

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

Инженерная школа природных ресурсов
05.04.06 «Экология и природопользование»
Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Геоэкологические и геохимические особенности торфяных залежей Сибири и Дальнего Востока

УДК 502.52:550.42:546.3:553.97(571)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ11	Ляпина Елена Евгеньевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С.И.	Д.Г.-М.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	К.Э.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Н.В.	Д.Б.Н.		

Томск – 2023 г.

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

Инженерная школа природных ресурсов
 05.04.06 «Экология и природопользование»
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Барановская Н.В.

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ11	Ляпина Елена Евгеньевна

Тема работы:

Геоэкологические и геохимические особенности торфяных залежей Сибири и Дальнего Востока	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	30.01.2023 № 30–91/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Публикации, фондовые источники, интернет-ресурсы, нормативно-справочный материал, самостоятельно собранный материал
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Торфяные месторождения в геоэкологических и геохимических исследованиях (литературный обзор); 2. Физико-географические условия района исследования; 3. Геоэкологическая характеристика и изученность района исследования; 4. Содержание элементов-примесей в торфах на

	территории Сибири и Дальнего Востока.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Карты-схемы опробования, карты полезных ископаемых, стратиграфические колонки торфяных разрезов
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович
Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке	Болсуновская Л.М.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Geochemical features of the content of impurity elements in peat deposits	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С.И.	Д.Г.-М.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ11	Ляпина Елена Евгеньевна		

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

Инженерная школа природных ресурсов
 05.04.06 «Экология и природопользование»
 Уровень образования: магистратура
 Отделение геологии
 Период выполнения: весенний семестр 2022/2023 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.03.2021	<i>Глава 1 Литературный обзор по теме исследования</i>	10
30.03.2021	<i>Глава 2 Ландшафтно-геологические особенности торфяных месторождений Сибири и Дальнего Востока</i>	10
30.03.2021	<i>Глава 3 Объекты исследования</i>	10
22.04.2021	<i>Глава 4 Методы исследования</i>	10
20.05.2021	<i>Глава 5 Эколого-геохимическая оценка накопления элементов-примесей торфами</i>	30
25.05.2021	<i>Глава 6 Социальная ответственность</i>	15
25.05.2021	<i>Глава 7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	15

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С.И.	Д.Г.-М.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Н.В.	Д.б.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции СУОС	Наименование компетенции СУОС
Универсальные компетенции университета	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языках (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен использовать философские концепции и методологию научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени
ОПК(У)-2	Способен использовать специальные и новые разделы экологии, геоэкологии и природопользования при решении научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-3	Способен применять экологические методы исследований для решения научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен применять нормативные правовые акты в сфере экологии и природопользования, нормы профессиональной этики
ОПК(У)-5	Способен решать задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий
ОПК(У)-6	Способен проектировать, представлять, защищать и распространять результаты своей профессиональной деятельности, в том числе научно-исследовательской
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способность анализировать работу природоохранных объектов, очистных и защитных сооружений организации с точки зрения

	соответствия требованиям нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды
ПК(У)-2	Способность контролировать состояние окружающей среды в районе расположения организации в соответствии с требованиями нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды
ПК(У)-3	Владеть основами проектирования, экспертно – аналитической деятельности и выполнения исследований с использованием современных подходов и методов, аппаратуры и вычислительных комплексов
ПК(У)-4	Способность использовать современные методы обработки и интерпретации экологической информации при проведении научных и производственных исследований
ПК(У)-5	Способность разрабатывать типовые природоохранные мероприятия и проводить оценку воздействия планируемых сооружений или иных форм хозяйственной деятельности на окружающую среду
ПК(У)-6	Способность диагностировать проблемы охраны природы, разрабатывать практические рекомендации по ее охране и обеспечению устойчивого
ПК(У)-7	Способность использовать в своей деятельности элементы системы экологического менеджмента
ПК(У)-8	Владеть теоретическими знаниями и практическими навыками для педагогической работы в образовательных организациях, уметь грамотно осуществлять учебно – методическую деятельность по планированию экологического образования и образования для устойчивого развития

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ11	Ляпина Елена Евгеньевна

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	05.04.06. Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
Геозоологические и геохимические особенности торфяных залежей Сибири и Дальнего Востока	Работа с научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив разработки проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета разработки	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение бюджета научного исследования
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности разработки	Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности и сравнительной эффективности различных вариантов исполнения
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет проекта 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2023
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		03.02.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ11	Ляпина Елена Евгеньевна		03.02.2023

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ11	Ляпиной Елене Евгеньевне

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	05.04.06 Экология и природопользование

Тема ВКР:

Геоэкологические и геохимические особенности торфяных залежей Сибири и Дальнего Востока

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования являются данные о содержании химических элементов в торфяных залежах Ханты-Мансийского автономного округа, Томской области, Горного Алтай и Камчатского края. Рабочее место расположено в 405 кабинете ИМКЭС СО РАН.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. N 197-ФЗ (ТК РФ), ПНД Ф 12.13.1–03, ФЗ от 30.03.1999 N 52-ФЗ, СП 2.2.3670–20
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: -отклонение показателей микроклимата, -недостаточное освещение рабочей зоны, -повышенный уровень шума, -ЭМП. Опасные факторы: - поражение электрическим током, - пожароопасность, - аварии, - травмы при пересечении местности.
3. Экологическая безопасность:	Источник загрязнения атмосферы, гидросферы – выхлопные газы (продукт сгорания топлива при работе двигателя автомобиля). Литосфера - в результате процесса исследования образуются отходы V и IV класса опасности (мусор от уборки помещений, бумага, алюминиевая фольга).
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможными ЧС при проведении полевых работ могут быть природные явления (наводнения, лесные пожары и т.д.), типичной ЧС в помещении является пожар на рабочем

	месте, автоаварии.
--	--------------------

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ11	Ляпина Елена Евгеньевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«Geochemical features of impurity element content in peat deposits»

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ11	Ляпина Елена Евгеньевна		

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С И.	Д.Г.-М.Н.		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Болсуновская Л.М.	к.ф.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 146 страниц машинописного текста, состоит из введения, 7 глав и заключения; работа проиллюстрирована 47 таблицами и 36 рисунками. Список литературы насчитывает 123 источника.

Ключевые слова: геоэкология, геохимия, торф, ТМ, элементы-примеси, Большое Васюганское болото, Томская область, ХМАО, Камчатский край, Горный Алтай.

На территории исследования было отобрано 260 проб торфа (2020-2021 гг.); применялись инструментальный нейтронно-активационный, атомно-абсорбционный анализы, выполнен статистический анализ данных содержания элементного состава; анализировалось пространственное распределение содержаний химических элементов; выявлены факторы накопления химических элементов торфами.

Данные лабораторных исследований обработаны с использованием программ Microsoft Excel, Statistica.

Область применения: полученные результаты могут быть использованы при проведении биогеохимического мониторинга состояния окружающей среды и разработки природоохранных и геолого-изыскательских мероприятий.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ГК – гуминовые кислоты;

ГОСТ - межгосударственный стандарт;

ГСО - государственный стандартный образец;

ЗСП – Западно-Сибирская платформа;

ИНАА - Инструментальный нейтронно-активационный анализ;

ИШПР - Инженерная школа природных ресурсов;

КК - Камчатский край;

НГК – нефтегазовый комплекс;

НИР - научно-исследовательская работа;

НПБ - нормы пожарной безопасности;

ОГ - отделение геологии;

ПК - персональный компьютер;

РА – Республика Алтай;

РАН - российская академия наук;

ОВ – органическое вещество;

СанПин - санитарные правила и нормы;

ТК – трудовой кодекс;

ТО – Томская область;

ТомГДК - Томская горнодобывающая компания;

ФЗ - федеральный закон;

ФК – фульво-кислоты;

ХМАО – Ханты-Мансийский автономный округ

ХЭ – химические элементы;

ЧС - чрезвычайная ситуация;

ЭВМ - электронно-вычислительная машина;

ЭМП - электромагнитное поле;

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	14
1. Экогеохимия торфа	15
2. Ландшафтно-геологические особенности торфяных месторождений Сибири и Дальнего Востока	26
2.1 Ханты-Мансийский автономный округ	26
2.2 Томская область	32
2.3 Республика Алтай	36
2.4 Камчатский край	40
3. Объекты исследования	45
4. Методы исследования	55
4.1 Отбор проб и пробоподготовка	55
4.2 Лабораторно-аналитические исследования	56
4.3 Определение форм нахождения элементов-примесей	58
4.4 Аналитический раздел	59
5. Эколого-геохимическая оценка накопления ТМ торфами	61
5.1 Содержание элементов-примесей в торфяном профиле	61
5.2 Основные закономерности распределения элементов-примесей в торфяных залежах	70
5.3 Формы нахождения элементов-примесей в торфах	85
5.4 Геоэкологическая характеристика торфяных экосистем Сибири и Дальнего Востока	90
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	96
7. Социальная ответственность	121
Заключение	133
Литература	135
Приложения А-К	

Введение

Болотные экосистемы являются природными фильтрами-накопителями химических элементов (ХЭ), поступающих как с атмосферным переносом (антропогенное поступление), так и грунтовыми и поверхностными водами (геохимическая специфика). Содержание различных элементов по профилю торфяных залежей отражает экологическую ситуацию окружающих ландшафтов в разные временные интервалы развития болот. Верховые болотные экосистемы отражают атмосферное поступление поллютантов [38, 94]. Низинные торфа формируются при преобладающем питании растений грунтовыми или поверхностными водами и отражают влияние преимущественно эдафических параметров ландшафтов [65]. Исследования предполагают, что такие факторы, как скорость разложения [83], миграция химических элементов [91] и тип растительности [99], влияют на способность торфяных кернов аккумулировать ХЭ. Изменение гидрологического режима болотных вод на торфяниках во время летних засух влияет на миграционную способность ХЭ [96].

Объект исследования - торф, отобранный на ключевых участках болотных экосистем Томской области, Ханты-Мансийского автономного округа, Республики Алтай, Камчатского края.

Предмет исследования - элементный состав торфа ключевых участков болотных экосистем Томской области, Ханты-Мансийского автономного округа, Республики Алтай, Камчатского края.

Целью исследования является выявление содержания и геохимических особенностей распределения элементов-примесей в торфяных залежах ключевых участков болотных экосистем Томской области, Ханты-Мансийского автономного округа, Республики Алтай, Камчатского края. Для выявления особенностей накопления элементов-примесей торфами в задачи входило:

- 1) определение их концентраций и распределения по глубине торфяной залежи;

- 2) выявление особенностей накопления в зависимости от степени разложения, pH торфа, группового состава органического вещества торфа;
- 3) определение форм нахождения элементов-примесей в торфяных залежах;
- 4) расчёт основных геохимических показателей (коэффициентов концентрации относительно среднего по региону, Кларка в земной коре, фактора обогащения, суммарного показателя загрязнения); выявление геохимических ассоциаций ТМ в торфяных колонках.

Выбор Cr, Fe, Co, Zn, As, Ag, Br, Sb, Hg для изучения содержания и распределения в торфяных залежах обусловлен их принадлежностью к I - Zn, As, Hg и II – Cr, Co, Sb классам опасности, согласно [110]. Fe – элемент, определяющий геохимическую специализацию не только Бакчарского района, но и всей Томской области [81]. Согласно [17] Co, Ag, Hg относятся к сильно ядовитым, а As, Br, Sb – умеренно ядовитым элементам для растений, в том числе и растений-торфообразователей. В Пищевом кодексе международных стандартов – Codex Alimentarius ООН и ВОЗ приведен перечень наиболее важных при гигиеническом контроле элементов: Cd, Hg, As, Pb, Zn, Fe, Cu, Sn. Данный факт важен с точки зрения использования торфа в качестве удобрения [62].

1. Экогеохимия торфа

На территории Западной Сибири исследования торфяных экосистем ведется на протяжении многих лет. Изучаются как физико-химические свойства торфа, так и элементный состав, уровень и состав болотных вод, подстилающие породы и болотные биогеоценозы.

Важной характеристикой торфов является групповой состав органического вещества (ОВ). ОВ торфа составляют битумы;

водорастворимые и легкогидролизуемые вещества; целлюлоза; гуминовые вещества; негидролизуемые вещества.

Битумы (Б) состоят из восков, углеводов, асфальто-смолистых веществ с незначительной примесью пигментов (каротиноидов, хлорофилла), стеринов и других, при малой степени разложения близки по составу к липидам растений-торфообразователей [9]. Содержание Б в торфе зависит от его типа и степени разложения. С увеличением степени разложения количество Б в торфе, как правило, возрастает. Однако на выход Б влияют также условия торфообразования, зольные элементы (оксиды, сульфаты и карбонаты металлов — гипс, мел, пирит), влажность, интенсивность микробиологических процессов и др. Зольность Б не высока и обычно находится в пределах 0,12 – 0,94% [16]. Битуминозность верхового торфа значительно выше, чем низинного. Нижний предел содержания Б у торфа верхового и низинного типов примерно одинаков (1,2%), верхний у низинного торфа равен 12,5%, а у верхового – 17,7% [9].

Водорастворимые (ВРВ) и легкогидролизуемые вещества (ЛГВ) и целлюлоза относятся к простым углеводам. Углеводный комплекс состоит из простых и сложных сахаров. Простые сахара – это моносахариды, представленные в основном гексозами, пентозами [51]. Содержание в торфе ВРВ и ЛГВ колеблется суммарно от 6,9 до 63%. С увеличением степени разложения торфа содержание этих веществ уменьшается во всех типах, при этом увеличивается содержание гуминовых кислот. Больше всего водорастворимых и легкогидролизуемых веществ содержит торф моховой группы (50-60%), меньше всего (10-20%) – торф древесной группы[9].

Целлюлоза (Ц). Содержание целлюлозы во мхах 19-22%, в травах от 15-35%. Ц биохимически непрочна. Ц – сложные полисахара - это полисахариды. В процессе торфообразования ее количество закономерно снижается по мере увеличения уровня распада органического вещества. Наиболее быстро снижается содержание Ц у торфа низинного типа, которое

составляет 0,2–0,5%. Малоразложившиеся виды торфа верхового типа могут содержать до 10–15% Ц [53].

Гуминовые вещества (ГВ) – это высокомолекулярные азотосодержащие соединения циклического строения. ГВ представляют собой смесь высокомолекулярных полимеров с разным молекулярным весом. ГВ имеют аморфную структуру, ассоциаты макромолекул которых образуются в результате непосредственного взаимодействия функциональных групп, а также через молекулы воды и многовалентные ионы [38, 51]. На долю ГВ приходится от 20 до 70% органической части торфа, где ГВ находятся как в свободном (преимущественно верховой торф), так и в связанном (в виде солей) состояниях. В низинном торфе благодаря большому количеству поливалентных катионов и в первую очередь Ca^{2+} образуются нерастворимые гуматы, которые накапливаются в полостях разлагающихся клеток растений [53].

При анализе группового состава торфа ГВ разделяют на гуминовые кислоты (ГК) и фульвокислоты (ФК). Среднее содержание ГК увеличивается от моховых к древесным группам и от верхового к низинному типам и зависят от степени разложения и ботанического состава, и от др. причин. Увеличения содержания в торфе ГК сопровождается обязательным снижением содержания ВРВ и ЛГВ. Содержание ГК в торфе колеблется в пределах 5–55% от его органической части. Минимальное количество ГК находят у слаборазложившегося торфа моховой группы верхового типа. В торфе низинного типа, даже слаборазложившемся, ГК обычно бывает более 20–25% [9].

ФК представляют водорастворимые специфические гуминовые вещества, дающие растворы желтого или красноватого цвета. Именно ФК создают специфическую окраску торфяных вод и особенно кислых верховых торфяников. Содержание их в торфе обычно колеблется от 10 до 20% органической части [9].

Негидролизующие вещества состоят из сложной смеси веществ: *лигнина* (Л) растений-торфообразователей и веществ кутино-субериновой группы. Содержание в торфе Л может достигать до 26%. В торфе верхового типа Л меньше. Наблюдается общая закономерность увеличения содержания Л от верховых к низинным и от моховых к древесным видам торфа. Количество Л в торфе находится в зависимости от степени разложения. С повышением степени разложения торфа верхового типа содержание Л возрастает. При одинаковой степени разложения в низинном торфе Л больше, чем в верховом [52].

Данные о групповом химическом составе отдельных видов торфа месторождения «Мухрино» среднетаежной зоны Западной Сибири, сопоставимы с показателями для аналогичных видов торфа южно-таежной зоны Западной Сибири. Однако имеют и отличия (Таблица 1.1). Так, в фускум-торфе среднетаежной зоны содержится большее количество битумов – на 1,9-2,1%, фульвокислот – на 5,4-5,7% и Ц+Л – на 1,8-4,6%, меньшее количество ВРВ+ЛГВ – на 1,4-6,1% и ГК – на 0,7-4,8%. В пушицево-сфагновом торфе содержится меньшее количество битумов и ВРВ+ЛГВ на 3,7-5,9%, 1,4-6,1% соответственно, большее количество ГК – на 4,6-0,1%, фульвокислот – на 3,4-5,4% и Ц+Л – на 3-8%. Групповой химический состав верховых видов торфа изменяется по мере роста степени разложения. Отмечается увеличение количества ГК и уменьшение ВРВ и ЛГВ [49].

ОВ торфяных месторождений Томской области также соответствуют усредненным данным для Западной Сибири. Содержание Б в целом по торфяной залежи изменяется от 5 до 10%. Содержание ВРВ и ЛГВ в торфяной залежи имеет значения от 25,3 до 46,5%. ГК составляют от 17,3-41,3%, ФК: 12,0-24,7%, Л от 7,3 до 21,1% и Ц от 0,2 до 6,3%. По содержанию ГК выделяются сосново-сфагновый, сосново-пушицевый и травяно-гипновый торфы, по ФК – комплексный и травяно-гипновый торф. Изменение степени разложения и глубины залегания торфяного слоя на содержание ГК не влияет (таблица 1.2).

Таблица 1.1. - Группой состав органического вещества торфяного месторождения «Мухино» [49]

Экосистема	Вид торфа	Степень разложения, %	Групповой химический состав торфа, %				
			Битумы	ВРВ+ЛГВ	ГК	ФК	Ц+Л
Рослый рям	Сфагнивый верховой	5	8,7	35,9	11	19,5	24,9
Рослый рям	Сфагнивый верховой	5	6,7	28,6	11,5	24,7	28,5
Рослый рям	Сфагнивый верховой	5	7,3	29,4	11,3	23,9	28,2
Рям	Фускум-торф	0	2,4	45,4	10,7	24	17,5
Рям	Фускум-торф	0	2,4	45,5	11,4	21,3	19,4
Рям	Фускум-торф	0	2,2	43,2	12,1	23,4	19,1
Мочажина в ГТК	Пушицево-сфагнивый	10	2,7	30,3	25,7	22,1	19,2
Мочажина в ГТК	Пушицево-сфагнивый	10	2,7	29,4	25,9	20,7	21,4
Мочажина в ГТК	Пушицево-сфагнивый	10	2,5	25,4	26,0	22,2	23,9

Примечание: ВРВ+ЛГВ – водорастворимые и легкогидролизуемые соединения; ГК – гумусовые кислоты; ФК – фульвокислоты; Ц+Л – лигнинно-целлюлозный остаток.

Таблица 1.2. - Групповой состав органической массы верхового торфа на Обь-Томском водоразделе [58]

Глубина, см	Вид торфа	Степень разложения, %	Битумы бензолные, %	Водорастворимые + легкогидролизуемые вещества, %	Гуминовые кислоты, %	Фульво-кислоты %	Лигнин, %	Целлюлоза, %
0–25	Комплексный	25	6.6	46.5	17.3	14.8	10.9	4.2
25–50	верховой		7.7	39.4	23.3	17.3	11.5	2.2
50–75	Сосново-сфагнивый	27	9.6	34.6	21.5	23.2	7.3	4.9
75–100	верховой		10.0	33.6	22.1	15.8	11.0	6.2
100–125	Сосново-пушицевый	51	9.5	34.7	23.8	16.7	15.1	0.2
125–150	верховой		9.2	30.8	24.9	15.3	13.1	4.8
150–175	Комплексный	32	6.9	33.2	27.8	24.7	8.0	1.0
175–200	верховой		6.9	26.7	28.4	12.5	22.1	3.3
200–225	Травяно-глинистый	32	6.8	26.4	35.6	12.0	15.2	3.1
225–250	переходный		6.9	31.3	27.4	12.1	16.7	6.3
250–275	Осоково-глинистый	27	5.0	27.6	34.2	13.3	13.9	5.2
275–300	низинный		5.8	31.9	41.3	11.5	9.8	1.3
300–325	Осоковый низинный	29	5.5	25.3	36.1	22.0	9.8	1.4

В торфах месторождения «Мухино» интенсивность вовлечения изучаемых химических элементов в биологический круговорот максимальна только в низком ряме; для К, Na, Са - в олиготрофной топи; средними показателями биологического поглощения для всех исследуемых элементов

отличаются гряды. Для Ca, P, Fe интенсивность минимальна в мочажинах, и для K, Na, Mg - в рослом ряме (таблица 1.3.).

Наиболее стабильным содержанием в типичных верховых торфах исследуемого болотного массива характеризуются P, Mg, Ca, Fe. Содержание Na, K в пределах одного вида торфа сильно варьирует, особенно - в фускум-торфе. Более стабильное содержание элементов отмечено для мочажинных видов торфа. Зольность по профилю почв тесно коррелирует с содержанием K, Na, P. Связь содержания золы с содержанием Ca, Fe, Mg отсутствует или является слабой, несмотря на то, что эти химические элементы принято относить к основным золообразующим. Установлена тесная связь в распределении содержания K, Na, P в торфах низкого ряма и гряды; K, Na - мочажины и топи.

Распределение элементов в почвенном профиле большинства изученных элементов весьма контрастно в олиготрофных почвах болотной системы. Вертикальное распределение содержания P, Ca, Zn, As, Mo и Cd может быть менее контрастным в почвах некоторых экосистем. В то время как содержание Mo и Cd соответствует подстилающим породам. Распределение Mo и P в исследованных элементах ландшафта т.м. и остальных изученных элементов стабильно.

Площадное распределение изучаемых элементов в точках ландшафтного профиля «Мухрино» носит монотонный характер. Для Ca, Sr и La концентрирование в торфах починенных экосистем (высокий рям, топь), т.е. точках, где происходит накопление на геохимическом барьере принесённых из автономных экосистем (низкий рям, гряда) элементов. Латеральная дифференциация Mg, P, V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Cd носит транзитный характер - обеднение подчиненных экосистем по сравнению с автономными.

По данным корреляционного и регрессионного анализов ботанический состав торфа влияет на его кислотность. Более кислый pH соответствует омбротрофному сфагновому торфу, менее кислый - травяному. В некоторых

точках ландшафтного профиля ботанический состав торфа влияет на степень его разложения (низкий рям, гряда и топь), концентрации Ni, Cu, U (низкий рям), Co, Ni, Cu, Ba и U (гряда) и Ca, Fe, Co, Ni; содержание Cu, Sr, Mo и Ba (высокий рям).

