вода)				
Захламление: сильное				
Древостой: (одноярусный) 9С1Б; ср.h –10 м; ср.d – 12 см; погиб				
Подрост: (редкий) береза, ср. h –1-2 м, сосна, ср. h –0,2 м (по кочкам)				
Кустарниковый ярус – подлесок (редкий)				
№	Название растения		Н, м	Размещен
	Сем. ИВОВЫЕ – Salicaceae			
3	Ива розмаринолистная – <i>Salix rosmarinifolia</i> L. Сем. БЕРЕЗОВЫЕ – Betulaceae		1,0	одиночно
4	Береза кустарниковая – <i>Betula humilis</i> Schrank		0,8	одиночно

Продолжение таблицы 8			
1	2	3	4
9	Рябина обыкновенная – <i>Sorbus aucuparia</i> L. Сем. КРУШИНОВЫЕ – Rhamnaceae	1,0	одиночно
10	Крушина ломкая - <i>Frangula alnus</i> Mill.	1,0	одиночно

Описание №1

Травяно-кустарничковый ярус: ОПП 90%					
№	Название растения	Н см	ОПП %	фено фаза	Размещен
	Сем. ХВОШОВЫЕ – Equisetaceae				
1	Хвощ болотный – <i>Equisetum palustre</i> L.	40	10	вегет	равномер
	Сем. ЗЛАКОВЫЕ – Poaceae				
2	Тростник обыкновенный – <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	120	10	ветет	группы
3	Вейник лангсдорфа – <i>Calamagrostis langsdorffii</i> (Link) Trin.	100	10	плод.	группы
	Сем. ОСОКОВЫЕ – CYPERACEAE				
4	Осока sp.	20	ед	вегет	кочки
	Сем. КРАПИВНЫЕ – Urticaceae				
5	Крапива двудомная – <i>Urtica dioica</i> L.	20	5	вегет	группы
	Сем. ГРЕЧИШНЫЕ – Polygonaceae				
6	Щавель водяной – <i>Rumex aquaticus</i> L.	40	ед	вегет	одиночно
7	Щавель приморский – <i>Rumex maritimus</i> L.	30	1	бутон	одиночно
	Сем. МАРЕВЫЕ – Chenopodiaceae				
8	Лебеда садовая – <i>Atriplex hortensis</i> L.	80	20	вегет	равномер
9	Марь красная - <i>Chenopodium rubrum</i> L.	15	ед	вегет	одиночно
	Сем. ЛЮТИКОВЫЕ - Ranunculaceae				
10	Лютик ползучий – <i>Ranunculus repens</i> L.	40	ед	цвет	одиночно
	Сем. КРЕСТОЦВЕТНЫЕ – Brassicaceae				
11	Жерушник болотный – <i>Rorippa palustris</i> (L.) Besser	30	2	цвет	одиночно
	Сем. КИПРЕЙНЫЕ – Onagraceae				
12	Кипрей болотный – <i>Epilobium palustre</i> L.	15	25	плод	равномер
	Сем. ЗОНТИЧНЫЕ – Apiaceae				
13	Тиселиум болотный – <i>Thyselium palustre</i> (L.) Raf.	10	ед	вегет	одиночно
	Сем. ПАСЛЕНОВЫЕ – Solanaceae				
14	Паслен сладко-горький – <i>Solanum dulcamara</i> L.	20	ед	цвет	одиночно
	Сем. АСТРОВЫЕ – Asteraceae				
15	Одуванчик лекарственный – <i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	10	ед	вегет	одиночно
16	Черёда трехраздельная – <i>Bidens tripartita</i> L.	30	ед	вегет	одиночно
17	Бодяк болотный – <i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.1	5	ед	вегет	одиночно
18	Бодяк щетинистый – <i>Cirsium setosum</i> (Willd.)	80	2	плод	группы
Мохово-лишайниковый ярус: ОПП 5%					
№	Название группы		ОПП, %	Размещен	
1	Зеленые лесные		5	валеж	

Описание №2

Травяно-кустарничковый ярус: ОПП 95%					
№	Название растения	Н см	ОПП %	фено фаза	Размещен
	Сем. РОГОЗОВЫЕ – Typhaceae				
2	Рогоз широколистный - <i>Typha latifolia</i> L.	150	30	плод	мозаично
	Сем. СИТНИКОВИДНЫЕ – Juncaginaceae				
3	Триостренник болотный – <i>Triglochin palustre</i> L.	30	10	плод	куртины
	Сем. ЗЛАКОВЫЕ – Poaceae				
4	Тростник обыкновенный – <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	150	15	вегет	группы
5	Вейник лангсдорфа – <i>Calamagrostis langsdorffii</i> (Link) Trin.	100	2	плод.	группы
6	Мятлик болотный – <i>Poa palustris</i> L.	50	5	плод	равномер
	Сем. СОКОЛОВЫЕ – CYPERACEAE				
7	Осока sp.	20	ед	вегет	кочки
	Сем. СИТНИКОВЫЕ – Juncaceae				
8	Ситник сплюснутый – <i>Juncus compressus</i> Jacq.	40	ед	плод	группы
	Сем. ГРЕЧИШНЫЕ – Polygonaceae				
9	Щавель водяной – <i>Rumex aquaticus</i> L.	40	ед	вегет	одиночно
	Сем. МАРЕВЫЕ – Chenopodiaceae				
10	Лебеда садовая – <i>Atriplex hortensis</i> L.	20	60	бутон	равномер
	Сем. КИПРЕЙНЫЕ – Onagraceae				
11	Кипрей болотный – <i>Epilobium palustre</i> L.	8	10	вегет	равномер
	Сем. ЗОНТИЧНЫЕ – Apiaceae				
13	Тиселиум болотный – <i>Thyselium palustre</i> (L.) Raf.	10	5	вегет	равномер
	Сем. АСТРОВЫЕ – Asteraceae				
12	Осот полевой – <i>Sonchus arvensis</i> L.	30	5	вегет	группы
Мохово-лишайниковый ярус: ОПП 2%					
№	Название группы			ОПП, %	Размещен
1	Зеленые лесные			2	валеж