Таблица 1.3. - Содержание зольных элементов (мг/кг), коэффициенты их биологического поглощения (КБП) и торфо-литологические коэффициенты [75]

Экосистема	Фракция/слой/ коэффициент	мг/кг					
		K	Na	Ca	Mg	P	Fe
Низкий рям	фитомасса (мг/кг)	2185	322	1656	487	577	1045
	торф сред. (мг/кг)	143	91	1949	284	153	1369
	мин. гор. (мг/кг)	18031	11756	4860	4964	281	16996
	КБП	14,8	3,5	0,8	1,7	3,8	0,8
	КТЛ	0,01	0,01	0,4	0,06	0,54	0,08
	вода (мг/л)	1,62	1,67	0,79	0,21	—	0,37
Гряда	фитомасса (мг/кг)	840	206	1326	527	240	1091
	торф сред. (мг/кг)	456	280	2454	350	183	1449
	мин. гор. (мг/кг)	20869	11706	3305	7507	475	23023
	КБП	1,8	0,7	0,5	1,5	1,3	0,8
	КТЛ	0,02	0,02	0,74	0,05	0,39	0,06
	вода (мг/л)	2,65	1,72	1,53	0,13	—	0,26
Мочажина	фитомасса (мг/кг)	3204	251	696	621	166	398
	торф сред. (мг/кг)	475	233	2199	232	189	1246
	мин. гор. (мг/кг)	19389	10853	7659	4553	244	17179
	КБП	6,7	1,1	0,3	2,7	0,9	0,3
	КТЛ	0,18	0,04	0,29	0,05	0,68	0,08
	вода (мг/л)	0,68	0,18	0,56	0,22	—	0,11
Топь	фитомасса (мг/кг)	2914	431	1355	602	330	455
	торф сред. (мг/кг)	214	166	2130	264	285	1329
	мин. гор. (мг/кг)	18992	8919	3973	5958	477	22134
	КБП	13,6	2,6	0,6	2,3	1,2	0,3
	КТЛ	0,01	0,02	0,54	0,04	0,6	0,06
	вода (озеро) (мг/л)	0,13	0,2	0,63	0,13	—	0,17

Повышение степени разложения торфа влияет на увеличение содержания Co, Ni, Cu и Ba в торфе всех исследованных точек. Для автономного торфа степень разложения положительно влияет на содержание Al, P, Ti, V, Cr, Co, Ni, Cu, Ga, Y, Zr, Cd, Ba, W, U и лантаноидов (гребень) и содержание Cu (низкий рям). Для гетерономного торфа корреляции между степенью разложения и элементами содержания разные. Положительная корреляция между степенью разложения торфа и Co, Mo и Ba в торфе

мочажины, а так же для Ca, Fe, Co, Sr, Mo и Ba в торфе топи. Увеличение степени разложения торфа в топи приводит к уменьшению содержания As, Sb и Pb.

Зольность исследованных экосистем положительно коррелирует с содержанием большинства изученных элементов Na, Mg, Al, K, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Cs, Ba, Hf, W, Th и лантаноиды.

Снижение кислотности торфяного профиля в автономных почвах вызывает увеличение концентраций Co, Ni, Cu, Mo, Ba и U (нижний ряд) и Ca, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Mo и Ba (гряда). Кислотность торфа подчиненных элементов ландшафта положительно коррелирует с содержанием Ca, Fe, Co, As, Sr, Mo, Ba и U (топь). Кислотность отрицательно коррелирует с содержанием Pb (мочажина) и с содержанием As, Cd и Pb в высоком ряду.

В торфах Западной Сибири в порядке убывания содержаний в торфах микроэлементы образуют следующий ряд: сотни-тысячи мг/кг – Na, Ca, Fe; единицы-десятки мг/кг – Rb, Ba, Co, Ni, Cr, Br, La, Ce; сотые-десятые доли мг/кг – Cs, Ag, Hg, Sb, Sc, Se, Sm, Eu, Hf, Th; тысячные доли мг/кг – Au. Уровни накопления микроэлементов в торфах зависят главным образом от типа торфа - уменьшаются в ряду: низинный-переходный-верховой.

Корреляционная связь между содержаниями микроэлементов и степенью разложения торфов устанавливается лишь в том случае, когда в процессе статистических расчетов удастся устранить влияние вида торфа и его зольности.

По характеру связи с зольностью торфа выделяются две группы элементов: положительные связи отмечаются у Rb, Cs, Fe, Co, Cr, Sb, Se, Sc, La, Ce, Th, Sm, Eu, Hf. Вг как биофильный элемент имеет отрицательно значимую корреляционную связь с зольностью торфа.

В вертикальном разрезе торфяных залежей наблюдается ярко выраженная зональность в распределении элементов (Бахнов, 1986; Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989; Перельман, 1989). Приповерхностные слои торфа (0,0–0,5 м) даже в залежах верхового типа, имеющих атмосферное питание,

обогащены Na, Ca, Ba, Fe, Co, Cr, Au, Hg, Sb, Se, Br, La, Ce, Sm, Eu, Hf, Th (табл. 3.4). На глубине 0,5–1,0 м содержания практически всех химических элементов достигают минимума, а затем постепенно увеличиваются к основанию залежей до максимальных значений.

Площадные закономерности распределения микроэлементов в торфяных залежах аналогичны данным, полученным для торфяного месторождения «Мухрино». Наиболее обогащены подчиненные элементы ландшафтного профиля, а также краевые части торфяных массивов и др. [95].

Средние содержания химических элементов в зависимости от типа торфа приведены в работах [3, 4, 75, 76] (приложение В, Г).

Кроме того, проведён анализ содержания элементов в болотных водах, и сопряженных компонентах ландшафта: твердый осадок снега, мхи, лишайники, хвоя, донные отложения, почва, поверхностные и подземные воды, а также накипь.

Сопоставление содержания химических элементов в болотах Северного Алтая и в верховых и низинных торфах юго-восточной части Западно-Сибирской равнины показало, что в торфах низинных болот Северного Алтая оно выше по большинству элементов, за исключением Br и Sr. Переходные торфа Алтая соответствуют верховым торфам Западной Сибири по содержанию элементов Sc, Co, Br, Sr, Sr, Th, U, но только в верхнем слое торфяной залежи. В придонных слоях переходных болот Алтая наблюдается превышение содержания рассматриваемых химических элементов по сравнению с торфами Западной Сибири не только в верховых, но часто и в низинных торфах. В низинном болоте происходит концентрация элементов в верхнем слое торфяной залежи (до 225 см), а в переходной торфяной залежи достоверно увеличивается содержание практически всех химических элементов в слое, прилегающем к подстилающей породе.

Болотные воды высокогорных болотных систем Горного Алтая характеризуются нейтральной и слабощелочной реакцией (таблица 1.4), а также отличаются высокой минерализацией (213,5–580,7 мг/л).

Таблица 1.4. - Химический состав болотных вод торфяных месторождений Горного Алтая [42]

Компоненты, мг/л	Пункты отбора						
	Ябоганское	Абайское	Тюгурюк	Соузар	Карагай	Каярлык	Болото вокруг оз. Теньгинское
pH	8,0	7,4	7,1	7,7	7,7	7,7	7,9
Na ⁺ +K ⁺	88,9	51,2	34,3	44,9	42,6	42,6	22,3
Ca ²⁺	92,0	82,5	37,5	98,0	110,0	43,0	90,0
Mg ²⁺	28,6	13,4	6,9	20,9	12,8	4,9	66,9
NH ₄ ⁺	1,2	0,3	0,6	0,4	0,7	0,07	0,5
Cl ⁻	26,5	4	4	2,5	4,0	3,5	23,5
NO ₃ ⁻	>0,1	>0,1	>0,1	>0,1	>0,1	>0,1	>0,1
HCO ₃ ⁻	475,8	338,6	179,9	451,4	414,8	201,3	201,3
Fe _{общ}	0,43	0,14	0,02	0,19	0,13	0,13	0,75
Бихроматная окисляемость	44	52	62	60	32	38	40
Гуминовые кислоты	3,1	3,2	4,3	5,0	5,2	2,4	2,5
Фульвокислоты	7,3	20,28	9,4	9,7	14,1	10,5	11,4
Минерализация	576,2	403,4	213,5	441,6	440,6	241,1	580,7

Характерны невысокие концентрации аммония (0,07–1,2 мг/л) и также незначительные содержания ионов железа (0,02–0,75 мг/л) (табл. 1) и других элементов (таблица 1.5).

Среди гуминовых веществ в болотных водах выделяют две главные совокупности: ГК и ФК. ФК более растворимы, что объясняется высоким вкладом в их структуру карбоксильных групп и фенольных оксигрупп. Поэтому содержание ФК в болотных водах почти на порядок превышает содержание ГК [13,14]. Как отмечалось выше минерализация этих вод весьма высокая, при низком содержании органических соединений: менее 20,3 мг/л. Исследуемые болотные воды бедны органическими веществами, что подтверждается невысокими концентрациями ГК, ФК и бихроматной окисляемости.

Высокая минерализация объясняется тем, что болота имеют смешанное питание – наряду с атмосферными осадками в нем участвуют поверхностные и грунтовые воды. Болотные воды т.м. «Соузар» гидрокарбонатные кальциево-натриево-калиевые: $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} - \text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Cl}^-$. Выявляется тесная взаимосвязь величины pH болотных вод с их химическим составом, прежде всего с концентрацией HCO_3^- . Высокие концентрации

гидрокарбонат-иона (от 179,9 до 475,8 мг/л) в основном определяют нейтральную и слабощелочную среду болотных вод.

Таблица 1.5. - Содержание элементов в болотных водах т.м. Горного Алтая [42]

Элементы, мг/л	Пункты отбора						
	Ябоганское	Абайское	Югюрюк	Соузар	Карагай	Каярлык	Болото вокруг оз. Теньгинское
Cu	>0,0006	>0,0006	>0,0006	>0,0006	>0,0006	>0,0006	>0,0006
Zn	0,0005	0,0084	0,0009	0,0012	0,0004	0,0006	0,0005
Mn	>0,005	>0,005	>0,005	>0,005	>0,005	>0,005	>0,005
Pb	0,0003	0,0004	0,0002	0,0003	0,0002	0,0003	>0,001
Cd	>0,0002	>0,0002	>0,0002	>0,0002	>0,0002	>0,0002	>0,0002
Hg	>0,00004	>0,00004	>0,00004	>0,00004	>0,00004	>0,00004	>0,00004
F	0,3	0,13	0,12	0,25	>0,05	>0,005	>0,05
J	0,21	0,08	0,014	0,007	0,0316	0,0071	0,008
As	>0,002	>0,002	>0,002	>0,002	>0,002	>0,002	>0,002

Воды болотного массива характеризуются повышенной общей минерализацией воды – 441,6 мг/л, гидрокарбонатно-кальциевым составом, нейтральной и слабощелочной средой, что характерно для низинных болот. Содержание в воде органических соединений низкое: не более 62, нередко до 32 мг/л.

Определение форм соединений ТМ методом последовательного фракционирования дает дополнительную информацию о прочности связи металла с почвенными компонентами и показывают направление процессов трансформации экзогенного металла в почве и механизмы их осуществления [10].

Данный метод обеспечивает выделение пяти фракций соединений ТМ:

1. Обменная – металлы на алюмосиликатах, органическом веществе и аморфных соединениях с низким рН.
2. Связанная с карбонатами – металлы, специфически сорбированные на карбонатах кальция и магния. Возможно частичное растворение фосфатов металлов [87].
3. Связанная с гидроксидами ТМ – металлы, окклюдированные внутри гидратированных оксидов ТМ или адсорбированные на их поверхности.

Одновременно могут высвобождаться металлы из органических комплексов и аморфных сульфидов.

4. Связанная с органическим веществом – металлы, образуемые прочные комплексные соединения с высокомолекулярными органическими соединениями. Возможно частичное разрушение сульфидов ТМ.

5. Остаточная – металлы, прочно закрепленные в кристаллических решетках алюмосиликатов, имеющие, как правило, унаследованное от материнских пород происхождение [45]. В данную фракцию также переходят ТМ, оставшиеся в почве от неполного извлечения предыдущих фракций, а также в результате процессов реадсорбции (вторичного поглощения). В загрязненных почвах в состав остаточной фракции может входить часть наиболее устойчивых и трудно-извлекаемых соединений ТМ техногенного происхождения [10].

2. Ландшафтно-геологические особенности торфяных месторождений Сибири и Дальнего Востока

2.1. Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО)

Климат округа [120] резко континентальный, для которого характерна быстрая смена погодных условий: от осени к зиме и от весны к лету, а также в течение суток. Продолжительная и суровая зима с устойчивым снежным покровом, лето короткое и сравнительно теплое. Весной и осенью часты заморозки. Над территорией осуществляется меридиональная циркуляция, в результате которой периодически происходит смена холодных и тёплых воздушных масс, что вызывает резкие переходы от тепла к холоду. Климат отличается большим разнообразием микроклиматических особенностей. Период с устойчивым снежным покровом продолжается 180-200 дней - с конца октября до начала мая. Продолжительность вегетационного периода от 80 до 115 суток. Преобладающее направление ветра летом - северное; зимой - южное. Средняя скорость ветра 3-4 м/с, с порывами до 20-25 м/с. Абсолютный минимум температур приходится на декабрь-январь и

составляет $-50...-55^{\circ}\text{C}$, максимум регистрируется на отметке $+32^{\circ}\text{C}$. В среднем выпадает 450-525 мм осадков в год, на теплый период приходится 350-400 мм. Это связано с преобладанием циклонного типа погоды в это время. Большое количество осадков влечёт за собой высокую влажность воздуха - до 80%.

Рельеф. В пределы низменной части Ханты-Мансийского автономного округа (94%), представляющей собой равнинную, участками слабовсхолмленную поверхность с абсолютными отметками от 30 до 230 м, входят возвышенности Сибирские Увалы, Среднеобская и Кондинская низменности. Плоские и пологохолмистые заболоченные гряды Увалов шириной до 20-40 км являются водоразделами рек Обского и Надым-Пурского бассейнов. Южнее расстилается обширная Среднеобская низменность, называемая в правобережье р. Обь-Сургутской низиной. В ее северной части абсолютные отметки составляют 90-100 м, постепенно снижаясь к долине р. Обь до 45-50 м. На левобережье р. Обь и Иртыш продолжением этой широкой пониженной полосы является Кондинская низменность с отметками 30-50 м. Поверхность ее сильно заболочена и заозерена. Основную часть территории округа занимает сильно заболоченная тайга. Равнинность территории, избыточность атмосферных осадков, большие разливы рек весной, привели к избыточному увлажнению почвы и образованию болот, которыми занята почти половина площади округа (40%). 1/10 часть территории занята плоскобугристыми комплексными болотами.

Поверхностные воды. По территории округа с юга на север протекают две крупнейшие реки России - Обь и Иртыш. По характеру водного режима реки рассматриваемой территории относятся к типу с весенне-летним половодьем и паводком в тёплое время года [122]. Вскрытие рек, и очищение их ото льда происходит в первой половине мая. Водный режим рек характеризуется растянутым весенне-летним половодьем. Весенние воды, разливаясь по широким поймам рек, образуют обширные соры. Зимой реки замерзают на длительный период (до 6 месяцев). Питание рек: подземный

сток - 29%; поверхностный сток: снеговой - 51%; дождевой - 20%. Наиболее высокий уровень воды фиксируется в конце июня, в начале июля он поднимается на 5-7 метров. Округ располагает значительными водными ресурсами. Реки обладают высоким гидроэнергетическим потенциалом. Однако равнинный характер поверхности делает неэффективным использование гидроэнергетических ресурсов Оби, Иртыша и их крупных притоков из-за затопления обширных лесных массивов, а возможно месторождений нефти и газа перекроет энергетический эффект от ГЭС. Существенный интерес представляют подземные термальные воды. Они могут быть использованы для обогрева теплиц и парников, теплофикации сельскохозяйственных объектов, городов и рабочих поселков, а также в лечебных целях. Среди болот и лесов расположено более 25 тысяч озёр.

Подземные воды. В гидрогеологическом отношении территория расположена в юго-западной части Западно-Сибирского сложного бассейна пластовых безнапорных и напорных вод и относится к Иртыш-Обскому бассейну подземного стока II порядка. Пресные подземные воды приурочены к сложно-переслаивающейся песчано-глинистой толще континентального генезиса олигоцен-четвертичного возраста, объединяющей водоносные горизонты зоны свободного водообмена [12]. Водовмещающие отложения представлены средне- и мелкозернистыми песками. Нижним водоупором служат глины тавдинского горизонта. Формирование естественных ресурсов ППВ происходит за счет нисходящего движения подземных вод в многопластовой рыхлообломочной системе верхней зоны артезианского бассейна на водораздельных пространствах и восходящего – в крупных эрозионных врезках. Плоский равнинный рельеф, высокая плотность гидрографической сети, широкое развитие болот, слабая дренированность территории, превышение осадков над испарением, избыточная обводненность территории формируют определенный химический облик подземных вод: весьма пресные (0,06...0,1 г/л) и пресные (0,1...0,9 г/л) в основном гидрокарбонатные или хлоридно-гидрокарбонатные подземные

воды смешанного катионного состава, чаще кальциевые, магниевые-кальциевые от очень мягких до жестких с нейтральной реакцией среды [16].

Почвенный покров. Образование почвы связано с особенностями рельефа, коренных пород и рыхлых отложений. Поэтому на разных элементах рельефа, отличающихся проницаемостью для воды, крутизной и др., формируются различные почвы. Зональное районирование Ханты-Мансийского автономного округа - Югры подразделяется на Нижнеобскую провинцию среднетаежной подзоны, Нижнеиртышскую провинцию среднетаежной подзоны и Среднеобскую провинцию зоны дерново-подзолистых почв южной тайги. Доля торфяных почв в составе почвенного покрова Ханты-Мансийского автономного округа 30%. Среди торфяных почв в пределах округа наиболее распространен тип торфяных олиготрофных верховых почв. Он уступает свое господствующее положение типу торфяных эвтрофных (низинных) только на крайнем юго-западе, южнее р. Конды. Торфяные верховые (олиготрофные) почвы занимают плоские пространства, покрытые сосново-кустарничково-сфагновыми, ерничково-кустарничково-лишайниково-сфагновыми, грядово-мочажинными болотами. Данный тип почв характеризуется наличием олиготрофной торфяной толщи, залегающей под очесом мхов (мощность 10-20 см). Торфяная толща состоит преимущественно из сфагновых мхов, степень разложения которых обычно увеличивается с глубиной. Соответственно меняется цвет торфа - от светло-бурого до темно-бурого или коричневого. В ходе исследований обычно фиксировались болотные верховые почвы с незначительной мощностью торфяного горизонта: 30-80 см, что свидетельствует о сравнительно молодом возрасте болотных комплексов. Часто с глубины 45 см и более торф мерзлый.

Растительный покров. Территорию Ханты-Мансийского автономного округа относят к двум ботанико-географическим областям: Уральской горной и Западно-Сибирской равнинной (основная часть) [56]. В пределах округа выделяются подзоны северной, средней и южной тайги. Для подзоны северной тайги характерно сочетание редкостойных лесов, плоскобугристых

и крупнобугристых болот и лугово-болотно-соровых растительных сообществ пойм крупных рек. Преобладают лиственничные, сосново-лиственничные, и сосновые леса и редколесья. На плоских водоразделах распространены лиственнично-елово-кедровые, лиственничные и еловые леса. Леса отличаются разреженностью, низкой производительностью. Напочвенный покров таких лесов образован кустарничками и зелеными мхами. Пятнами встречаются лишайники. Значительные площади заняты заболоченными лесами: лиственничными, лиственнично-сосновыми и еловыми, кустарничково-долгомошными и сфагновыми.

Геологическое строение. В геолого-структурном отношении большая часть территории Ханты-Мансийского автономного округа находится в пределах Западно-Сибирской эпигерцинской плиты. В разрезе Западно-Сибирской плиты, входящей в состав Центрально-Евразийской молодой платформы, выделяются три структурных этажа: складчатый фундамент, промежуточный и осадочный чехлы. Складчатый фундамент гетерогенный, на большей части плиты - герцинский (палеозойской консолидации); на востоке - байкальский (докембрийская складчатость является погребенным продолжением Сибирской платформы). По поверхности фундамента выделяется 6 крупных разновозрастных геоблоков. Внутри каждого блока - антиклинории, синклинории. Блоки осложнены срединными массивами разных размеров с выходами на поверхность фундамента преимущественно верхнепротерозойских метаморфических пород и грабенами разной протяженности. Блоки разделены глубинными разломами, на востоке - двумя крупными грабен-рефтовыми системами. Блоки отличаются историей развития в мезозойско-кайнозойское время, строением разрезов осадочного чехла и характером нефтегазоносности. Фундамент сложен метаморфическими и магматическими породами. Глубина залегания подошвы фундамента или кровли верхней мантии меняется на территории от 32 до 42 км. В центральной части плиты в пределах Среднеобского блока

фундамента выделяются два свода - Сургутский и Нижневартовский, на которых открыты крупные скопления нефти.

Полезные ископаемые. Ханты-Мансийский автономный округ один из богатейших природными ресурсами регионов страны. Здесь открыта уникальная нефтегазоносная провинция. Всего в округе разведано 504 месторождения УВ, в том числе 429 - нефтяных, 18 - нефтегазоконденсатных, 20 - газовых, 33 - газонефтяных, 4 - газоконденсатных. Наиболее крупные из них Самотлорское, Красноленинское, Приобское, Салымское, Ватъеганское, Федоровское, Тянское месторождения (приложение Д).

В структуре начальных потенциальных ресурсов нефти текущие разведанные запасы (категории А+В+С1) и накопленная добыча составляют 45,1%, предварительно оцененные запасы (С2) - 10%, перспективные ресурсы (С3+Д1Л) - 6,1%, прогнозные ресурсы (Д1+Д2) - 37,8%. На эксплуатируемые месторождения приходится 91% текущих разведанных и 62% -предварительно оцененных запасов. В эксплуатацию введены 237 месторождений углеводородов. В распределенном фонде находится 487 лицензионных участков. В осадочном чехле ЗСП выделяется 7 нефтегазоносных комплексов (НГК): сеноманский, аптский, неокомский, ачимовский, баженовский, верхнеюрский и нижнесреднеюрский, разделенных региональными покрывками; в отдельный НГК выделяются палеозойские образования. Начальные суммарные геологические ресурсы нефти по НГК распределяются следующим образом: неокомский - 49%, нижнесреднеюрский - 19%, баженовский - 8%, верхнеюрский (васюганский) - 8%, ачимовский - 7%, палеозойский - 5%, аптский - 3%, сеноманский - 1%. По фазовому состоянию НСР распределяются так: нефть - 88%, газ - 6,5%, конденсат - 5,5%.

На территории округа разведаны месторождения кварца, бурого угля, рудного и россыпного Au, цеолитов, редких металлов, стекольного песка,

бентонитовых глин, строительного камня, кремнистого сырья, кирпично-керамзитовых глин, строительного песка, песчано-гравийного материала.

6 месторождений угля в зауральской части округа, приурочены к Северо-Сосьвинскому бурогольному бассейну. Наиболее крупные из них Люльинское и Оторьинское. Максимальная продуктивность характерна для триасовых отложений, значительно меньшая для отложений байоса-раннего келловоя. Балансовые запасы (по состоянию на 01.01.2005 г.) составляют по категориям А+В+С1 – 463,3, С2 – 816; запасы неучтенные Госбалансом – 1223, забалансовые – 238, прогнозные ресурсы – 499 млн.т. [123].

2.2. Томская область

Климат. Томская область характеризуется континентальным климатом с коротким теплым летом и продолжительной зимой с поздними весенними и ранними осенними заморозками, а также равномерным увлажнением в течение сезонов. Неустойчивость погоды на территории региона объясняется влиянием воздушных масс, поступающих с Арктики и Средней Азии. Температурный режим в течение года пониженный и изменяется от $-0,6^{\circ}\text{C}$ на юге до $-3,5^{\circ}\text{C}$ на северо-востоке области. Холодный период примерно длится до 200 дней, теплый до 180 дней. Летом температура воздуха более устойчива, максимальная температура воздуха приходится на июль. В процессах циркуляции в течение года участвуют арктические и умеренные воздушные массы, летом - тропические. Преобладают юго-западные и южные ветра. Наиболее часто повторяются ветры со скоростью 1–5 м/с (60,9%). Количество осадков в течение года в среднем составляет 400-570 мм. В теплый период выпадает наибольшее количество осадков (до 48%), в зимнее время до 34%. Снежный покров устанавливается в последних числах октября и сохраняется в южной и центральной частях области до 180 дней, на севере и северо-востоке до 190 дней.

Рельеф представляет собой слабо всхолмлённую склоновую поверхность, полого погружающуюся в северо-западном направлении от

района сел Пихтовка–Кожевниково, где фундамент почти выходит на дневную поверхность, до с. Парбиг, где глубина его залегания достигает 2,5–2,7 км (угол наклона около 1^0). Относительно спокойный по рельефу участок этого склона образует главную структуру – Барабинско-Пихтовскую моноклинали, занимающую всю юго-восточную половину описываемого района. Лишь на крайнем северо-западе проявляются части крупных изометричных структур - Парабельский и Пудинский валы, Калгачский выступ, а также разделяющая их Парбигская впадина. Амплитуда этих структур не превышает 200 м. Центральная часть площади в структурном плане относится к Бакчарской впадине, где на платообразной поверхности имеется несколько небольших локальных структур амплитудой до 50 м [1, 2].

Поверхностные воды. Территория представлена обширной гидрологической сетью, это реки, озера и болота. Главная водная артерия области - р. Обь, ее направление с юго-востока на северо-запад и длина - 3650 км. В области имеется более 18 тыс. рек и проток с общей протяженностью около 95 тыс. км. Притоками реки Обь считаются Томь, Чая, Чулым, Кеть, Васюган, Тым, Парабель, как наиболее крупные. Все остальные реки области относятся к бассейну Оби.

Процентное соотношение источников питания рек распределяется примерно так: зимние осадки (55–82%)-подземные воды (10–40%)-дождевое питание (3–11%). Реки имеют длительное весенне-летнее половодье и по водному режиму относятся к Западно-Сибирскому типу. В середине/конце апреля происходит весенний подъем уровня (ранний - в конце марта, поздний - в начале мая). В Томской области насчитывается 112,9 тыс. озер с суммарной площадью зеркала 4451 км². Площадь озер варьирует от <0,1 км² до >10 км² (водораздельные и пойменные). Генезис водораздельных озер связан с развитием болотообразовательных процессов. В области высокая степень заболоченности - около 30%. Основной тип болот - верховые (сфагновые олиготрофные). Выделяются три наиболее заболоченных района: Бакчарский, Парабельский и Александровский.

Подземные воды. Характерной чертой исследуемого района является близкое к дневной поверхности залегание грунтовых вод, приуроченность к гумидной зоне. Глубина залегания первого водоносного горизонта 1,0-30,0 м и зависит от рельефа, который определяет условия дренирования в пределах междуречных равнин. Водовмещающие породы – чаще всего пески и супеси, мощностью 0,5-30 м и более. Воды пресные, гидрокарбонатные, кальциевые, натриевые и магниевые, с минерализацией 0,2-0,6 г/л [26]. Сложное геологическое строение района и широкое развитие глинистых водоупорных отложений, залегающих на различных отметках, приводит к образованию напорных вод [79].

Подземные воды района Бакчарского железорудного месторождения находятся в 5-ти горизонтах, где отмечаются повышенные и высокие содержания Fe (до 10 мг/л), а также Mn и органического вещества. Так же высокие содержания Fe и Mn выявлены в подземных водах над рудным телом. В водах ниже рудной залежи (ипатовская свита) концентрации Fe и Mn уменьшаются до 6 раз от среднего значения [29].

Почвенный покров разнообразен: автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные, так же характерен повышенный гидроморфизм, обусловленный заболоченностью территории. Автоморфные почвы (подзолистые, серые лесные и черноземы) занимают около 46% и приурочены к повышенным элементам рельефа. В северной и центральной частях области наиболее развиты подзолистые почвы, сильноподзолистые почвы и подзолы, дерново-подзолистые. В южной части области серые лесные, светло-серые, серые, темно-серые, черноземы оподзоленные и выщелоченные. Полугидроморфные (болотно-подзолистые, лугово-черноземные, серые лесные с глеевыми почвами) и гидроморфные почвы характеризуются болотным почвообразовательным процессами на болотах и в поймах рек. Аллювиальные дерновые, дерново-слоистые, дерново-глеевые, болотные почвы выделяются в поймах рек.

Растительный покров. Две природные зоны характерны для Томской области - тайга и лесостепь. Древовидная растительность представлена пихтой сибирской (*Abies sibirica*), кедром сибирским (*Pinus sibirica*), елью (*Pinaceae Lindl*), а также осиной (*Populus tremula L.*) и березой (*Betula pubescens Ehrh.*). Лесная растительность представлена смешанными лесами, сосновыми борами, сфагновыми болотами. Территории, покрытые растительностью, разделяются на заливные (сосредоточены в поймах р. Обь и ее притоков) и суходольные (наиболее развиты на юге области) и занимают около 4% от площади области. Растительный мир водоемом разнообразен.

Геологическое строение района изучено по данным редких скважин и среднемасштабных геолого-геофизических исследований. В тектоническом плане район относится к южной части Центрально-Западно-Сибирской системы поздних герцинид, представленной здесь южными фрагментами ряда антиклинориев (Назино-Сенькинского, Айгольского, Нижневартковского) и разделяющих их прогибов и внутренних впадин (Нарымско-Колпашевская, Бакчарская). С востока район оконтуривается частью Колывань-Томской складчатой зоны (Новосибирский антиклинорий) и её северным продолжением - Пыль-Караминским мегантиклинорием. По данным глубокого бурения и геофизическим данным фундамент, залегающий на глубине 1,5–2,0 км, сложен породами глинисто-сланцевой и аспидной геосинклинальных формаций, дислоцирован разломами различного ранга и пронизан многочисленными гранитоидными интрузиями [77].

Полезные ископаемые. На территории исследования расположены следующие месторождения полезных ископаемых (приложение Е):

Бакчарское месторождение железистых и оолитовых руд расположено в междуречье рек Андорма и Икса (притоков р. Чая); условия залегания – залежи пластов, представлены 3-мя горизонтами (нарымский, колпашевский, бакчарский). Природа железистых отложений прибрежно-морская – представлена гравелитами, оолитовыми рудами, песчаниками, алевролитами и глинами [68]. Среднее содержание Fe в рудах 40% (34,7%-53%). Руда

представлена двумя типами – лептохлоритовой и оолитовой гидрогетитовой. Железные руды имеют весьма широкий и разнообразный состав элементов: V, Mn, P, S, Ti, As, Co, Zn, Cr, Sb, встречаются следы Cu, Pb, Ni. В них наблюдаются повышенные концентрации редких и рассеянных элементов – Sc, Mo, Ge, Be, Zr, Y, U, Th и даже Au. Концентрации Na, Ca, Rb, Cs, Ba понижены, а содержания Sr и Ag не превышают порога чувствительности анализа [5, 11, 40, 56, 69].

На западе от с. Бакчар расположено месторождение суглинков; условия залегания - пластообразное тело. Месторождение не эксплуатируется, прогнозируемые запасы - 693 тыс. м³. Возможная сфера применения - строительная промышленность (кирпич М-100).

Бакчарское месторождение подземных вод расположено в юго-западной части с. Бакчар. Водный горизонт - палеогеновые отложения юрской толщины. Утвержденные запасы -17,5 тыс.м³/сут [7].

На территории района имеются 2 месторождения бурого угля, (месторождение Бакчарское, Хуторское), залежи торфа, проявление фосфоритов, титансодержащих минералов и циркония (непромышленные содержания), суглинки, керамзитовые глины и строительные пески (Приложение Г) [62].

2.3. Республика Алтай

Климат в Республике Алтай умеренно-континентальный, с относительно коротким жарким летом (июнь-август) и продолжительной (ноябрь-март) холодной, местами очень морозной, зимой. Среднегодовая температура от +1°С до -6,7°С. Диапазон температур января от -9,2°С до -31°С. Диапазон температур июля от +11°С до +19°С. Среднегодовое количество осадков от 100 до 1000 мм. Продолжительность безморозного периода находится в пределах от 130 до 50 дней. Осадки теплого периода составляют в северных и северо-восточных районах 60-70%, в котловинах Центрального Алтая – 80-85%, в котловинах Юго-Восточного Алтая – около 90%. В межгодовом увлажнении наблюдается большая изменчивость,

отклонения от климатической нормы могут составлять 100–200 мм, как в сторону увеличения, так и уменьшения. На хребтах Северо-Восточного Алтая высота снежного покрова изменяется от 70 до 250 см, в долинах до 1 м. Воздушные массы, сформированные над Атлантическим океаном, приносят на Алтай осадки, воздушные массы из Центральной и Средней Азии – сухую и жаркую погоду, из Восточной Сибири – резкое похолодание. Слабо увлажнены котловины Центрального и Юго-Восточного Алтая. В Уймонской, Канской, Урскульской, Теньгинской и Абайской котловинах годовая сумма осадков варьирует от 300 до 450 мм.

Преобладающий *рельеф* местности - горный. Республика полностью расположена в пределах российской части горной системы Алтай (Горный Алтай), соответственно рельеф республики характеризуется высокими хребтами, разделенными узкими и глубокими речными долинами, редкими широкими межгорными котловинами. Особенностью рельефа Республики Алтай является широтное и северо-западное расположение хребтов. В орографии Республики Алтай выделяют 3 основные горные цепи, фиксируемые крупнейшими реками – Северную, Центральную и Южную цепь. С юго-восточной стороны Горного Алтая окаймляется дугообразной высокогорной цепью возвышающейся над плоскогорьем Укок, Чуйской степью, Чулышманским нагорьем, хребтами – Табын-Богдо-Ола (4049), Сайлюгем (3580), Чихачева (4245), Шапшальского (3260). Самая высокая гора — Белуха (Кадын-Бажы) — 4506 м, также высочайшая точка Сибири.

Поверхностные воды. Все реки Республики Алтай относятся к бассейну р. Обь. Наиболее крупные – реки Катунь и Бия. Гидрографическая сеть территории насчитывает более 20 тыс. водотоков, общей протяженностью около 625 тыс. км. На долю малых рек и водотоков приходится 95% числа рек. Высокогорные речные потоки порожисты, почти не меандрируют, местами образуют водопады. Уклоны рек достигают наивысших значений в верховьях. Участки ущельеобразных долин чередуются с межгорными котловинами, где русло выражено слабо и

разбивается на многочисленные протоки, образуя староречья и озера. В пределах плоских высокогорий, а также в среднегорной и предгорной частях, реки нередко приобретают равнинный характер с хорошо развитыми речными долинами. Питание рек смешанное, преимущественно за счет таяния сезонного снега, высокогорных снежников и ледников, выпадения дождей и подпитки грунтовыми водами. Только в высокогорье близ центров современного оледенения, малые реки получают преимущественно ледниковое питание. Характерная особенность рек Горного Алтая – высокие коэффициенты весенне-летнего стока. За теплый период проходит от 75% до 100% годового стока. Высокие коэффициенты стока обусловлены наличием многолетнемерзлых пород в высокогорье, неглубоким залеганием плотных коренных пород и значительными уклонами местности.

Ледники Алтая - источники огромных запасов пресной воды. Общий объем льда учтенных ледников Алтая достигает 57 км^3 , что соответствует 52 км^3 воды. В целом запас воды в ледниках превосходит среднегодовой многолетний сток алтайских рек - 43 км^3 в год. Самые большие ледники: Большой Талдуринский – 35 км^2 , Менсу – 21 км^2 , Софийский – 17 км^2 , Большой Маашей – 16 км^2 .

Почвенный покров. Природные условия территории Горного Алтая определили развитие сложного почвенного покрова. Наиболее характерная особенность – его высотная поясность, определяющаяся наличием трех почвенных поясов [20]: 1) горно-тундровых, горно-луговых и горных лугово-степных почв высокогорий (на высотах 1600-3500 м); 2) горнолесных почв высокогорий, среднегорий и низкогорий (на высотах 600-2500 м); 3) лесостепных почв низкогорий (на высотах менее 600 м). Кроме того, выделяются межпоясные районы степных почв высокогорных, среднегорных и низкогорных котловин и речных долин. В котловинах, долинах и на плато высокогорий, занятых в ледниковый период водными бассейнами, развит процесс болотообразования. Большие слитные болотные массивы имеются в Абайской долине, в бассейне правых притоков р. Чарыш.

Растительный покров республики представляет собой сложно организованную систему. Наиболее полно вертикальная поясность в распределении растительности выражена в Центральном Алтае, по склонам таких хребтов, как Катунский и Теректинский. В широких долинах рек, у подножия гор и по южным их склонам развивается растительность степного пояса, где степи перемежаются с лиственничными перелесками по ложкам и парковыми лиственничными лесами со значительно остепненным травостоем. По северным склонам хребтов располагаются леса: в нижней трети склона лиственничные и лиственнично березовые, выше – лиственнично-кедровые. С высоты 1500-1700 м кедр становится доминирующей породой и вблизи границы леса, сочетаясь с субальпийскими лугами, образует чистые кедровники или размещается небольшими группами, разбросанными на обширном луговом фоне. Вершины хребтов, превышающие 1800-2000 м, занимает растительность высокогорного пояса, выраженная всеми своими характерными звеньями: субальпийские и альпийские луга, высокогорная альпийская тундра.

Геологическое строение. Современный рельеф сформировался в результате длительной истории развития земной коры. Здесь распространены горные породы различного возраста: докембрия, палеозоя и мезокайнозоя, они представлены гранитами, кристаллическими сланцами, красноцветными эффузивами, известняками и мраморами. В речных долинах и межгорных котловинах встречаются рыхлые отложения – песок, гравий, глина, являющиеся продуктами разрушения гор. Территория сложена кристаллическими и метаморфическими сланцами протерозоя, песчаниками и сланцами ордовика, туфогенными породами девона, гранодиоритами и гранитами различного возраста [64].

Минеральные ресурсы Республики Алтай разнообразны по количеству выявленных полезных ископаемых и значительны по разведанным запасам (приложение Ж). Но сегодня минерально-сырьевой потенциал региона практически не используется. В настоящее время разрабатываются в

незначительных объемах золоторудные и молибдено-вольфрамовое месторождения, залежи декоративного камня и строительных материалов. Разведаны несколько крупных золоторудных узлов с геологическими запасами сотни тонн рудного и десятки тонн россыпного Au. Выявлено уникальное по запасам комплексное месторождение редкоземельных металлов (Ta, Li, Rb, Cs, Bi). Оценены с различной детальностью несколько месторождений (Co, W, Mo, Bi, Cu, Ag, Au, Hg). Разведаны и подготовлены к эксплуатации месторождения: Чаган-Узунское (Hg), Ороктойское и Коскольское мраморное (по объему десятки млн. м³ уникальных по декоративности), Холзунское железорудное (с запасами около млрд. т), Пыжинское каменноугольное и Талдыдюргунское бурогоугольное. В стадии изучения и освоения находятся месторождения: Лебедское волластонитовое (уникальное по качеству сырье), Подделикское гипса (высококачественный медицинский), самых разнообразных минеральных пигментов, минеральных и лечебно-столовых вод, лечебных грязей.

2.4. Камчатский край

Климат Камчатского края более мягкий, в отличие от материковой части Дальнего Востока, расположенной на тех же широтах. Лето в этом районе недолгое и дождливое, а зима мягкая. Среднегодовая температура от +2⁰С в районе г. Петропавловск-Камчатский до -4⁰С в Срединном хребте. Наиболее теплые месяцы – июль и август со среднемесячной температурой +15⁰С, наиболее холодный – январь (-17⁰С). Среднегодовое количество осадков достигает 1200 мм. Высота снежного покрова – до 3 м. Влажность воздуха около 80%, часты туманы. Зимой преобладают ветры с суши, летом – с моря. Местами развита многолетняя мерзлота. Современное оледенение наблюдается на некоторых вершинах гор.

Рельеф. Исследуемый район работ орографически приурочен к Восточному хребту, который состоит из системы кулисообразно размещенных хребтов, простирающихся в северо-восточном направлении. В южной части его составляющими являются Ганальский и Южнобыстринский

хребты. Хр. Ганальский имеет высокую степень расчлененности. Высшая точка хребта равна 2278 м. В севере от Ганальского расположен Валагинский хребет, по ширине достигающий 40 км, с абсолютными вершинами 1200–1700 м. Каньонообразные долины рек прорезают склоны. С восточной стороны Валагинский хребет соседствует с вулканическим плато. Северо-восточнее р. Правая Щапина протягивается хр. Тумрок. Его вершины достигают 2000 м. Наивысшей точкой района является вершина вулкана Кизимен (2486 м). На севере от р. Левая Щапина располагается хр. Кумроч с высшей точкой – г. Шиш (2345 м) [84].

Поверхностные воды. Камчатку омывают воды Тихого океана и Охотского моря. Дно Охотского моря вблизи полуострова слабо наклонено к западу. Прибрежная часть дна Тихого океана осложнена подводными каньонами. Параллельно восточному побережью расположен Курило-Камчатский желоб с углублениями до 8000 м.

Самыми крупными реками Камчатского края являются Камчатка и Большая. Мелкие реки, большинство из которых впадают в Охотское море, берут свое начало на западных склонах Срединного хребта, а те, которые впадают в Тихий океан – на восточных склонах Восточного хребта и в нагорьях Восточного вулканического района. Реки горные с сезонно меняющимся стоком. Половодье приурочено к летним месяцам (июнь–июль) и связано с таянием снегов в горах. Наименьший сток в феврале–марте. Ледостав происходит в конце октября, а вскрытие рек – в апреле.

Озера многочисленны и разнообразны по происхождению. Наиболее крупные озера – Курильское и Кроноцкое. Также есть лавоподпрудные озера площадью до 10 км², и озера, заполняющие тектонические впадины, к ним относится оз. Сево (Валагинский хр.). Для прибрежных районов характерно немало озер лагунного и лиманного типов, не редко с соленой водой.

Болота на территории полуострова Камчатка занимают около 34 тыс. км², что составляет более 7% всей площади. Болота Камчатки – это, прежде всего, болота - торфяники, где мощность торфа составляет не менее 1,5 м.

Болота расположены в основном в пределах Западной Камчатской и Центральной Камчатской равнин. Болота южной части Западной Камчатской равнины имеют толщу торфа 3-4 м, наибольшую – 6-8 м. Поверхность болот лишена древесной растительности, слабо развит и кустарниковый ярус. Южнее р. Крутогорова развиты болота переходного типа, севернее – низинного, где выделяется два типа болот: сфагновые и лишайниковые [31].

Подземные воды. Территория полуострова обладает значительными прогнозными ресурсами и запасами подземных вод (ПВ) различного типа и назначения. В пределах региона известны, разведаны и вовлечены в промышленное освоение все типы ПВ, кроме промышленных (извлечение полезных компонентов). Тепло-энергетические (в т.ч. природный пар и пароводяная смесь). Прогнозные ресурсы теплоэнергетических вод в южной части Камчатского края (полуостровная часть) оцениваются в 3265 л/с с температурой 65-95°C, пароводяной смеси и природного пара – 1760 кг/с с энтальпией от 158-240 ккал/с до 660 ккал/с. По экспертной оценке, в Камчатском крае установлено 176 месторождений и проявлений термоминеральных и 151 – холодных минеральных вод. По состоянию на 01.01.2018 г. утверждены и находятся на государственном балансе ПИ балансовые запасы по трем разведанным месторождениям в количестве 18844,4 м³/сут., одно из которых холодных углекислых вод – Малкинское. Степень разведанности прогнозных ресурсов пресных (питьевые, технические) вод в регионе невысокая и составляет около 2%, а для северной части территории только 0,2%. Степень освоения разведанных запасов на протяжении последнего десятилетия изменялась весьма незначительно и соответственно не превышает 21% и 38%. По состоянию на 01.01.2018 г. в Камчатском крае разведано и оценено 51 месторождение (78 участков месторождений, автономных водозаборов), из них 4 в северной части региона [29].

Почвенный покров. Почвенный покров Камчатки относится к лугово-лесной зоне лесных грубогумусных почв Дальневосточной таежно-лугово-

лесной области. Здесь представлены вулканические охристые, вулканические аллювиальные, аллювиальные типичные (аллювиально-дерновые, аллювиально-перегонные, аллювиально-луговые, аллювиальные болотные), слабо развитые (горно-тундровые глеевые, горно-тундровые гумусовые неоглеенные, горно-тундровые вулканические слоисто-пепловые), торфяные (торфяные верховые типичные, торфяные переходные типичные). В целом для полуострова на основании работ С.В. Зонна (1963), И.А. Соколова (1973), В.О. Таргульяна (1971), Ливеровского (1937) и материалов Камчатского филиала института Дальгипрозем выделено 28 типов почв [31].

Растительный покров. Большая часть пониженных площадей Камчатки покрыта лесом паркового типа, преобладающими древесными породами которого являются каменная береза (*Betula ermanii*), реже белая японская береза (*Betula japonica*) с подлеском рябины (*Sorbus*), шиповника (*Rosa*), реже кедрового (*Pinus pumila*) и ольхового стланика (*Alnus kamtschatica*) и травянистой растительности. В горных районах сплошные лесные массивы поднимаются до высот 500–700 м. На поймах рек развиваются луга. С повышением рельефа леса сменяются зонами кустарников, состоящих из кедрового и ольхового стланика. Кустарники занимают горные склоны до высоты 700–1200 м, выше сменяются альпийскими лугами и горными тундрами из мхов и ягодных кустарников. Свыше уровня 1500 м преобладают россыпи камней и скалы.