Описание №3

Травяно-кустарничковый ярус: ОПП 70%					
№	Название растения	Н см	ОПП %	фено фаза	Размещен
	Сем. ХВОШОВЫЕ – Equisetaceae				
1	Хвощ болотный – <i>Equisetum palustre</i> L.	40	5	вегет	равномер
	Сем. РОГОЗОВЫЕ – Typhaceae				
2	Рогоз широколистный - <i>Typha latifolia</i> L.	150	25	вегет	куртина
	Сем. СИТНИКОВИДНЫЕ – Juncaginaceae				
3	Триостренник болотный – <i>Triglochin palustre</i> L.	40	10	плод	группы

Продолжение таблицы 8					
1	2	3	4	5	6
	Сем. ЧАСТУХОВЫЕ – Alismataceae				
4	Частуха подорожниковая – <i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	10	ед	вегет	группа
	Сем. ЗЛАКОВЫЕ – Poaceae				
5	Тростник обыкновенный – <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	110	5	ветет	группы
6	Мятлик болотный – <i>Poa palustris</i> L.	30	5	плод	группы
7	Полевица побегообразующая – <i>Agrostis stolonifera</i> L.	30	5	плод	куртины
	Сем. ОСОКОВЫЕ – CYPERACEAE				
8	Осока sp.	20	ед	вегет	кочки
	Сем. СИТНИКОВЫЕ – Juncaceae				
9	Ситник сплюснутый – <i>Juncus compressus</i> Jacq.	40	ед	плод	группы
	Сем. ГРЕЧИШНЫЕ – Polygonaceae				
10	Щавель водяной – <i>Rumex aquaticus</i> L.	40	ед	вегет	одиночно
	Сем. РОЗОВЫЕ – Rosaceae				
11	Таволга вязолистная – <i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	20	ед	вегет	одиночно
	Сем. МАРЕВЫЕ – Chenopodiaceae				
12	Лебеда садовая – <i>Atriplex hortensis</i> L.	10	5	вегет	мозаично
13	Марь белая – <i>Chenopodium album</i> L.	20	1	плод	группы
	Сем. КИПРЕЙНЫЕ – Onagraceae				
14	Кипрей болотный – <i>Epilobium palustre</i> L.	5	1	вегет	группы
	Сем. ЗОНТИЧНЫЕ – Apiaceae				
15	Тиселиум болотный – <i>Thyselium palustre</i> (L.) Raf.	10	ед	вегет	одиночно
	Сем. АСТРОВЫЕ – Asteraceae				
16	Черёда трехраздельная – <i>Bidens tripartita</i> L.	10	ед	вегет	одиночно
17	Осот полевой – <i>Sonchus arvensis</i> L.	10	5	вегет	группы
Мохово-лишайниковый ярус: нет					

### Трансекта-3 (погибший лес, тростниковые заросли)

Тростниковое болото  
N: 57°15'02,2" E: 65°07'10,7"

Положение в рельефе: центральная часть распадка, микрорельеф – кочковатый					
Увлажнение: избыточное – атмосферное, грунтовое (в понижениях – открытая вода)					
Захламление: сильное					
Древостой: погиб (сосна полностью выпала, береза сильно разрушена)					
Подрост: нет					
Кустарниковый ярус – подлесок : нет					
Травяно-кустарничковый ярус: ОПП 95%					
№	Название растения	Н см	ОПП %	фено фаза	Размещен
	Сем. ЗЛАКОВЫЕ – Poaceae				
1	Тростник обыкновенный – <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	150	95	плод	равномер
	Сем. ОСОКОВЫЕ – CYPERACEAE				



Продолжение таблицы 8					
1	2	3	4	5	6
2	Осока sp.	20	ед	вегет	одиночно
	Сем. МАРЕВЫЕ – <i>Chenopodiaceae</i>				
3	Лебеда садовая – <i>Atriplex hortensis</i> L.	10	ед	вегет	одиночно
	Сем. КИПРЕЙНЫЕ – <i>Onagraceae</i>				
4	Кипрей болотный – <i>Epilobium palustre</i> L.	5	ед	вегет	одиночно
	Сем. АСТРОВЫЕ – <i>Asteraceae</i>				
5	Осот полевой – <i>Sonchus arvensis</i> L.	10	ед	вегет	одиночно

(Составлено М.Н. Казанцевой)