Геологическое строение. Стратиграфический разрез района представлен осадочными, вулканогенно-осадочными и вулканогенными породами мелового и кайнозойского возраста – покровными фациями вулканических комплексов. На исследуемой территории по латерали и разрезу преобладают осадочные и вулканогенные породы мелового возраста, в разной степени метаморфизованные. Камчатско-Олюторскую зону составляют мел-палеоценовые вулканогенные породы и осадочные палеоценовые породы, которые согласно перекрывают вулканиты [84]. В Южно-Камчатской части сформировались плиоцен-четвертичные вулканогенные

образования. Рыхлые четвертичные отложения прослеживаются во всех зонах.

Тектоника. Камчатская область является переходной материково-океанической зоной и относится к северо-западному сегменту Тихоокеанского подвижного пояса, а также причисляется к Корякско-Камчатской покровно-складчатой системе. На Камчатке выделяют шесть структур первого порядка [88]. Изучаемый район полностью входит в Восточно-Камчатский горст-антиклинорий. Это протяженная структура, которая четко наблюдаться по ю-в борту Центрально-Камчатского рифта. Горст достаточно вытянут (400 км) и в ширину достигает 130 км на юге, и 60 км на севере. Горст-антиклинорий практически повсеместно перекрыт вулканитами неоген-четвертичного возраста и образованиями Тюшевского прогиба средне-эоцен-миоценового возраста. В поперечном разрезе горст имеет ассиметричное строение. Возраст отложений, которым представлен горст варьирует от мелового-палеоценового (терригенные и кремнисто-вулканогенные породы) на западном крыле до палеоцен-ранне-эоценового на восточном. В горсте-антиклинории выделяется несколько крупных блоков, отличающихся друг от друга тектоническим строением: Петропавловский, Ганальский, Валагинский – имеют сложное тектоническое строение; Кижиченокский, Голубовский, Адриановский и Южно-Кумрочский – с относительно простым тектоническим строением.

Полезные ископаемые. Изучаемый район находится в пределах Курило-Южно-Камчатской минерагенической субпровинции. В пределах исследуемой территории выделяется две установленные минерагенические зоны, одна из которых богата Au-Ag рудами, а другая – Cu-Ni [84]. На исследуемой территории обнаружены месторождения почти всех групп (кроме солей) полезных ископаемых – горючие, металлические и неметаллические, подземные воды (приложение 3). Наибольшее значение для района имеют благородные и цветные металлы, россыпи Au, подземные

воды. Также важными являются угольные и торфяные месторождения и месторождения строительных материалов [19].

3. Объекты исследования

Исследования содержания элементов-примесей в торфоболотных экосистемах проводились на территории торфяных месторождений «Мухрино (ХМАО); «Бакcharское», «Васюганское» и «Самара» (Томская область); «Соузар» (Республика Алтай); верховых и низинных торфяников Камчатского края.

Торфяные месторождения Томской области и ХМАО являются отрогами Большого Васюганского болота (БВБ). Пробы отбирались на типовых участках верховых и низинных болот, не испытывающих антропогенного влияния. Характеристики торфяных месторождений представлены в таблице 3.1.

Торфяное месторождение «Мухрино» (ХМАО)

В торфяной залежи верхового болотного комплекса «Мухрино», расположенного на левом берегу нижнего Иртыша на низкой террасе в пределах Кондинского геохимического округа (рисунок 3.1) [69]. Точки отбора проб торфа были заложены по профилю элементарных ландшафтов: высокий рям (МВР) – низкий рям (МНР) – гряда (МГМК(Г)) в грядово-мочажинном комплексе (рисунок 3.2). Территория исследования удалена от промышленных территорий, не испытывает непосредственного антропогенного воздействия и является фоновой.

Ключевые участки месторождения «Мухрино» представлены сосново-кустарничково-сфагновым растительным сообществом. Сосна и кедр высотой от 1,5-2 м на грядах грядово-мочажинного комплекса (МГМК(Г)) (рисунок 3.3. а), 3-4 м – на низком ряме (МНР) до 10 м – на рослом ряме (МВР) и диаметром 4-6 см представляют верхний древесный ярус (около 5-15% проектное покрытие, далее ПП). Подрост высотой около 0,3-1 м представлен кедром, сосной с примесью березы (5% ПП). В микрорельефе преобладают кочки, соотношение кочек и межкочек: 70:30 (МВР); 90:10

(МНР); 3:14 (М(ГМК(Г))). Высота кочек 40 см. Мощность торфяной залежи: 1-2 м (МВР); 3,4 м (МНР); 5,5 м (М(ГМК(Г))) [76].

Таблица 3.1. - Характеристика исследуемых торфяных месторождений

Ключевой участок	Координаты	Мощность торфяной залежи, м	Характеристика	Место расположения
т.м. «Мухрино», олиготрофное болото				Ханты-Мансийский автономный округ
Низкий рям (МНР)	60°53'43.77" 68°41'31.47"	3,0	Верховое болото	
Высокий рям (МВР)	60°53'21.65" 68°41'22.80"	2,0		
Грядово-мочажинный комплекс (МГМК(Г))	60°53'29.36" 68°40'33.06"	5,5		
т.м. «Бакcharское», олиготрофное болото				Томская область (Бакcharский район)
Заболоченный лес (БЗЛ)	56°56'08,3" 82°35'58.7"	0,4	Верховое болото	
Низкий рям (БНР)	56°58'15.3" 82°36'10.2"	2,0		
Высокий рям (БВР)	56°58'23.8" 82°36'41.2"	1,0		
Осоково-сфагновая топь (БОТ)	56°58'18.2" 82°37'06.4"	2,9		
т.м. «Васюганское», олиготрофное болото				
Низкий рям (ВНР)	56°52'54.3" 82°48'56.7"	3,0	Верховое болото	
т. м. «Самара», эвтрофное болото				Республика Алтай (центральная часть)
Ерниково-осоковый фитоценоз (СЭБ)	56°55'16.8" 82°30'18.5"	5	Верховое болото	
т.м. «Соузар», эвтрофное болото				
Соузар (С)	50°38' 85°18'	0,5	Котловинное болото	Камчатский край (Западно-Камчатская низменность)
Участок у п. Апача («Апача»)	52°55'207" 157°16'322"	2,6	Верховое болото	
Участок вблизи газопровода («Газопровод»)	52°57'558" 157°05'060''	2,62	Верховое болото	
Участок в борту р. Железная («Железная»)	53°17'090" 158°24'665"	1,34	Низинное болото	

Торфообразование болотного массива происходило на сложенной древнеаллювиальными песчаными отложениями низкой террасе [55]. Для данного болотного массива наиболее характерными видами торфа являются: верховой фускум-торф, отлагаемый сообществами рямов и гряд; сфагновый топяной и пушицево-сфагновый торф, характерный для мочажинных растительных сообществ; низинный травяной и древесно-травяной торф,

слагающие придонные слои торфяной залежи. Минеральное дно сложено глинами и тяжелыми суглинками [27].



Рисунок 3.1. Точки отбора проб на месторождении «Мухрино» (ХМАО)

В торфяные толще экосистемы МВР выделяются 3 части (рисунок 3.3 б). Верхний слой мощностью 10 см образован верховым торфом с зольностью 2,6% и pH 3,3, затем следует 40 см переходного торфа с зольностью около 6,0% и pH 3,4, ниже слой, образованный низинным торфом с большим разбросом показателей зольности – от 2,4 до 27,2 и pH 3,7. МВР, вследствие его периферического положения в болотном массиве испытывает влияние сопряженных с ним территорий, что находит свое отражение в свойствах почвы.

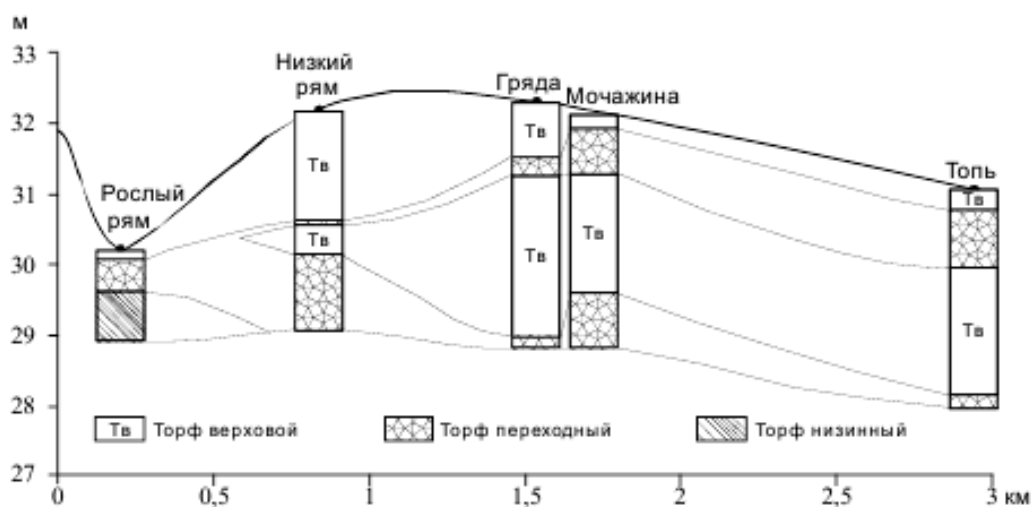


Рисунок 3.2. Схема ландшафтного профиля болотного массива «Мухрино»: по вертикали – высота над ур. м., м; по горизонтали – расстояние, км [76]

Торфяная толща МНР разбивается на 4 части чередующихся слоев верхового и переходного торфов. Верхний слой представлен верховым торфом мощностью 150 см с зольностью 1,1–6,3. Ниже располагается прослойка (10 см) переходного торфа с более высокой зольностью 10,9%. С глубины 160 см лежит 60 см верхового торфа с низкой зольностью 1,7%. Самый нижний слой переходного торфа, мощностью 110 см, залегает на минеральном субстрате, что объясняет широкий разброс зольности – от 1,2 до 14,5%. Величина pH с незначительными колебаниями увеличивается сверху вниз и составляет в нижней части 3,0–3,7.

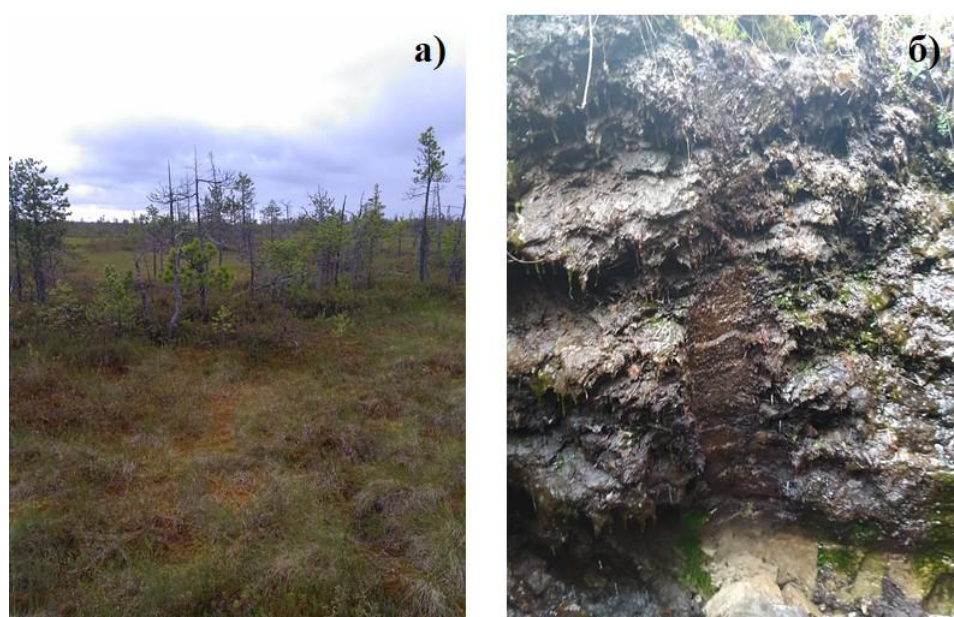


Рисунок 3.3. Торфяное месторождение «Мухрино»: а) гряда (ГМК); б) высокий рям (фото: Дюкарев Е.А., Ляпина Е.Е.)

В торфяной толще МГМК(Г), так же, как и в МНР, чередуются слои верхового и переходного торфов. В верхнем слое верхового торфа мощностью 70 см зольность колеблется в пределах 1,8–4,7. Ниже следует слой переходного торфа на глубине 70–100 см с зольностью 4,3–5,0%. Следующий мощный слой 100–330 см верхового торфа имеет зольность от 1,2 до 4,0%. Исключение составляет слой переходного торфа 330–350 см, он имеет широкий разброс значения зольности от 6,0 до 49,2%. Максимальное значение зольности связано с обогащением его минеральными частицами из

нижележащего минерального горизонта. Кислотность колеблется в пределах рН 3,6–4,0 по всей толще [75].

Торфяное месторождение «Бакчарское» (Томская область) представляет собой естественный участок, не подверженный непосредственному антропогенному воздействию. Отбор проб производился на 4 опорных пунктах ландшафтного профиля в пределах водосборной площади р. Ключ (рисунок 3.4) параллельно линиям стока [50, 51].

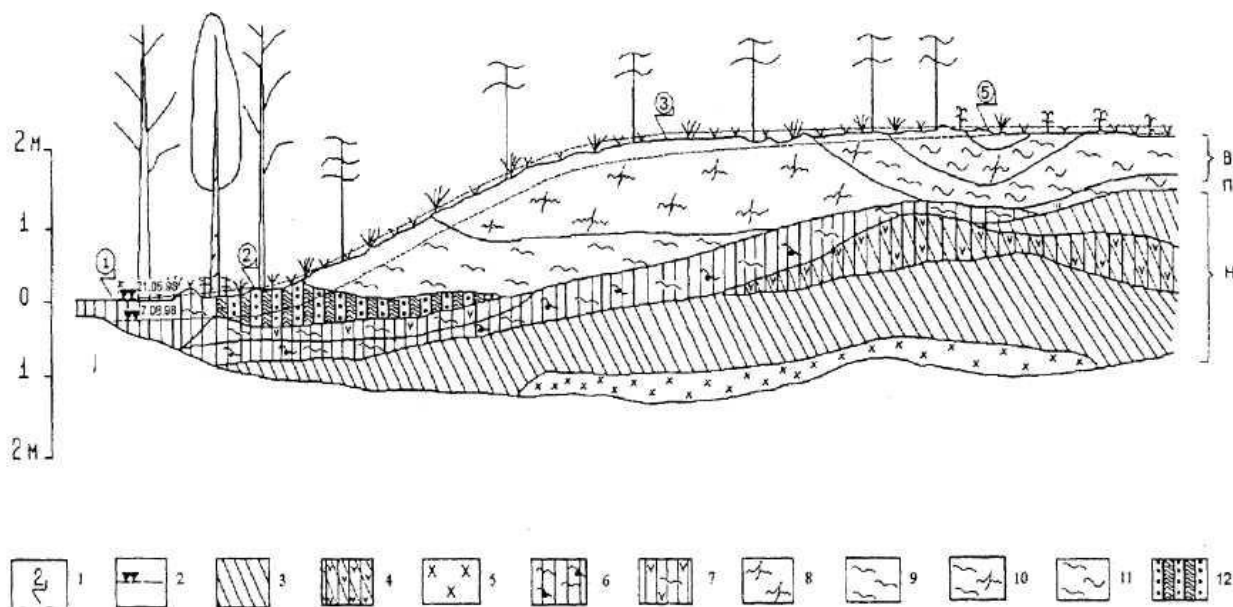


Рисунок 3.4. Схема ландшафтам профиля р. Ключ торфяного месторождения «Бакчарское» (Томская область) [15]: 1 - пункт наблюдения на болотных фитоценозах: 1) БЗЛ, 2) БВР), 3) БНР, 5) БОТ; 2 - уровень болотных вод; 3-12 виды торфа: 3 - низинный осоковый, 4 - низинный древесно-осоковый, 5 - низинный хвощевой, 6 - переходный древесно-сфагновый, 7 - переходный древесно-травяной, 8 - фускум-торф, 9 - маггеланикум-торф, 10 - верховой комплексный, 11 - сфагновый мочажинный, 12 – верховой сосново-пушицевый; Типы залежи: В - верховая, П - переходная, Н – низинная

Заболоченный лес (рисунок 3.5а). Березово-сосново-зеленомошный заболоченный лес, находится в русле р. Ключ, вытекающей из болота. Дрестой заболоченного леса двухъярусный. Первый ярус: сосна обыкновенная, береза пушистая, осина и кедр. Второй ярус: сосна сибирская (*Pinus sibirica*) и береза пушистая. Кустарничковый ярус развит слабо.

Сфагновые мхи немногочисленны, встречаются как олиготрофные виды, так и эвтрофные.

Высокий рям (рисунок 3.5б). Высокий рям представляет собой окраину верхового водораздельного массива. Микрорельеф представлен моховыми подушками и приствольными буграми высотой до 50 см (до 50% поверхности). Растительность представлена сосново-кустарничково-осоково-сфагновой ассоциацией. Древесный ярус состоит из сосны с единичными растениями березы и кедра. Кустарничковый ярус развит пышно, обильны брусника и клюква мелкоплодная (*Oxycoccus microcarpus*). Травяной покров составляют осока шаровидная (*Carex globularis* L.), пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), морошка приземистая. Доминанты мохового покрова (96%) - сфагновые мхи.

Торфяная залежь БВР мощностью 1 м. В основании залежи лежит слой низинного осокового торфа высокой степени разложения (50 см), затем идут переходные виды торфов: древесно-сфагновый и древесно-травяной (20 см). Верхний слой представлен сосново-пушицевым торфом (30 см).

Низкий рям (рисунок 3.5в). Микрорельеф волнистый из-за большого количества больших моховых подушек высотой около 30 см, диаметром до 3 м. Растительность также относится к сосново-кустарничково-сфагновой ассоциации с угнетенной низкой сосной (древесный ярус). Кустарничковый ярус развит обильно на микроповышениях. На вершинах кочек растет клюква мелкоплодная. Травяной ярус представлен куртинками (*Eriophorum vaginatum* L., *Rubus chamaemorus* L. и *Drosera rotundifolia*). В моховом покрове доминирует сфагнум, фускум.

Торфяная залежь БНР достигает мощности 2 м и имеет смешанный топяной вид строения. В основании залежи слой низинного торфа (80 см), который перекрывает мощный (1,2 м) слой верхового торфа двух видов - магелланикум со средней степенью разложения и фускум с низкой степенью разложения.



Рисунок 3.5. Торфяное месторождение «Бакчарское»: а – заболоченный лес, б – высокий рям, в – низкий рям, г – открытая топь [54]

Открытая топь (рисунок 3.5г). Осоково-сфагновая топь занимает центральную часть болотного массива. Микрорельеф представлен незначительными микроповышениями высотой до 20 см. Растительность открытой топи относится к кустарничково-травяно-сфагновой ассоциации. Кустарничковый ярус, представленный багульником, подбелом и клюквой, имеет высоту 10 см, развит слабо и расположен по положительным элементам микрорельефа. В травяном наиболее обильны пушица и осока носатая (*Carex rostrata*). Моховой ярус представлен различными видами сфагновых мхов, формирующих микрорельеф (проективное покрытие 100%).

Торфяная залежь БОТ достигает мощности 3 м. В основании залежи находится мощный пласт низинного торфа осокового и древесно-осокового вида (1 м). Верхний слой залежи (1 м) сложен верховыми фускум и сфагновым мочажинным торфами слабой степени разложения [15, 35].

Торфяное месторождение «Васюганское» (рисунок 3.6а) Фитоценоз осушенного участка представлен сосново-кустарничково-сфагновой растительностью и характеризуется как низкий рям. Микрорельеф кочковатый, моховые кочки у приствольных повышений и сфагновые подушки высотой 0,3-0,5 м и диаметром 0,2-1,5 м. Древесный ярус формируется сосной, в напочвенном покрове обильны багульник, кассандра, голубика (80%). В травяном ярусе участвует пушица (10-15%). В моховом покрове преобладает сфагнум-фускум (80%). Встречаются пятна лишайников занимающие до 20% поверхности.

Мощность торфяной залежи 2,9 м. Залежь практически однородна (2,1 м) и сложена фускум-торфом. Ниже профиль слагает переходный торф моховой и травяной групп (0,9 м). Подстилающими породами служат глины [15, 35].

Торфяное месторождение «Самара» (рисунок 3.6 б) расположено на низкой левобережной террасе р. Бакчар на первой надпойменной террасе в окрестностях д. Полынянка. Растительность болотного массива представлена карликовой березкой (*Betula nana* L.) с редким ярусом низкорослых сосен и берез (высота 2-6 м, диаметр стволов 2-7 см), кроме того, встречаются редкие группы ивовых. Травянистый ярус представлен типичными для осоково-гипновых болот Западной Сибири видами (50% ПП). Моховой покров пятнистый, проективное покрытие 40-60%. В моховом покрове доминируют зеленые мхи реже встречаются *Sphagnum warnstorffii* Russ., *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) Schwaegr. и др.

Торфяная залежь относится к низинному типу топяному подтипу. Средняя мощность торфяной залежи в расширенной открытой части болота 3-4 м, максимальная глубина в присклоновой части террасной котловины - 5,5 м. В строении торфяной залежи преобладает осоковый вид торфа. На разной глубине встречаются прослойки древесно-осокового торфа [33, 35].



Рисунок 3.6. Торфяные месторождения (аэрофотосъемка): а – «Васюганское», б – «Самара» [54]

Торфяное месторождение «Соузар» (Республика Алтай) является низинным болотом (рисунок 3.7) [37]. Мощность залежи 0,5 м, степень разложения 47-52%, зольность 12,2-46,1%, сложена низинным осоковым торфом [46]. Торфа характеризуются высокой зольностью за счет вторичных эрозионных сносов с окружающих возвышенностей. Зольность низинных торфов, которая отражает условия водно-минерального режима, характеризуется широкой вариабельностью (от 9,7 до 46,6 %).

Торфяные месторождения Камчатского края

Торфяники Камчатки в основном сосредоточены на территории Западно-Камчатской низменности. Большинство торфяников Камчатской области относятся к третичным и четвертичным осадочным отложениям, которые приурочены к крупным прогибам слоев мезозойского и палеозойского возрастов. Торфяные залежи Камчатской области обладают отличительной особенностью – повсеместное наличие прослоев вулканогенной пирокластики мощностью до 0,5 м. Еще одна характерная черта для Камчатских торфяников – отсутствие пней и древесной растительности в их составе.

Всего было изучено 3 торфяных месторождений: вблизи с. Апача; недалеко от газопровода в районе с. Апача; у ручья Железный.

Торфяник в районе с. Апача – это верховой торфяник. Из растительности отмечаются багульник, мох, клюква, шикша (водяника) и

осока. рН баланс болотной воды составляет 4,7 (кислый). В разрезе торфяника обнаружены 4 пепловых прослоя, отнесенные к извержениям ОП 1500, КС 1800, АВ 2800 и КС 6000.

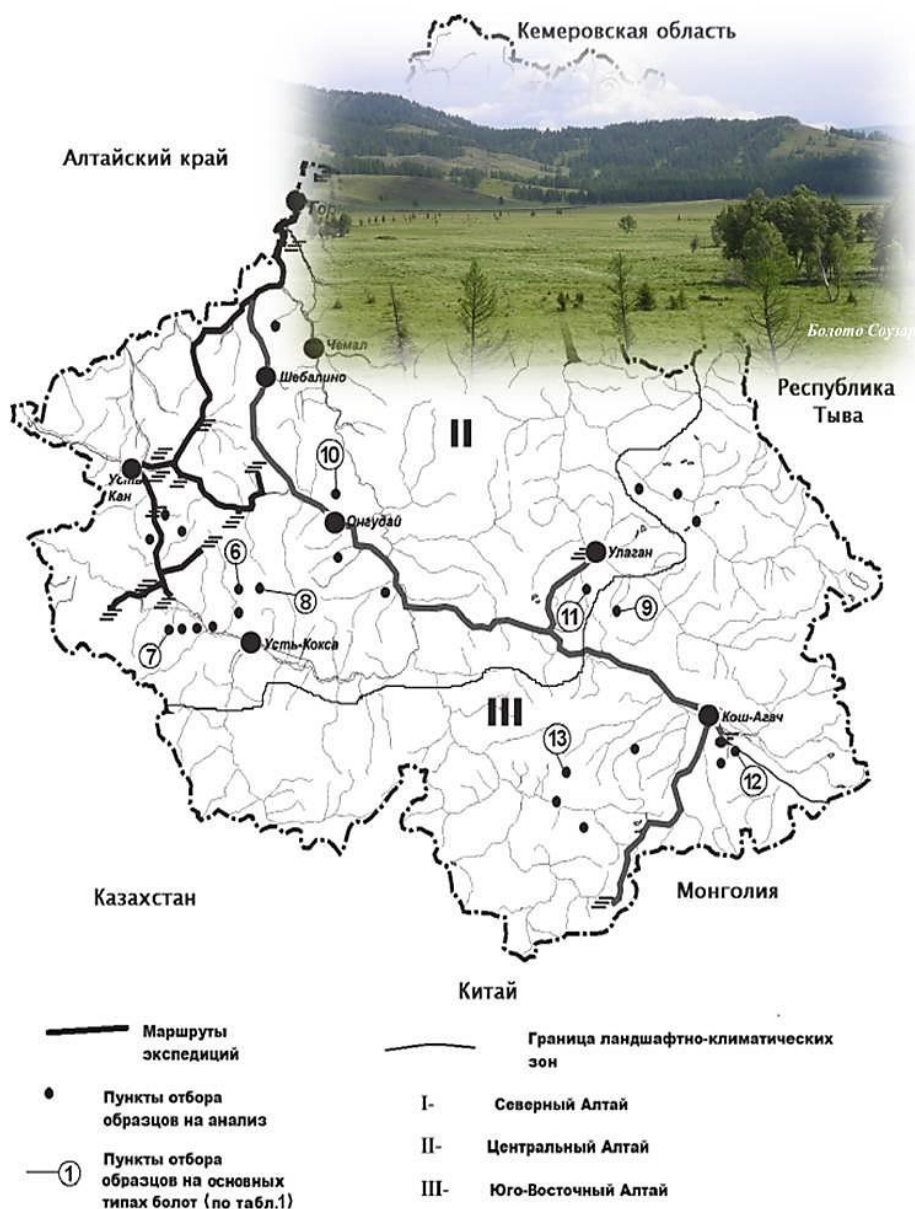


Рисунок 3.7. Карта-схема отбора проб торфа на территории горного Алтая: 7 – торфяное месторождение «Соузар» [37, 48]

Торфяник на водоразделе в 100 м от трассы газопровода также является верховым торфяником с зарослями кедрового стланика и крупными стелющимися кустарниками клюквы. Вода имеет рН=4,6 (кислая). Торфяник включает три пепловых горизонта (ОП 1500, АВ 5300 и КС 6000).

Низинный торфяник в борту р. Железная (рисунок 3.8). Цвет от рыжевато-бурого до темно-бурого. Вскрыто 8 пепловых прослоев – ОП 1500, АВ 1600, КС 1800, АВ 2800, ОП 4600, АВ 5300, КС 6000 и КР 6400.

Таблица 3.2. - Пеплы крупнейших извержений в разрезах профиля Усть-Большерецк–Петропавловск-Камчатский

Центр извержения	Индекс тефры	¹⁴ C возраст, лет	Объем, км ³	Состав пород	Особенности состава	
					Серия пород	Минералы-индикаторы
Опала - Бараний Амфитеатр - Кратер Чаша	ОП 1500	1478±18	9–10	Р, РД	ВК	Присутствие биотита
	ОП 4600	4628±90	0,9–1	Р	ВК	
Кеудач - Конус Штюбеля - Кальдера V - Кальдера IV	КС 1907 г.		1,5–2	Д, АВ	НК	Отсутствие роговой обманки
	КС 1800	1806±16	18–19	РД	НК	
	КС 6000	6007±38	9–11	А	НК	
Авачинский	АВ 1600	1622±45	≥0,2	АВ	НК	Присутствие роговой обманки
	АВ 2800	2832±26	≥0,27	АВ	НК	
	АВ 5300	5257±23	≥0,3	АВ	НК	
Корякский	КР 6400	6410±160	н.д.	А	УК	н.д.

Примечание: АВ, А, Д, РД, Р – соответственно андезито-базальты, андезиты, дациты, риодациты, риолиты. Серийная принадлежность [12, 54]: НК, УК, ВК – соответственно низко-, умеренно и высококалевая серии; н.д. – нет данных.



Рисунок 3.8. Маркировочные пепловые горизонты в разрезе торфяника в борту р. Железная [19]

Тефра Камчатского края изучена достаточно хорошо. В настоящее время существует около 30 пепловых горизонтов, которые относятся к маркирующим. Для этих горизонтов тщательно изучены и определены источники извержения, ареалы их рассеивания, возраст с помощью радиоуглеродного анализа, химический и минеральный составы. Кроме того, установлены отличительные особенности для всех этих горизонтов. В торфяных разрезах, которые изучаются в данной работе зафиксировано 9 маркирующих пеплов горизонтов (таблица 3.2) [84].

4. Методы исследования

4.1. Отбор проб и пробоподготовка

Отбор проб торфа на территории ХМАО и Томской области выполнен в период 2020-2021 гг. Пробы торфа и минеральных грунтов отбирали при помощи торфяного бура (ТБГ-1) с шагом опробования 10 см на полную

глубину торфяной залежи. На участке МВР (ХМАО) – вручную в виде сплошной колонки с шагом 5 см до глубины 180 см. Всего было отобрано около 300 проб.

Пробы торфа и минерального грунта высушивались воздушно сухим путем при комнатной температуре до постоянной массы и просеивались через сито размером 1 мм. Вся подготовка проб для анализа проводилась в соответствии с [105].

Отбор и анализ проб торфа на территории Томской области и Ханты-Мансийского автономного округа, измерения содержаний ртути в пробах, а также выделение ГК и форм нахождения элементов выполнены автором. Данные по элементному составу торфа с месторождений Республики Алтай и Камчатского края предоставлены сотрудником Национального исследовательского Томского политехнического (далее НИ ТПУ) д.г.-м.н. Арбузовым С.И. Фракционный состав органического вещества торфа выполнен к.т.н. Масловым С.Г.

4.2. Лабораторно-аналитические исследования

Аналитические исследования проводились на базе Национального Томского политехнического университета в учебно-научной лаборатории Инженерной школы природных ресурсов НИ ТПУ.

Содержание Hg в пробах определяли на анализаторе ртути РА-915+, методом атомной абсорбции с помощью приставки ПИРО-915 (метод пиролиза; предел обнаружения Hg – 5 нг/г). Точность определения анализа – 5 нг/г, содержание ртути в пробах рассчитывали на 1 г сухого вещества [119].

Для количественного определения химических элементов в торфах применялся многоэлементный нейтронно-активационный анализ (ИНАА). Исследование проводили по аттестованной методике (НСАМ ВИМС № 410-ЯФ) в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ) (аналитики А.Ф. Судыко, Л.В. Богутская). Методика анализа утверждена

научным советом по аналитическим методам (НСАМ) при ВИМСе и отработана в результате многочисленного использования в течение многих лет, в том числе и в ТПУ (таблица 4.2.1). Плотность потока нейтронов в канале облучения $2 \cdot 10^{13}$ нейтр./($\text{см}^2 \cdot \text{с}$), продолжительность облучения 20 часов. Измерения проводились на многоканальном анализаторе импульсов АМА 02Ф с полупроводниковым Ge-Li детектором ДГДК-63А.

Всего проанализировано 375 проб.

В пробах торфа месторождения «Соузар» определили влажность по ГОСТ 11305-83, зольность по ГОСТ 11306-83 и групповой состав торфа по методу Инсторфа (рисунок 4.3.1) [53]. По этому методу из одной навески сухого торфа выделяют последовательно битумы - бензолом; водорастворимые и легкогидролизуемые вещества - нагреванием с соляной кислотой; гуминовые вещества – нагреванием со щелочью; целлюлозу - 80%-й серной кислотой. Остаток после определения целлюлозы условно считают лигнином торфа.

Таблица 4.2.1. - Пределы обнаружения содержания элементов в торфах, их золах и углистых породах методом ИНАА, г/т

Элемент	Предел обнаружения	Элемент	Предел обнаружения
Na	20	Ba	8
Ca	300	La	0,03
Sc	0,02	Ce	0,05
Cr	0,2	Sm	0,01
Fe	100	Eu	0,01
Co	0,1	Tb	0,05
Ni	20	Yb	0,1
Zr	30	Lu	0,01
Rb	0,6	Hf	0,01
As	1	Ta	0,05
Sr	7	Au	0,01
Ag	0,5	Th	0,2
Cs	0,3	U	0,1
Sb	0,2	Br	0,3

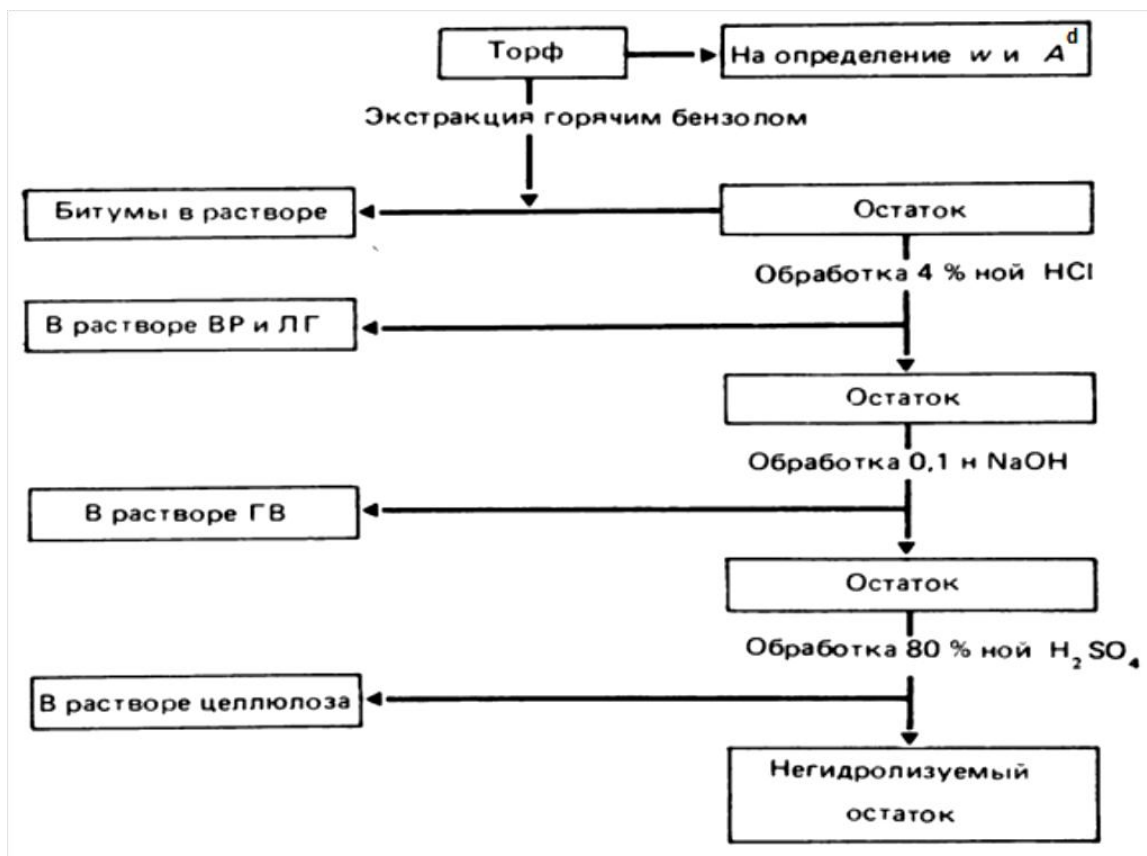


Рисунок 4.2.1. Схема определения группового состава торфа

Для выделения ГК торф сушили при комнатной температуре до воздушно-сухой массы, измельчали и обрабатывали 0,1 М NaOH в течение 8 ч. при постоянном перемешивании при 25-30⁰С. Осадок отделяли от жидкости фильтрованием. Для осаждения ГК из раствора жидкость обрабатывали HCl при рН 1,0–2,0. Выделенные ГК отделяли центрифугированием, промывали на фильтре водой до рН 7,0 и сушили при комнатной температуре [9]. Исследование проведено при консультировании к.х.н. Осиповой Н.А.

Проанализировано 253 пробы.

4.3. Определение форм нахождения элементов-примесей

Для выявления основных почвенных компонентов, влияющих на стабилизацию соединений ТМ в почве, был использован широко распространенный метод Тессье (рисунок 4.4.1) [97].

Соединения металлов	Экстрагент	Соотношение почва:раствор	Условия экстрагирования
Обменные	1М MgCl ₂ , pH 7,0	1:8	Взбалтывание 1ч при комнатной температуре
Связанные с карбонатами	1М NaCH ₃ COO, pH 5,0 (с CH ₃ COOH)	1:8	Взбалтывание 5ч при комнатной температуре
Связанные с (гидр)оксидами Fe, Al, Mn	0,04М NH ₂ OH·HCl в 25%-ой CH ₃ COOH	1:20	Нагревание 8ч при t=96±3°C при периодическом взбалтывании
Связанные с органическим веществом	0,02М HNO ₃ + 30% H ₂ O ₂ , pH 2,0 (с HNO ₃), затем 3,2М NH ₄ CH ₃ COO в 20%-ой HNO ₃	1:20	Нагревание 5ч при t=85±2°C при периодическом взбалтывании
Остаточная фракция	HF+HClO ₄ , затем HNO ₃ конц.	1:25	Выпаривание

Рисунок 4.3.1. Схема последовательных селективных экстракций [10]

После каждой экстракции проводили разделение жидкой и твердой фазы с помощью центрифугирования в течение 15 минут. Осадок промывали дистиллированной водой и снова центрифугировали. Содержание ТМ в почвенных вытяжках определялось методом ИНАА и ААС.

Определение форм нахождения (ФН) Hg в пробах торфа выполняли методом постадийного выделения на разных температурных режимах на анализаторе ртути РА-915+: Mode 4 (170-230⁰С) - высвобождается свободная (СВ) и физически связанная (ФС) Hg; Mode 6 (300-400⁰С) – химически связанная (ХС) и ртутьорганические комплексы; Mode 1 (850-1000⁰С) – сульфидная (С) и изоморфная (ИЗ) [92].

Определение форм соединений элементов-примесей в торфах методом последовательных селективных экстракций проводилось на базе Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск), при консультировании химика-аналитика Ветровой О.В.

Всего проанализировано 24 пробы.

4.4. Аналитический раздел

Внешний контроль данных по Hg проведен на базе Тихоокеанского океанологического института ДВО РАН (г. Владивосток).

Для контроля данных ИНАА часть проб изучена методом ICP MS (спектрометрический метод с индуктивно связанной плазмой) в ООО «Химико-аналитический центр «Плазма» (г. Томск, аккредитована в национальной системе аккредитации RA.RU. 516895, директор – Н.В. Федюнина). Контроль проводился на пробах участка «Апача» (Камчатский край) – 31 проба. Сходимость Cr, Co, As на уровне 16-21%; Zn, Sb – 45-58% (рисунок 4.4.1).

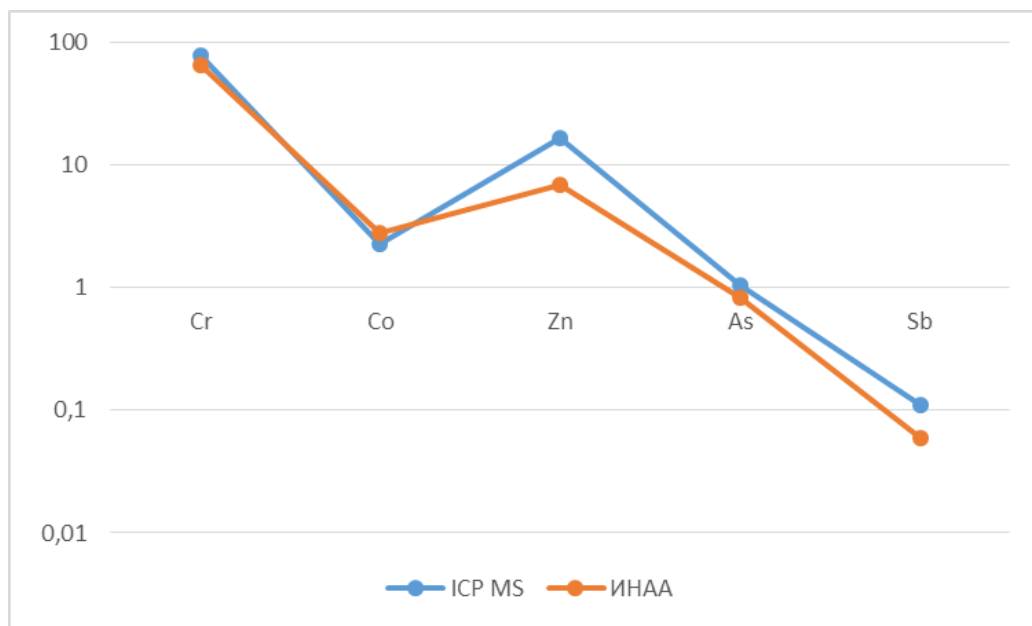


Рисунок 4.4.1. Сходимость данных аналитических исследований (торф «Апача» Камчатский край)

Математическая обработка данных проводилась с применением электронной таблицы Microsoft Excel. Статистическая проверка данных велась в пакете StatSoft Statistica 12.

Методика обработки результатов включала расчет следующих эколого-геохимических показателей: коэффициента относительно почв Земли, среднего для торфов по регионам исследования, кларка концентрации, фактора обогащения (нормирование по S_c), суммарного показателя загрязнения.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью исследования является выявление содержания и геохимических особенностей распределения элементов-примесей в торфяных залежах ключевых участков болотных экосистем.

Входом научно-исследовательской работы являются:

- проблемы, обозначенные исследователем для решения;
- методы, модели, законы, закономерности и т. д.;
- опубликованные результаты, полученные отечественными и зарубежными исследователями в данной области;
- научная информация, на базе которой формируются новые компетенции.

Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» возможность оценить эффективность проекта и решений, предлагаемых в процессе научного исследования.

Целью данного раздела - определение востребованности и успешности научно-технического исследования, оценка эффективности, уровня возможных рисков, а также разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Предпроектный анализ. Потенциальные потребители результатов исследования.

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

В данном проекте сегментами рынка являются:

- Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области;
- Научно-исследовательские организации, университеты.
- Население.

Необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование; выделить часть рынка, группы потребителей, обладающие общими признаками; проанализировать потребности результатов исследования. В данном случае сегментирование рынка будет проходить по степени потребности использования результатов исследования (табл.6.1)

Таблица 6.1. – Карта сегментирования рынка услуг

		Вид потребителя		
		Природоохранные органы ТО (А)	Научно-исследовательские организации (Б)	Население (В)
Размер	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

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

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле (6.1):

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (6.1)$$

где: К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента; V_i – вес показателя (доли единицы); B_i – балл i -го показателя.

Конкурентоспособность данного научного исследования выше, по сравнению с данными государственных докладов, и с данными аттестованных лабораторий. Достоинство данного проекта в использовании большого спектра методов анализа данных и обеспеченности высокотехнологичным оборудованием.

Таблица 6.2. – Оценочная карта сравнения конкурентных научно-исследовательских решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,12	4	4	4	0,48	0,48	0,48
2. Точность исследования	0,14	4	4	4	0,56	0,56	0,56
3. Обеспеченность оборудованием	0,12	5	4	3	0,6	0,48	0,36
4. Технологичность	0,12	4	4	3	0,48	0,48	0,36
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,12	5	5	4	0,6	0,6	0,48
2. Цена	0,13	3	4	4	0,39	0,52	0,52
1. Финансирование научной разработки	0,12	5	3	3	0,6	0,36	0,36
3. Время	0,13	4	5	4	0,52	0,65	0,52
Итого	1	34	33	29	4,23	4,13	3,64

Основываясь на проведенный анализ конкурентов, можно сказать, что уязвимость разрабатываемого проекта, в том, что требуется больше времени на его выполнении, но достоинство его в цене, которая ниже позиции конкурентов и высокой технологичности.

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта, что позволяет взглянуть на потенциал научно-исследовательского проекта, анализ не предусматривает сложных операций, но является очень полезным. Проводится в несколько этапов.

Первый этап. Описание сильных и слабых сторон проекта. Сильные и слабые стороны - это внутренние факторы, а возможности и угрозы - внешние. Внутренние факторы касаются непосредственно нашего проекта, в то время как внешние - той среды, которая его окружает (таблица 6.3).

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Эти условия должны помочь выявить степень необходимости проведения долгосрочных изменений.

В рамках данного этапа построили интерактивную матрицу проекта с различными комбинациями для выявления взаимосвязей областей SWOT

(таблица 6.4). Матрица позволяет оценить варианты стратегического выбора для проекта исследования. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 6.3. – Матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Проблема загрязнения компонентов окружающей среды С2. Низкая цена проекта С3. Высокая точность результатов С4. Распространённость и доступность объекта исследования С5. Квалифицированный персонал	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Удаленность территории объекта исследования Сл2. Погрешность методов анализа Сл3. Многолетний период анализа Сл4. Продолжительность сроков выполнения анализа проб.
Возможности: В1. Необходимость в данных исследования у других научно-исследовательских институтов для проведения сравнительного анализа. В2. Получение гранта на дополнительные исследования.	Представление результатов исследования на конференциях разного уровня, для поиска взаимовыгодных исследовательских проектов. Участие в конкурсах на предоставление грантов и хоз.договоров	Поиск исследований по другим аналогичным системам. Участие в конкурсах на предоставление грантов на исследования.
Угрозы: У1. Наличие конкурентноспособных исследователей, имеющих большой спектр методик анализа. У2. Отсутствие финансирования исследований. У3. Климатические условия.	Расширение используемых методик за счёт средств гранта.	Расширение используемых методик за счёт средств гранта. Поиск постоянных финансовых средств на исследования.

В рамках третьего этапа составлена итоговая матрица SWOT-анализа.

Таблица 6.4. – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	0	+	+	0	+
	B2	+	+	+	0	+
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	
	B1	0	-	-	0	
	B2	0	-	-	0	
Сильные стороны проекта						
Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5
	У 1	0	0	+	0	0
	У 2	-	+	0	-	+
	У 3	-	-	-	-	0
	У 4	-	-	-	-	0
Слабые стороны проекта						
Угрозы		C1	C2	C3	C4	
	У 1	0	-	-	-	
	У 2	-	0	-	-	
	У 3	-	0	0	-	
	У 4	-	0	0	-	

Оценка готовности проекта к коммерциализации.

Для любого проекта, в том числе и для научно-исследовательской разработки полезно оценить степень ее готовности к внедрению и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого заполнена и проанализирована специальная форма, содержащая показатели степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенции разработчика научного проекта (таблица 6.5). По каждому показателю выставлена оценка по пятибалльной шкале в зависимости от степени проработанности научного проекта, уровня имеющихся знаний у разработчика и т.д.

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле (6.2):

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (6.2)$$

где: $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению; B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. В итоге получилось, что у степени проработанности научного проекта перспективность и уровень имеющихся знаний у разработчика выше среднего.

По результатам оценки выделяются слабые стороны исследования, дальнейшего улучшения необходимо провести маркетинговые исследования рынков сбыта, разработать бизнес-план коммерциализации научной разработки и проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.

Для данного научно-исследовательского проекта наиболее продуктивными методами внедрения будут являться, торговля патентными лицензиями и инжиниринг.

Торговля патентной лицензией соответственно передача третьим лицам права использования объектов интеллектуальной собственности на лицензионной основе, что даст возможность материального обеспечения проведения аналогичного исследования на другой территории или в определенном промежутке времени.

Инжиниринг охватывает все этапы инновационного цикла проекта. Во-первых, это комплекс инженерно-консультационных услуг широкого плана, предоставляемых в различных областях.

Во-вторых, предоставление услуг, а не передача материально технических ценностей, что в данном случае очень важно для проведения дальнейших исследований. В-третьих, инжиниринговые услуги нацелены на поддержку инновационного процесса не только на стадии первичной разработки, но, и на стадии коммерциализации. Таким образом, в проекте, в

отличие от просто инженерной деятельности, всегда присутствует коммерческий аспект.

Таблица 6.5. – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	2	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	2	3
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	4
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	2
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	3
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	2
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	53	51

Примечание: Степень проработанности, баллы: 1 - не проработанность проекта, 2 - слабая проработанность, 3 – выполнено, но в качестве не уверен, 4 – выполнено качественно, 5 - положительное заключение независимого эксперта. Уровень имеющихся знаний у разработчика, балл: 1 - не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Цели и результат проекта.

Информация о заинтересованных сторонах проекта, активно участвующих в проекте, а также анализ их ожиданий, которых могут быть затронуты в результате завершения проекта, представлены в таблице 6.6.

Таблица 6.6. – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны	Ожидания заинтересованных сторон
Разработчик проекта (магистрант)	Удовлетворение потребностей страны в высококвалифицированных специалистах
Природоохранные организации	Выявление эколого-геохимических особенностей торфяных залежей
Природоохранные организации	Обоснование необходимости

В таблице 6.7 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 6.7. – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Проведение эколого-геохимической оценки территории. Объект торф, как геохимический индикатор техногенного и природного состояния окружающей среды
Ожидаемые результаты проекта:	Доказать, что объект исследования (торф) может выступать как геохимический индикатор техногенного и природного состояния окружающей среды.
Критерии приемки результата проекта:	Наличие нескольких методов исследования проб растительности.
Требования к результату проекта:	Установление уровня концентраций элементов-примесей на основании выбранного объекта исследования.
	Определение техногенного и природного влияния на объект исследования на данной территории.
	Выявление химических элементов-индикаторов техногенного и природного влияния.

Организационная структура проекта.

Следующим этапом является определение: состава рабочей группы данного проекта; роли каждого участника проекта; самое главное - четко прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты (таблица 6.8).

Ограничения проекта – все сдерживающие факторы, которые могут влиять на степень свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - заданные параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 6.9).

Таблица 6.8. – Рабочая группа проекта

№	ФОИ, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час
1	Арбузов С.И., НИ ТПУ, профессор ОГ ИШПР	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения	600
2	Ляпина Е.Е., магистрант ОГ ИШПР	исполнитель	Анализ литературных данных, аналитические исследования, написание работы	1600
ИТОГО				2200

Ограничения и допущения проекта.

Таблица 6.9. – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/Допущения
Бюджет проекта	1049857,73 руб.
Источник финансирования	НИ ТПУ
Сроки проекта	15.09.2021 – 31.05.2023
Дата подтверждения плана управления проектом	15.09.2021
3.2.2. дата завершения проекта	31.05.2023

Планирование управления научно-техническим проектом.

Структура процессов планирования состоит из осуществляемых для общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы: иерархическая структура работ; контрольные события; план; бюджет научного исследования.

Иерархическая структура работ проекта.

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация самой структуры работ. В процессе создается четкая структура и определяется содержание всего проекта. На рисунке 6.1 представлена иерархическая структура магистерской диссертации.

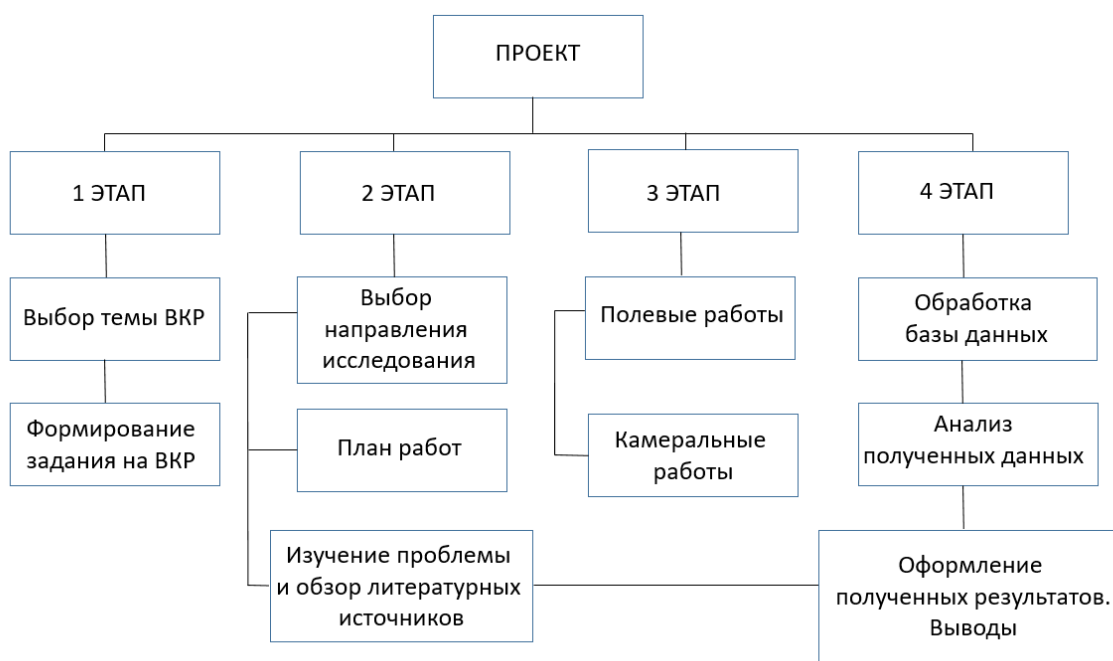


Рисунок 6.1. – Иерархическая структура ВКР

План проект

В рамках планирования научного проекта построены календарный план и график проекта (таблица 6.10).

Таблица 6.10. – Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	7	04.10.2021	10.10.2021	Ляпина Е.Е. Арбузов С.И.
Согласование плана	8	11.10.2021	17.10.2021	Ляпина Е.Е. Арбузов С.И.
Литературный обзор	198	18.10.2021	30.05.2022	Ляпина Е.Е.
Полевые работы	89	31.05.2022	29.08.2022	Ляпина Е.Е.
Лабораторные исследования	94	30.08.2022	29.11.2022	Ляпина Е.Е.
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	47	18.10.2022	04.01.2023	Ляпина Е.Е. Арбузов С.И.
Написание отчета	120	04.01.2023	04.06.2023	Ляпина Е.Е.
Итого	563			

Диаграмма Ганта – предназначена для иллюстрации календарного плана проекта, где работы по исследованию представляются протяженными

во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Бюджет научного исследования.

Плановые затраты группируются по статьям (включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме, количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода) и представляются в виде сформированного бюджета проекта (таблица 6.12, 6.13).

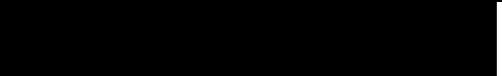
Таблица 6.12. – Сырье, материалы и комплектующие изделия

Наименование	Кол-во	Цена за единицу с НДС, руб	Сумма, руб
Пакет полиэтиленовый фасовочный	10 шт.	50	50
Пакеты ZIP LOCK 80*120	60	8,2	492
Алюминиевая фольга	шт.	1	100
Спирт этиловый технический марки А гидролизный	л.	75	75
Резиновая груша	шт.	40	40
Пинцет	шт.	50	50
Бумага офисная	Пачка (100 листов)	200	200
Электроэнергия	КВт/час	2,45	1000
Итого за материалы:			2007,0
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)			1920,0 – газ (Пропан) 5040,0 – бензин (АИ-95)
Итого по статье См			8967,0

Таблица 6.13. – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед. оборудования, шт.	Цена ед. оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Аналитические весы AND GR-120	1	140 300	140 300
2	Компьютер (HP)	1	40000,0	40000,0
3	Программное обеспечение Microsoft Office	1	5990,0	5990,0
4	Программа «Statistica»	1	60 000	60 000
5	Сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N с приставкой BrukerXFlash 4010 (аренда)	1	8 000 000	60 000
Итого:				306 290,0

Таблица 6.11. – Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2019				2020												2021				
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
Утверждение темы магистерской диссертации	7																					
Согласование плана работ	8																					
Литературный обзор	198																					
Полевые работы	3																					
Лабораторные исследования	91																					
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	47																					
Написание отчета	120																					



Руководитель, исполнитель



Исполнитель

Таблица 6.14. – Расчет затрат на подрядные работы

Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость	Сумма
ISP	5	2000	10000
Итого:			10000

Расчет основной заработной платы. В эту статью расходов включается основная заработная плата работников непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда.

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда).

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (6.3)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (6.4)$$

где $Z_{осн}$ - основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.; $Z_{дн}$ – *среднедневная* заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (6.5)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет заработной платы сотрудников проекта проводился с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 6.10.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_b * (k_{пр} + k_d) * k_p, \quad (6.6)$$

где Z_b – базовый оклад, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда); k_d – коэффициент доплат и надбавок; k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

При расчете заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта учитывались месячные должностные оклады работников, которые рассчитывались по формуле:

$$Z_m = Z_b * K_p, \quad (6.7)$$

где Z_b – базовый оклад, руб.; K_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта проводился без учета премиального коэффициента $K_{пр}$ (определяется Положением об оплате труда) и коэффициент доплат и надбавок K_d .

Согласно информации сайта ТПУ, должностной оклад (ППС) профессора доктора наук в 2023 году без учета РК составил 50625,00 руб. инженера – 13896,00 руб. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 6.15.

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала. В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных

отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12% от суммы основной заработной платы).

Таблица 6.15. – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	З _б , руб.	k _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	T _{раб} , раб. дн.	З _{осн} , руб
Руководитель	50625.00	1,3	65812.50	3679,83	47	172952,01
инженер	13896.00	1,3	18064,80	873,83	200	174766,0
Итого:						347718,01

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} * k_{\text{доп}}, \quad (6.7)$$

где З_{доп} – дополнительная заработная плата, руб.; k_{доп} – коэффициент дополнительной зарплаты; З_{осн} – основная заработная плата, руб.

Таблица 6.16 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	172952,01	174766,0
Дополнительная зарплата	25942,8	26214,9
Итого по статье С _{зп}	198894,81	200980,9

Отчисления на социальные нужды. Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$С_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} * З_{\text{доп}}), \quad (6.8)$$

где k_{внеб} – коэффициент отчисления на уплату во внебюджетные фонды.

Общий процент отчислений в фонды остается прежним по сравнению с предыдущим годом – 30%, из них: 22% в Пенсионный фонд; 2,9% в Фонд социального страхования; 5,1% в Фонд медицинского страхования.

Отчисления на социальные нужды составляют **119962, 7 руб.**

Научные и производственные командировки. В эту статью включаются расходы по командировкам научного и производственного персонала, связанного с непосредственным выполнением конкретного проекта, величина которых принимается в размере 10% от основной и

дополнительной заработной платы всего персонала, занятого на выполнении данной темы.

Затрату на эту статью составляют **39987,6 руб.**

Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями.

На эту статью в данном проекте относится выполнение анализа проб методом ISP Химико-аналитическим центром «Плазма» - **10000 руб.** Кроме того, на эту статью расходов относится оплата пользования Internet. Величина этих расходов определялась по договорным условиям и составляет **3990 руб.**

Накладные расходы. Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (6.9)$$

где $K_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов принят 0,8, от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

Таким образом, бюджет проекта составляет **1049857,73 руб.**, приведен в таблице 6.17.

Организационная структура проекта.

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры (рисунок 6.2).

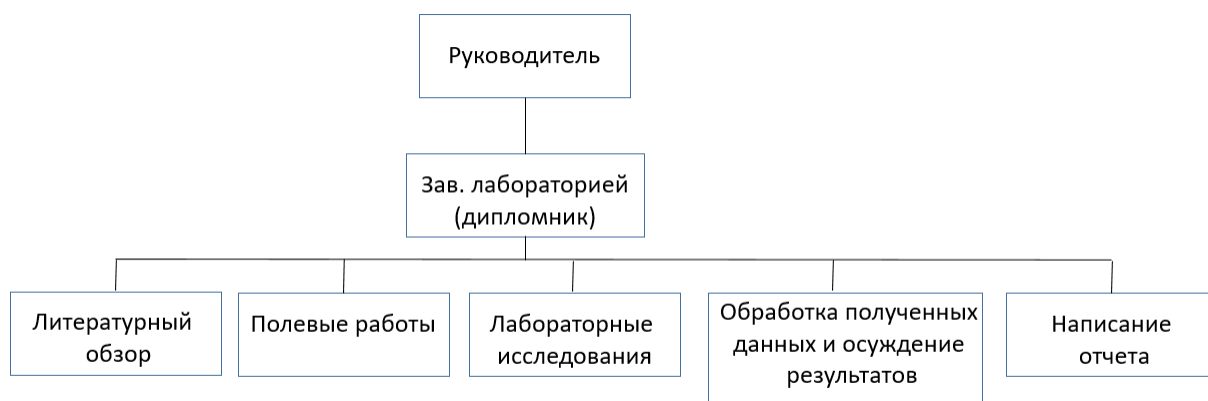


Рисунок 6.2. – Проектная структура проекта

Таблица 6.17. – Бюджет проекта

Вид исследования	Затраты по статьям									
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты, руб.	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ, руб.	Основная заработная плата, руб.	Доп. заработная плата, руб.	Отчисления на социальные нужды, руб.	Научные и производственные командировки, руб.	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями, руб.	Прочие прямые расходы, руб.	Накладные расходы, руб.	Итого плановая себестоимость, руб.
Данный проект	8967,0	306290,0	347718,01	52157,7	119962,7	39987,6	13990,0	-	160784,72	1049857,73
Аналог	15000,0	367548,0	513718,00	77057,70	177232,71	59077,57	22500	-	470620,56	1702754,54

План управления коммуникациями проекта.

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 6.18).

Таблица 6.18. – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Руководитель	Исполнитель	Еженедельно (понедельник)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Ежемесячно (конец месяца)
3.	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю	Не позже сроков графиков и контрольных точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

Реестр рисков проекта.

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информация по возможным рискам сведена в таблицу 6.19.

Таблица 6.19. – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Погрешность метода анализа	2	5	Низкий	Внешний и внутренние анализы	Низкая точность метода анализа
2	Неточность расчетов	3	5	Средний	Пересчет, проверка	Человеческий фактор
3	Несвоевременное финансирование проекта	3	5	Средний	Наличие нескольких источников финансирования	Изменения в законодательстве

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

Эффективность научного ресурсосберегающего проекта включает в себя социальную, экономическую и бюджетную эффективности. Показатели общественной эффективности учитывают социально-экономические

последствия осуществления инвестиционного проекта как для общества в целом, в том числе непосредственные результаты и затраты проекта, так и затраты, и результаты в смежных секторах экономики, а также экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты.

Оценка абсолютной эффективности исследования.

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{ont}}{(1+i)^t} - I_0, \quad (6.10)$$

где: $ЧДП_{ont}$ – чистые денежные поступления от операционной деятельности; I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году; t – номер шага расчета ($t = 0, 1, 2 \dots n$); n – горизонт расчета; i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если $NPV > 0$, то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 6.20. При расчете рентабельность проекта составляла 20%, амортизационные отчисления 10%.

Таблица 6.20. – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	1259829,3	1259829,3	1259829,3	1259829,3
2	Итого приток, руб.	0	1259829,3	1259829,3	1259829,3	1259829,3
3	Инвестиционные издержки, руб.	-1049857,7	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб.	0	516635,3	516635,3	516635,3	516635,3
5	Налогооблагаемая прибыль	0	743194,0	743194,0	743194,0	743194,0
6	Налоги 20 %, руб.	0	148638,8	148638,8	148638,8	148638,8
7	Итого отток, руб.	-1049857,7				
8	Чистая прибыль, руб.	0	594555,2	594555,2	594555,2	594555,2
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.	-1049857,7	594555,2	594555,2	594555,2	594555,2
10	Коэффициент дисконтирования (КД)	1	0,833	0,694	0,578	0,482
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.	-1049857,7	495264,5	412621,3	343653,0	286575,6
12	ΣЧДД	1538114,4				
12	Итого NPV, руб.	488256,7				

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1+i)^t}, \quad (6.11)$$

где: i – ставка дисконтирования, 20%; t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 488256,7 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

Индекс доходности (PI) – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0, \quad (6.12)$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.; I_0 – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом, PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{1538114,4}{1\ 049857,7} = 1,46 \quad (6.13)$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным.

Внутренняя ставка доходности (IRR). Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или = 0. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 6.20 и на рисунке 6.3.

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,43.

Запас экономической прочности проекта: $43\% - 20\% = 23\%$

Дисконтированный срок окупаемости. Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Таблица 6.21. – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	
1	Чистые денежные потоки, руб.	- 1 049 857,7	594 555,2	594 555,2	594 555,2	594 555,2	Сумма, руб.
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,350	
	0,4	1	0,714	0,510	0,364	0,260	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,390	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,500	0,250	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	- 1 049 857	540 450,7	491 102,6	446 511,0	406 081,2	834 288,5
	0,2	- 1 049 857	495 264,5	412 621,3	343 653,0	286 575,6	488 257,4
	0,3	- 1 049 857	457 213,0	351 976,7	270 522,6	208 094,3	237 949,6
	0,4	- 1 049 857	424 512,4	303 223,2	216 418,1	154 584,4	48881,1
	0,5	- 1 049 857	396 568,3	263 982,5	175 393,8	117 722,0	-96 190,4
	0,6	- 1 049 857	371 597,0	231 876,5	145 071,5	90 967,1	-210 344,9
	0,7	- 1 049 857	349 598,5	199 176,0	120 694,7	66 590,2	-313 797,6
	0,8	- 1 049 857	330 572,7	183 717,6	101 669,0	56 483,1	-377 414,6
	0,9	- 1 049 857	312 736,0	164 691,8	86 805,1	45 781,1	-439 843,0
	1,0	- 1 049 857	297 277,6	148 638,8	74 319,4	36 862,4	-492 758,8

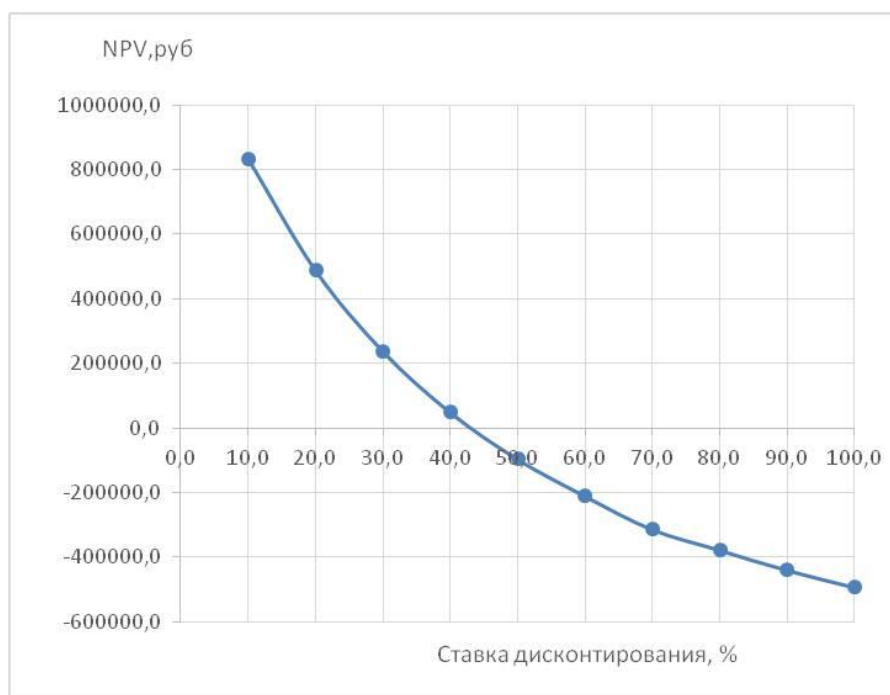


Рисунок 6.3. – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 6.22).

Таблица 6.22. – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,20$), руб.	-1049 857,7	495264,5	412621,3	343653,0	286575,6
2	То же нарастающим итогом, руб.	-1049857,7	-554593,2	-141971,9	201681,1	488256,7
3	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{дск} = 2 + (141971,9 / 343\ 653,0) = 2,4$ года				

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 6.23).

Таблица 6.23. – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие информации об элементном составе в объекте исследования на территории рудного района	Впервые получены данные об элементном составе и количественных составляющих в объекте исследования
Нехватка обширных и достоверных данных об аномалиях некоторых элементах в листьях осины на данной территории	Обобщены и структурированы данные о об аномалиях в природных объектах на территории рудного района

Оценка сравнительной эффективности исследования.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за

базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (6.14)$$

где: $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ - интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} - стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} - максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (6.15)$$

где: I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки; a_i - весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки; b_i^a, b_i^p - бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания; n - число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 6.24).

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{\text{финр}}^p$ и аналога $I_{\text{финр}}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{ф}}^p}; I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\text{ф}}^a}, \quad (6.16)$$

Таблица 6.24. – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Выход продукта)	0,20	5	4	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	3	3
3. Надежность	0,15	4	4	4
4. Безопасность	0,15	4	3	4
5. Простота эксплуатации	0,15	5	4	5
6. Возможность автоматизации данных	0,20	5	4	3
Итого	1	28	22	23

$$I_m^p = 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 4,7$$

$$I_1^A = 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 = 3,7$$

$$I_2^A = 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,20 = 3,8$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}, \quad (6.17)$$

где: $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта; $I_{\text{финр}}^p$ – интегральный показатель разработки; $I_{\text{финр}}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 6.245.

Выводы: Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что разработанный вариант проведения проекта является наиболее эффективным при решении поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 488256,7 руб.; индекс доходности

$PI = 1,46$; внутренняя ставка доходности $IRR=43\%$; срок окупаемости РРдск = 2,4 года.

Таким образом, мы имеем ресурсоэффективный проект с запасом финансовой прочности и сравнительно коротким сроком окупаемости.

Таблица 6.25. – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,62	1	0,99
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	3,7	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	7,5	3,7	3,84
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,02	1,9	

7. Социальная ответственность

Данная выпускная квалификационная работа посвящена выявлению содержания и геохимических особенностей распределения элементов-примесей в торфяных залежах ключевых участков болотных экосистем.

Во время выполнения ВКР в кабинете с персональным компьютером осуществлялись обработка результатов анализов проб, их систематизация; расчет геохимических показателей; оформление итоговых данных в виде таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, а также набор текста на персональном компьютере. В выпускной работе проанализировано 260 проб торфа.

Во время выполнения выпускной работы, при полевых работах осуществлялся отбор проб в соответствие с [100], в лабораториях проводились работы на ртутном в соответствие с [110], (в кабинете с персональным компьютером (ПК), осуществлялись обработка результатов анализов проб, их систематизация; расчет геохимических показателей и их сравнительных характеристик; оформление итоговых данных в виде таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, а также набор текста на персональном компьютере).

Цель раздела состоит в анализе вредных и опасных факторов научно-исследовательской деятельности, которые могут воздействовать на человека в ходе проведения данных работ, а также в решении вопросов обеспечения защиты от выявленных вредных и опасных факторов на основе действующих нормативно-технических документов.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.

В ст. 21 ТК РФ утверждены основные права и обязанности работника, в том числе право на рабочее место, соответствующее государственным нормативным требованиям охраны и условиям труда, предусмотренным коллективным договором [114].

В ст. 94 ТК РФ указана продолжительность рабочего дня «Для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда», где установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, максимально допустимая продолжительность ежедневной работы (смены) не может превышать: при 36-часовой рабочей неделе – 8 часов.

Для рабочего дня длительностью 8 часов определены следующие режимы перерывов (исходя из категории работы): через 2 часа от начала рабочего дня и через 2 часа после обеденного перерыва – по 15 минут.

Всем работникам предоставляются выходные дни (еженедельный непрерывный отдых). При пятидневной рабочей неделе работникам предоставляются два выходных дня в неделю, при шестидневной рабочей неделе - один выходной день.

Режим труда и отдыха при работе с компьютером.

Согласно [111] площадь на одно постоянное рабочее место пользователей персональных компьютеров, должна составлять не менее 4,5 м². Световая среда в помещении должна регулироваться оснащением светопроницаемых конструкций и оконных проемов.

Персональные компьютеры следует размещать таким образом, чтобы показатели освещенности не превышали установленных гигиенических нормативов утвержденных в соответствии с пунктом 2 ст. 38 ФЗ от 30.03.1999 N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [112, 115].

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.

Рабочее место расположено в рабочем кабинете (каб. 405) Института мониторинга климатических и экологических система СО РАН (г. Томск). Кабинет расположен на четвертом этаже. Размер помещения 2,5×5,5×3,1 м. Площадь на одно рабочее место в ПК составляет не менее 6,8 м², а объем – не менее 20 м³. В аудитории имеется 2 персональных компьютера. Помещение соответствует санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда" [112].

Во время анализа проб торфа основные работы проходили при использовании ПК и анализатора ртути и других приборов, которые регламентируются теми же документами, что и работа за ПК. Специальные и общие требования во время работы за ПК указаны в [112].

Согласно пункту 1.2 ГОСТ 12.2.032-78 [3] конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека при выполнении работ сидя, приведены на рисунок 7.1 (а, б).

Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека, при выполнении работ стоя, приведены на рисунок 7.2. [102].

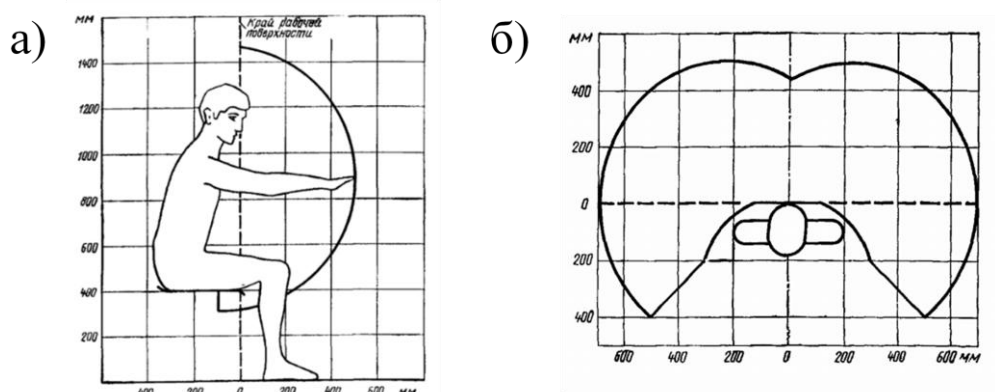


Рисунок 7.1. – Зона досягаемости моторного поля в вертикальной (а) и горизонтальной (б) плоскости [101]

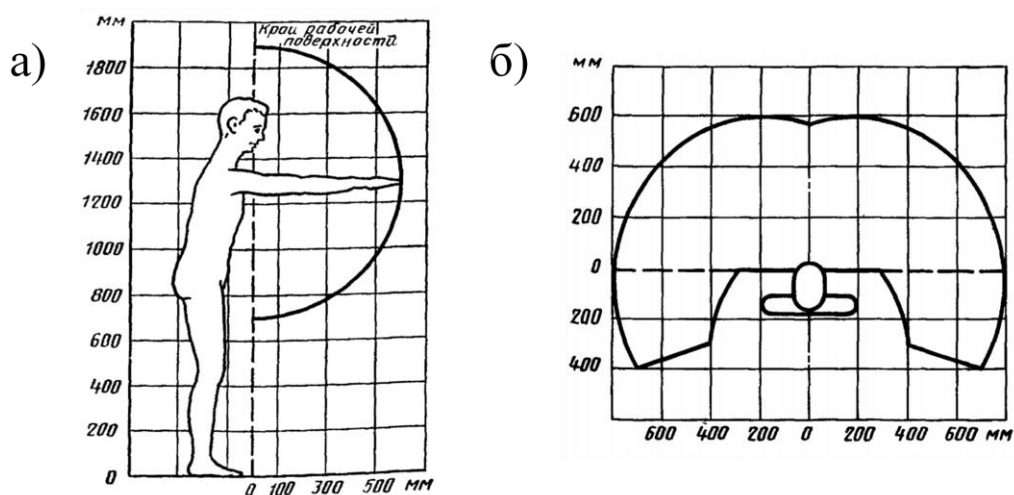


Рисунок 7.2. – Зона досягаемости моторного поля в вертикальной (а) и горизонтальной (б) плоскостях [102]

Производственная безопасность. В данной работе рассмотрен анализ условий труда и факторов, влияющих на безопасность сотрудников в офисном помещении.

В ходе работы были выявлены вредные и опасные факторы [107], формирующиеся при проведении работ, указаны в таблице 7.1.

Рассмотрим более подробно каждый из выявленных факторов.

Отклонение показателей микроклимата. Микроклимат представляет собой комплекс физических факторов внутренней среды помещений,

оказывающих влияние на тепловой обмен организма и здоровье человека. Согласно СанПиН 2.2.4.548-96, показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются: температура и относительная влажность воздуха, а также скорость его движения, температура поверхностей, интенсивность теплового облучения [111].

Таблица 7.1. – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Отклонение показателей микроклимата	+			СанПиН 2.2.4.548-96, Р 2.2.2006-05, ГОСТ 12.4.303-2016
Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	СП 52.13330.2016
Повышенный уровень шума	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ
Электромагнитное поле		+	+	ГОСТ 12.1.006-84
Поражение электрическим током		+	+	ГОСТ 12.1.019-79
Пожарная опасность		+	+	ГОСТ 12.1.004-91
Автоаварии	+			
Травмы при пересечении местности	+	+		

Все вышеперечисленные показатели в рабочем помещении формируются за счет работы отопительной и вентиляционной систем. В случае нарушения работы этих систем происходит отклонение показателей микроклимата, что приводит к нарушению теплового баланса организма человека. Так при высокой температуре воздуха в рабочем помещении кровеносные сосуды расширяются, что приводит к повышению притока крови к поверхности тела и повышению теплоотдачи в окружающую среду. При понижении температуры ниже нормы, напротив, происходит сужение кровеносных сосудов, уменьшается приток крови к поверхности тела и теплоотдача уменьшается. Влажность воздуха влияет на терморегуляцию организма. При высокой влажности (более 85%) происходит затруднение терморегуляции, а при низкой (меньше 20%) - пересыхание слизистой оболочки и дыхательных путей.

Для того, чтобы обеспечить работнику, выполняющему работу операторского типа, ощущение теплового комфорта, минимальное напряжение механизмов терморегуляции, не спровоцировать развитие каких-либо профзаболеваний и создать предпосылки для работоспособности, необходимо поддерживать в рабочем помещении оптимальные величины показателей микроклимата (таблица 7.2).

Таблица 7.2. – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, С	Температура поверхностей, С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia* (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Ia* (до 139)	23-25	22--26	60-40	0,1

**Примечание: Категория Ia – работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением, согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам.*

Для того чтобы поддерживать данные показатели на требуемом уровне в помещениях, оборудованных ПК необходимо проводить ежедневную влажную уборку, а также систематически осуществлять проветривание помещения во время работы на ПК. Для поддержания необходимой температуры необходимо отопление помещения, а также оборудование теплоизолирующих экранов для защиты от источников теплового излучения.

При проведении полевых работ для отбора проб растительного материала, существует опасность теплового и солнечного ударов [21], при котором у человека происходит изменение двигательной активности, нарушение координации и способность выполнять точные операции; развивается спутанность сознания, возбуждение, невнятная речь, раздражительность, бред, судороги и кома. В связи с этим, работающие на открытой территории должны быть обеспечены спецодеждой согласно [108].

Недостаточная освещенность рабочей зоны. Для того, чтобы обеспечить сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы при работе за компьютером необходимо правильно организовать освещение рабочего места. Недостаток освещения может приводить к утомляемости оператора, снижению внимания, уменьшению производительности труда. Длительная работа при неправильном освещении может спровоцировать развитие близорукости.

Кабинет, в котором расположено рабочее место, имеет совмещенное освещение. Естественное освещение представлено 1-м боковым окном, ориентированными на запад. Искусственное освещение представлено 4-мя светильниками, встроенными в потолок. Светильники расположены в два ряда, параллельно столам с ПК, таким образом, что они обеспечивают равномерное освещение помещения, регламентируется [112].

Повышенный уровень шума. Источниками шума на рабочем месте, в кабинете с компьютерной техникой, как правило, является работа вентиляторов, предназначенных для охлаждения системных блоков, работа принтера, в лабораториях звук вентиляции.

Шум воздействует на центральную, вегетативную нервную систему человека и органы слуха. Работа в условиях длительного шумового воздействия может провоцировать у человека раздражительность, головную боль, снижение памяти, повышенную утомляемость, а также нарушение сна.

Согласно ГОСТ 12.1.003-2014, уровень шума при выполнении работы на ПК не должен быть более 45 дБ. При выполнении выпускной работы уровень шума был в пределах нормы [106].

Для защиты от шумового воздействия - перерывы.

Электромагнитное поле. Источником электромагнитного излучения на рабочем месте являются компьютеры и электрооборудование.

Продолжительное воздействие электромагнитного поля на организм человека провоцирует ослабление иммунитета, повышает утомляемость, может вызывать нарушения метаболизма, влиять на артериальное давление.

Помимо этого, воздействие электромагнитного поля провоцирует увеличенную выработку в организме человека гормона стресса – адреналина, повышение которого в крови приводит к возрастанию нагрузок на сердце.

Защита от электромагнитного излучения при работе с ПК в первую очередь предполагает использование качественной техники, соответствующей стандартам качества [105].

К организационным мероприятиям по защите от действия ЭМП относятся:

1. Предельно допустимы уровень излучения для режима работы излучающего оборудования.

2. Ограничение времени нахождения в зоне действия ЭМП.

Электрический ток. Компьютер включает в себя множество составных частей, питающихся от источника тока, среди которых монитор, системный блок, клавиатура, мышь и др. устройства. Все эти составные части, а также множество соединительных проводов являются для пользователя потенциальными источниками опасности поражения электрическим током. Для того чтобы избежать этой опасности необходимо соблюдать правила электробезопасности при работе с ПК.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений из таблицы 7.3 [103].

Чтобы избежать поражения электрическим током запрещается: прикасаться к задней панели системного блока, а также тыльной стороне дисплея компьютера; работать за компьютером во влажной одежде или влажными руками; вытирать пыль с компьютера во включенном состоянии; использовать жидкие или аэрозольные чистящие средства для осуществления чистки компьютера; касаться одновременно каких-либо трубопроводов, отопительной системы, металлических конструкций, соединенных с землей

(при пользовании электроприборами); класть посторонние предметы на средства вычислительной техники.

Таблица 7.3. - Напряжения прикосновений и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, ГОСТ 12. 1. 038-82 [103].

Род тока	U, В	I, мА
	Не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3

Примечание: 1. Напряжения прикосновений и токи приведены при продолжительности воздействий не более 10 мин в сутки, установлены, исходя из реакции ощущения. 2. Напряжения прикосновений и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25°C) и влажности (относительная влажность более 75%), должны быть уменьшены в три раза.

Пожарная безопасность. В корпусе, где находится используемое помещение, обеспечены следующие средства противопожарной защиты:

- «план эвакуации людей при пожаре»;
- памятка о соблюдении правил пожарной безопасности;
- ответственный за пожарную безопасность;
- для отвода избыточной теплоты от ПК служат системы вентиляции;
- для локализации небольших загораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 1 шт. в каждом кабинете корпуса);
- установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчик-сигнализатор типа ДТП);
- лестница для эвакуации в случае возникновения пожара.

Экологическая безопасность. При полевых работах используется личный транспорт, при эксплуатации которого вырабатываются транспортные выбросы, которые появляются в результате переработки топлива. Выхлопные газы автомобиля могут нанести вред здоровью, и достаточно серьезный. Прежде всего, оксид углерода или угарный газ, не имеет вкуса и запаха. Так как автомобиль оборудован газобаллонным

оборудование (ГБО), то вред сведен к минимуму. Эксплуатация транспортного средства соответствует [116].

В процессе работы на рабочей зоне образуются отходы V и IV класса опасности (мусор от уборки помещений, бумага, алюминиевая фольга). Степень воздействия вредного влияния на окружающую среду отходов V и IV класса опасности – достаточно низкая, эти материалы, как правило, не несут никакой опасности или угрозы жизни человека, на данный вид отходов паспорт не выдается.

Утилизация таких отходов: с объекта исследования при помощи обслуживающего персонала, а далее городских служб попадают на общегородские свалки, откуда в дальнейшем могут поступить на переработку.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Одним из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС является пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов. Пожар является наиболее распространенным видом техногенных ЧС, и локализация возгорания на начальном этапе имеет важное значение по уменьшению возможного ущерба от пожара.

Федеральным законом от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 № 117-ФЗ, 02.07.2013 № 185-ФЗ) [117].

Предотвращение распространения пожара достигается такими мероприятиями, как: ограничить площадь, интенсивность и продолжительность горения. К ним относятся: правильная планировка помещений, препятствующая распространению опасных факторов пожара; пожаробезопасные строительные материалы, используемые в поверхностных слоях конструкции зданий, в том числе кровли, отделки и облицовки фасада, помещений и путей эвакуации; наличие первичных, в том числе

автоматических и привозных средств пожаротушения; сигнализация и оповещение о пожаре.

Действия в случае возникновения ЧС. При обнаружении пожара работнику необходимо:

- немедленно прекратить работу и вызвать пожарную охрану:

- 1) с городского телефона по номерам 01, 101, 112;

- 2) с мобильного телефона (для всех операторов) по номерам 101 и 112.

сообщив при этом адрес, место возникновения пожара и свою фамилию;

- принять по возможности меры по эвакуации людей и материальных ценностей;

- отключить от сети закрепленное за ним электрооборудование;

- приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения;

- сообщить непосредственному или вышестоящему начальнику и оповестить окружающих сотрудников;

- при общем сигнале опасности покинуть здание.

Меры по ликвидации.

При возникновении пожара следует провести эвакуацию сотрудников в соответствии с планом эвакуации и вызвать МЧС. Если наблюдается небольшое задымление, следует попытаться самостоятельно потушить источник задымления, при тушении электрооборудования, находящегося под напряжением, необходимо учитывать возможные последствия. Не приближать огнетушитель к оборудованию ближе, чем на метр. Если напряжение на оборудовании превышает 10 киловольт, обесточить его.

Выводы. В ходе написания раздела «Социальная ответственность» были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, выявлены и охарактеризованы опасные и вредные факторы, возникающие при выполнении полевого и камерального этапов работ, даны рекомендации по минимизации негативного влияния выявленных факторов

на здоровье человека. Также, была рассмотрена экологическая безопасность проведения работ и проанализированы две ЧС, пожар на рабочем месте и автоавария.

Кабинет и лаборатории, в которых проводились научно-исследовательские работы, соответствуют нормам пожарной безопасности. Что подтверждают ежегодные проверки, которые проводятся службой МЧС по Томской области. Рекомендации по снижению негативного воздействия вредных и опасных факторов в целом соблюдаются.

Вредные факторы, возникающие при выполнении исследований, заключаются в отклонении показателей микроклимата на открытом воздухе и в помещении, повышенном уровне шума, освещенности рабочей зоны, электромагнитном излучении. Опасными факторами являются движущиеся машины (автоаварии), электрический ток, пожароопасность, травмы при пересечении местности.

Воздействие на окружающую среду заключается в образовании отходов IV и V класса опасности. Возможными ЧС являются транспортные аварии, возникновение пожара и природные явления (наводнения, лесные пожары и т.д.).

Заключение

В результате проведенного исследования получены новые данные по элементному составу торфяных залежей Сибири и Дальнего Востока. Определены их концентрации и распределение по глубине торфяной залежи; выявлены особенностей накопления в зависимости от степени разложения, рН торфа, группового состава органического вещества торфа; определены формы нахождения элементов-примесей в торфяных залежах; рассчитаны основные геохимические показатели (коэффициентов концентрации относительно среднего по региону, Кларка в земной коре, фактора обогащения, суммарного показателя загрязнения); выявлены геохимические ассоциации ТМ в торфяных колонках.

В результате работы были сделаны следующие выводы:

1. Похожий характер распределения элементов-примесей по вертикальному профилю всех исследованных торфяных месторождений отмечается для Hg, Zn, Sb – максимальные концентрации в верхних 0-10 см; а также для Fe, Co, Br – максимальное содержание в придонной части торфяной колонки.
2. Исследование элементы-примеси во всех торфяных залежах группируются в ассоциацию Fe, Co, Zn, Sb по данным статистических расчётов: парные корреляции, факторный и кластерный анализ. Кроме того, на накопление и перераспределение в торфяной колонке влияние оказывают ботанический состав, рН, зольность, степень разложения, влажность, а также количество ОВ торфа
3. Основная доля элементов–примесей связана с (гирд)оксидами Fe, Al, Mn; с ОВ и присутствует в обменных формах. Кроме того, элементы могут удерживаться в торфе за счет образования комплексов с ФК гумином или веществами негумусовой природы, находясь во взаимодействии с минеральными частицами
4. Расчеты геоэкологических показателей, выявили ряд элементов, поведение которых носит идентичный характер вне зависимости от

территориальной принадлежности. Кларк концентрации выявил обогащение Br во всей торфяной колонке, Br и Hg – в верхних 10 см. Превышение над средним содержанием для торфов Западной Сибири выявлено для As, Zn по всей глубине залежи, а также As, Cr, Hg – в поверхностной составляющей. Также торфа обогащены Br на основании данных расчета Fe.

5. Уровень загрязнения увеличивается с запада на восток, что соответствует западному переносу на территории РФ и свидетельствует о влиянии регионального и глобального переноса веществ на накопление элементов торфяными экосистемами.

Литература

1. Адам А. М., Богачев С. Ф. Ресурсно-экологический атлас Томской области: на русском, английском, немецком, французском языках. – 2012.
2. Антонович Р.М. Геологический отчет о результатах работ на объекте Государственная гравиметрическая съемка М 1:200 000 на Пихтовской площади в пределах Новосибирской и Томской областей. ООО ЦГЭ, 2008. Новосибирск, с. 495.
3. Арбузов С.И., Архипов В.С., Бернатонис В.К. и др. Средние содержания некоторых элементов-примесей в торфах юго-восточной части Западно-Сибирской плиты // Известия Томского политехнического университета 315 (1), 2009, с. 44-48.
4. Архипов В.С., Маслов С.Г., Арбузов С.И. и др. Геохимия торфяных болот таежной зоны Западной Сибири. Министерство науки и высшего образования РФ, Ни ТПУ, - Новосибирск: СО РАН, 2022, с. 210.
5. Асочакова Е.М., Коноваленко С.И. К геохимии оолитовых и болотных железистых руд Томской области // Вестник Томского государственного университета. 2010. № 341. С. 222–225.
6. Атлас почв Российской Федерации, Режим доступа: [https://soil-db.ru/soilatlas/razdel – 8 – ispolzovanie – zemelnyh – resursov –i –pochv /8-2-regiony-rossiyskoi-federacii/tomskaya-oblast](https://soil-db.ru/soilatlas/razdel-8-ispolzovanie-zemelnyh-resursov-i-pochv/8-2-regiony-rossiyskoi-federacii/tomskaya-oblast), (Дата обращения: 13.05.2021).
7. Барановская, Н. В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем: автореф. дис. ... д-р. биол. наук: 03.02.08 /Барановская Наталья Владимировна. – Томск, 2011. – 46 с.
8. Базанова Л.И. Пеплопады крупнейших голоценовых извержений на территории Усть-Большерецких-Петропавловская-Камчатский: источники, хронология, частота / Л.И. Базанова, О.А. Брайцева, О.В. Дирксен, Л.Д. Сулержицкий, Т. Данхара // Вулканология и сейсмология. – 2005. – №6. – С. 30–46.
9. Базин Е.Т., Копенкин В.Д., Косов В.И. и др. Технический анализ торфа М.: Недра. 1992. с. 431.
10. Бауэр Т.В. Поглощение и стабилизация цинка и меди в черноземе обыкновенном карбонатном при поступлении их в форме различных соединений. Дисс. канд. биол. наук. Ростов-на Дону, 2018, с. 194.

11. Бояркина А.П., Васильев Н.В., Резчиков В.И. и др. Нейтронно-активационный анализ торфа как свидетеля техногенного загрязнения атмосферы (север Красноярского края и окрестности Томска) // Труды НИИ ядерной физики, электроники и автоматики при Томском политехническом институте. Томск, 1977. Вып. 7: Нейтронно-активационный анализ и его приложение с. 76-81.
12. «Бурый уголь Югры» - «Югра» №10-11, 2004, с. 6
13. Варшал Г.М. Методы анализа природных и сточных вод // Проблемы аналитической химии. Т. 5. М.: Наука, 1997. с. 95-107.
14. Варшал Г. М., Велюханова Т. К., Кощеева И. Я. Геохимическая роль гуминовых кислот в миграции элементов // Гуминовые вещества в биосфере. М.: Наука, 1993. с. 97–117.
15. Васюганское болото (природные условия, структура и функционирование), Томск: ЦНТИ, 2003, с. 212.
16. Вашурина М.В. Химический состав пресных подземных вод в естественном и нарушенном состоянии на территории юго-западной части ХМАО-Югры // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, №7, 2018, с. 44-51.
17. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2012, с. 576.
18. Виноградов А.П. Проблемы геохимии и космохимии. Избранные труды. 1988. Москва: Наука.
19. Водина Е.С. Геохимия редких и радиоактивных элементов в торфах Камчатки. Магистр. дисс. ТПУ, 2002, с. 111.
20. Глазовская М.А. Почвы мира. География почв, 1973, Москва, с. 428.
21. Глазовская, М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М: Высш. Шк, 1988. – 328 с.
22. Головацкая Е.А. Потоки углерода в болотных экосистемах южной тайги Западной Сибири. Дисер. доктр. биол. наук. Томск, 2013, с. 325.
23. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Серия Корякско-Курильская. Лист N-57 – Петропавловск-Камчатский. Объяснительная записка. – СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2006. – 376 с. (МПР России, ФГУП «ВСЕГЕИ», ФГУП «Камчатгеология»).

24. Гринёв О.М., Григорьева Е.А., Бу Е.А., Тюменцева Е.П. Геолого-геохимические особенности основных типов руд Бакcharского железорудного месторождения // Нефть, газ, геология. Экология: современное состояние, проблемы, новейшие разработки, перспективные исследования: материалы круглых столов. Томск: Изд-во ТПУ, 2010. С. 129–149.
25. Дорожукова С.Л., Янин Е.П., Волох А.А. 2000 Природные уровни ртути в некоторых типах почв нефтегазоносных районов Тюменской области, Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения, №1, с. 157-161.
26. Дудкин Д.В., Заров Е.А., Змановская А.С. Влияние ботанического состава и степени разложения торфа на состав гуминовых кислот, полученных механохимическим способом // Химия растительного сырья. 2016. № 2. С. 109-116.
27. Евсеева Н. С., Земцов А. А. Рельефообразование в лесоболотной зоне Западно-Сибирской равнины. – 1990.
28. Заров Е.А. Виды торфа верховых болот и их физико-химические свойства (на примере болотного массива «Мухрино» ХМАО-Югра), сборник тезисов I региональной молодежной конференции им. В.И. Шпильмана «Проблемы регионального природопользования и история геологического поиска в Западной Сибири», Ханты-Мансийск, 2013, с. 118-121.
29. Иванова И. С., Лепокурова О. Е. Особенности микроэлементного состава подземных вод территории Бакcharского железорудного узла (Томская область) // Вестник Томского государственного университета. – 2015. – №. 398.
30. Изменения в схему территориального планирования Камчатского края. Материалы по обоснованию. Т2. Анализ современного использования территории Камчатского края книга 1, Санкт-Петербург, 2020, с. 359.
31. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области Новосибирск, Россия, Изд-во СО РАН, 2001, с. 229.
32. Инишева Л.И., Бернатонис В.К., Цыбукова Т.Н. Содержание микроэлементов в торфе Западно-Сибирского региона. // Торфяная промышленность, №1, 1991, с. 19-25.
33. Инишева Л.И., Архипов В.С., Маслов С.Г. и др. Торфяные ресурсы Томской области и их использование. Новосибирск, 1995, с. 88

34. Инишева Л.И., Дементьева Т.В., Белова Е.В. и др. Большое Васюганское болото: результаты комплексных исследований торфоболотной экосистемы // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития / под ред. М.В. Кабанова - Томск: изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2002, с. 165-169.
35. Инишева Л.И., Дементьева Т.В., Головацкая Е.А., и др. Научно-исследовательский полигон «Васюганье», Программа научной экскурсии. Томск: ЦНТИ, 2003, 88.
36. Инишева Л.И., Цыбукова Т.Н. Геохимическая оценка торфов юго-восточной части Западно-сибирской равнины // Болота и биосфера: Сборник материалов шестой Всероссийской научной школы. Томск: Изд-во ФГУ «Томский ЦНТИ», 2007, с. 323.
37. Инишева Л.И., Шурова М.В., Ларина Г.В. и др. Болота Горного Алтая – ресурсный потенциал региона. Горно-Алтайск, 2009, с. 56.
38. Инишева Л.И., Виноградов В.Ю., Голубина О.А. и др. Болотные стационары Томского государственного педагогического университета: монография. ТГУ, 2010. с. 118.
39. Инишева Л.И., Ласукова Т.В., Ларина Г.В. Особенности гуминовых кислот Западно-Сибирских торфов // Вестник Кемеровского государственного университета 2014 № 4 (60) Т. 1 с. 67-71.
40. Кабата-Пендиас А, Пендиас Г. Микроэлементы в почвах и растениях. Пер. с англ. М.: Мир, 1989, с. 439.
41. Карепина К.В., Домаренко В.А., Рихванов Л.П. Редкие и радиоактивные элементы в железных рудах Западно-Сибирского железорудного пояса на примере Бакчарского узла (Томская область) // Вестник науки Сибири. 2012. № 5 (6). С. 29–35.
42. Козлова С.А., Шурова М.В., Ларина Г.В. Химический состав болотных вод центральной части Республики Алтай // Болота и биосфера: материалы VII Всероссийской с международным участием научной школы: Издательство Томского государственного педагогического университета, 2010, с. 182-188.
43. Косова Л.С. Природа города Томска. Учебное пособие. - Томск, 1999, С. 115.

44. Крештапова В. П. Агрохимическая классификация торфяных почв в связи с их сельскохозяйственным использованием // Почвоведение: аспекты, проблемы, решения. М.: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 2003. с. 71-88.
45. Ладонин Д.В. Формы соединений тяжелых металлов в техногенно-загрязненных почвах: Автореф. дис... д-ра биол. наук / Д.В. Ладонин. - Москва, 2016. - 42с.
46. Ларина Г.В., Кайзер М.И., Шурова М.В. Физико-химические свойства горных торфов // Болота и биосфера: материалы Всероссийской с международным участием IX школы молодых ученых (14–18 сентября 2015 г., г. Владимир). Иваново: Издательско-полиграфический комплекс: ООО «ПресСто», 2015.с. 225-231.
47. Ларина Г.В., Инишева Л.И., Порохина Е.В. Содержание химических элементов в болотных экосистемах Северного Алтая // Известия Иркутского государственного университета, Т. 21. Серия «Науки о Земле», 2017, с. 80-95.
48. Ларина Г.В., Маслов С.Г., Порохина Е.В. и др. Свойства торфов Горного Алтая и направления их использования // Известия Иркутского государственного университета Серия «Науки о Земле». 2018. Т. 26. с. 60-72.
49. Латыш И.М. 2017. Групповой химический состав органического вещества торфа среднетаежной зоны Западной Сибири на примере болотного массива «Мухрино» // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. Т. 8. № 2. С. 57-63.
50. Лисс О.Л., Березина Н.А. Болота Западно-Сибирской равнины. - М.: Изд-во МГУ, 1981, с 205.
51. Лисс О.Л. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение. Кафедра геоботаники: МГУ, 2002, с. 584.
52. Лиштван И.И., Король Н.Т. Основные свойства торфа и методы их определения. Минск, «Наука и техника», 1975. с. 320.
53. Лиштван И.И., Базин Н.И., Гамаюнов Н.И., Терентьев А.А. Физика и химия торфа учеб. Пособие для вузов М., 1989.с. 304.
54. Ляпина Е.Е. 2012 Экогеохимия ртути в природных средах Томского региона, объектах Западной Сибири, автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук, Томск, с. 151.

55. Львов Ю.А. Торфяное болото как система болотных фаций // Биологические науки. 1977. № 9. С. 97–103
56. Магомедова П., Морозова Л. - Особо охраняемые природные территории.- Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН - Журнал "Югра: Дела и Люди" № 3 - 1998, с. 25 – 27 - 17
57. Мазуров А.К., Боярко Г.Ю., Ананьев А.А., Емешев В.Г. Перспективы освоения железорудных месторождений Томской области // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2005. № 5. С. 16–20. Львов Ю.А. 1977 Торфяное болото как система болотных фаций, Биологические науки, № 9, с. 97–103.
58. Маслов С.Г, Инишева Л.И., Щукина К.Е. Исследование состава торфов верхового болота // Химия растительного сырья, 2018, №3, с. 231-238.
59. Межибор А.М. Экогеохимия элементов-примесей в верховых торфах Томской области. Автореферат дисс. канд геол.-мин. наук, Томск, 2009, с. 22.
60. Московченко Д.В. Биогеохимические особенности верховых болот Западной Сибири // География и природные ресурсы, №1, 2006, с. 63-70.
61. Недошитова А.В., Волкова М.В. Обсуждение зарубежного опыта определения токсичных элементов в пищевых продуктах // Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 2-х томах. Том 2, 2020 г. Издательство: Пермский национальный исследовательский политехнический университет (Пермь), с. 175-179.
62. Ненашева, Г.И. Растительность и климат голоцена межгорных котловин Центрального Алтая: монография / Г.И. Ненашева. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013, с. 164.
63. Осницкий Е..М., Сартаков М.П., Заров Е.А. и др. Исследование химической природы гуминовых кислот торфов стратиграфической торфяной колонки полевого стационара Мухрино (ХМАО-Югра) // Вестник КрасГАУ. 2017. №12, с.
64. Паровинчак, М.С. Потенциал и перспективы освоения неуглеводородных минерально-сырьевых ресурсов Томского приобья / М.С. Паровинчак, О.М. Гринев, Л. П. Рихванов // Материалы Международной научно-технической конференции «Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства». – Томск: Изд-во ТПУ, 2001. – С. 279-285.

65. Перегудина Е.В. Эколого-геохимические особенности элементного состава листьев Осины обыкновенной (*Pópulus trémula*) на территории Бакчарско-Колпашевского рудного района. Магистр. дисс. ТПУ, 2021, Томск, с.138.
66. Прейс Ю.И., Бобров В.А., Будашкина В.В. Оценка потоков минерального вещества по свойствам торфяных отложений Бакчарского болота (южная тайга Западной Сибири) // Известия Томского политехнического университета. 2010, Т. 316, №1, с. 43-47.
67. Приложение к постановлению Губернатора Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 24 июня 2013 года N 84 (в ред. постановлений Губернатора Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 11.05.2017 N 54, от 14.07.2020 N 93, от 24.11.2020 N 159, от 21.12.2021 N 173)
68. Раковский В.Е., Пигулевская Л.В. Химия и генезис торфа. М.: Недра, 1978, с. 231.
69. Романова Е.А. Типы болотных массивов и закономерное распределение их на территории Западной Сибири, Ленинград, 1974, с. 167–174.
70. Рунова Е. М., Костромина О. А. Оценка состояния лиственных древостоев в зонах техногенного воздействия //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2007. – №. 6.
71. Рудмин М.А., Мазуров А.К., Рубан А.С. Морфология и вещественный состав железных руд Бакчарского рудопроявления (Томская область) // Фундаментальные исследования. 2014. № 11.С. 1323–1327.
72. Савельева А.В., Иванов А.А., Юдина Н.В. Влияние структурных характеристик гуминовых кислот на эффективность взаимодействия с катионами поливалентных металлов // Химия растительного сырья. 2015. №4. с. 77–83.
73. Савичев О.Г., Мазуров А.К., Рудмин М.А и др. Изменения химического состава кислотных вытяжек по глубине торфяной залежи внутриболотных экосистем Васюганского болота (Западная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329. № 9. 101–116.
74. Сапрыкин Ф.Я. Геохимия почв и охрана природы Л.: Наука, 1984. с. 231 с.

75. Степанова В.Л. Особенности макроэлементного химического состава почв верховых болот средней тайги Западной Сибири, автореферат дисс. канд. биол. наук, 2012, Томск, с. 24.
76. Степанова В.Л., Покровский О.С. Макроэлементный состав торфа выпуклых верховых болот средней тайги Западной Сибири (на примере болотного комплекса «Мухрино»), Вестник Томского государственного университета, Томск, 2011, № 352, с. 211-214.
77. Сурков В.С., Жеро О.Г. – Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. «Недра», М., 1981.
78. Тихомирова Н.О., Королевич Т.М., Надеина И.А., Микроэлементный состав растений-торфообразователей // Проблемы геологии и освоения недр, Труды Пятого Международного симпозиума им. Академика М.А. Усова студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященного 100-летию горно-геологического образования в Сибири, Томск: СТТ, 2001, с. 261.
79. Удодов В.А., Н.М. Рассказов, Т.Я.Алина Отчет по хоз.договору 75/63 на тему «Состояние программы гидрогеологических и гидрогеохимических исследований юго-восточной части васюганского торфяного массива», стр. 98, 1963.
80. Цыбукова Т.Н., Инишева Л.И., Тихонова О.К. и др. Характеристика элементного состава торфяного сырья олиготрофного болота Химия растительного сырья. 2000, 4, 29-34.
81. Черняев Е.В., Бернатонис. В.К., Боярко, В.Ю. Твердые полезные ископаемые Томской области // Материалы Международной конференции «100 лет на службе науки и производства». Региональная геология. Геология месторождений полезных ископаемых. Томск: ТПУ, 2001. С. 361–368.
82. Шайхутдинова А.Н. Оценка степени загрязнения агрогенных почв Кузбасса подвижными формами тяжелых металлов // Сборник материалов V Международной научной конференции, посвященной 85-летию кафедры почвоведения и экологии почв ТГУ. Отражение био-, гео-, антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове. ТГУ, 2017, с. 286-289.

83. Biester H., Hermanns Y-M., Martinez Cortizas A. The influence of organic matter decay on the distribution of major and trace elements in ombrotrophic mires – a case study from the Harz. Mountains *Geochim. Cosmochim. Acta*. 2012, 84, 126-136.
84. Brown, A.P., Gill, S.A., Allen, S.J., 2000. Metal removal from wastewater using peat. *Water Res.* 34, 3907–3916.
85. Goutiers V., Carcaillet *Geochemistry and Sedimentology of a Minerotrophic Peat in a Western Mediterranean Mountain Wilderness Area // Quaternary* 2022, 5, 48.
86. Kuhn J. Distribution of uranium and selected heavy metals in the sediments of the floodplain of the Ploucnice river. PhD thesis, Charles University in Prague, 1996. - 278 p.
87. Laurel K. Thomas-Arrigo, Kretzschmar R. Iron speciation changes and mobilization of colloids during redox cycling in Fe-rich, Icelandic peat soils // *Geoderma* 428 (2022) 116217
88. Lyapina E.E., Golovatskaya E.A., Ippolitov I.I. Mercury concentration in natural objects of west Siberia *Contemporary Problems of Ecology* 2009, 2 (1), 1-5.
89. Limpens, L., Berendse, F., Blodau, C., Canadell, J.G., Freeman, C., Holden, J., Roulet, N., Rydin, H., Schaepman-Strub, G., 2008. Peatlands and the carbon cycle: from local processes to global implications a synthesis. *Biogeosciences* 5, 1475–1491.
90. Malmer N. Patterns in the growth and the accumulation of inorganic constituents in the Sphagnum cover on ombrotrophic bogs in Scandinavia *Oikos*, 1988, 530 (1), 105-120.
91. Mashyanov N., Pogarev S., Ryzhov V. et al. 2004 Mercury thermo-speciation in contaminated soils and sediments. *RMZ – Materials and Geoenvironment*. V. 51, #3, 1980–1983.
92. Sjöström Jenny K., Martínez Cortizas Antonio, Hansson S., Sophia V. et al. Paleodust deposition and peat accumulation rates – Bog size matters // *Chemical Geology* 554 (2020) 119795
93. Steinnes E. Trace element profiles in ombrogenous peat cores from Norway: evidence of long-range atmospheric transport *Water, Air and Soil Pollution* 1997, 100, 405–413.
94. Stepanova V.A., Mironycheva-Tokareva N.P. Lateral and geochemical structure of bog catena soils (on the example of middle-taiga bog system of western Siberia) // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 4, Functioning, Resources,

Restoration. Сеп. "4th International Conference Peatlands of Siberia: Functioning, Resources, Restoration, POS 2021" 2021. С. 012012.

95. Shuvaeva O.V., Gustaytis M.A., Anoshin G.N. Hg speciation in environmental solid samples using thermal release technique with atomic absorption detection. *AnalyticaChimicaActa* 2008 621: 148-154.

96. Tessier A., Campbell P.G.C., Bisson M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals // *Analytical chemistry*. - 1979. - V. 51. - N. 7. - P. 844-850.

97. Tipping E., Smith E.J., Lawlor A.J. et al Predicting the release of metals from ombrotrophic peat due to drought-induced acidification *Environ. Pollut.* 2003, 123 (2), 239-253.

98. Vasilevich R.S. Major and trace element compositions of hummocky frozen peatlands in the forest-tundrs of northeastern European Russia *Geochem. Int.* 2018, 56 (12), 1158-1172.

99. Xu H., Croot P., Zhang C. Discovering hidden spatial patterns and their associations with controlling factors for potentially toxic elements in topsoil using hot spot analysis and K-means clustering analysis // *Environment International* 151 (2021) 106456

Нормативно-методические документы

100. ГОСТ 12.1.008-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Биологическая безопасность. Общие требования, (переиздание, 2002 г.).

101. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования, (переиздание, 2001 г.).

102. ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.

103. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

104. ГОСТ 17.4.02-84. "Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа", а также

"Временными методическими рекомендациями по контролю загрязнения почв", М., Гидрометеиздат, 1983.

105. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. "Электромагнитные поля радиочастот, допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля", с изменениями N 1, утвержденными постановлением Госкомитета СССР по стандартам от 13.11.87 N 4161.

106. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.

107. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2017.

108. ГОСТ 12.4.303-2016 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования, 2016.

109. ГОСТ 70281-2022. Охрана окружающей среды. Почвы. Классификация химических элементов для контроля загрязнения. М., Российский институт стандартизации, 2022, с. 8.

110. ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях, 2003.

111. СанПиН 2.2.4.548-96. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». – М.: Минздрав России, 1997.

112. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» свод правил от 08.05.2017.

113. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г.М. Кнорринга. – СПб.: Энергоатомиздат, 1992. – 448 с.

114. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019).

115. Федерального закона от 30.03.1999 N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

116. Федеральный закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ (ред. от 08.12.2020) "Об охране атмосферного воздуха".

117. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция).

Интернет ресурсы

118. Анализатор ртути [Электронный ресурс] // «РА-915М»: [сайт]. URL: http://www.lumex.ru/files/17BRU08.02.01-1_web.pdf (дата обращения: 20.04.2023).

119. Атлас почв Российской Федерации, Режим доступа: [https://soil-db.ru/soilatlas/razdel – 8 – ispolzovanie – zemelnyh – resursov –i –pochv /8-2-regiony-rossiyskoi-federacii/tomskaya-oblast](https://soil-db.ru/soilatlas/razdel-8-ispolzovanie-zemelnyh-resursov-i-pochv/8-2-regiony-rossiyskoi-federacii/tomskaya-oblast), (Дата обращения: 13.05.2021).

120. ВСЕГЕИ интернет-ресурс: <http://atlaspacket.vsegei.ru/#71fc00964b2e7ad326>

121. Департамент экономического развития ХМАО-Югра. Режим доступа: <http://www.admhmao.ru/economic/index.htm> - 29

122. Климат и климатические ресурсы России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://geolike.ru/page/gl_3261.htm (Дата обращения 05.05.2021).

123. Полезные ископаемые Ханты-Мансийского автономного округа. Режим доступа: <http://www.tvernedra.ru/news/nid212.html>

Приложение А

Расчет искусственного освещения

Дано помещение с размерами: длина $A=5,5$ м, ширина $B=2,5$ м, высота $H=3,1$ м. Высота рабочей поверхности $h_{rp}=0,8$ м. Требуется создать освещенность $E=300$ лк.

Коэффициент отражения стен $R_c=50\%$, потолка $R_n=50\%$. Коэффициент запаса $k=1,5$, коэффициент неравномерности $Z=1,1$. Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Выбираем открытые двухламповые светильники типа ОД, интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина $\lambda=L/h$, характеризующая самое выгодное относительное расстояние между светильниками, для ОД она равна $\lambda=1,4$. Приняв свес светильника за $h_c=0,5$ м, определяем расчетную высоту: $h=H-h_c-h_{rp}=3,1-0,5-0,8=1,8$ м,

где: H – высота помещения; h_c – расстояние светильников от перекрытия; $h_n=H-h_c$ – высота светильника над полом, высота подвеса; h_{rp} – высота рабочей поверхности над полом; L – расстояние между соседними светильниками или рядами; l – расстояние от крайних светильников или рядов до стены, оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$:

Расстояние между светильниками L определяется как:

$$L=\lambda \cdot h=1,4 \cdot 1,8=2,52 \text{ м};$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены: $L/3=0,84$ м. Количество рядов светильников с люминесцентными лампами определяется по формуле:

$$n_{\text{ряд}}=n_{\text{ряд}}=\frac{\left(B-\frac{2}{3}L\right)}{L}+1=\frac{\left(2,5-\frac{2}{3}2,52\right)}{2,52}+1=\frac{(2,5-1,68)}{2,52}+1 \approx 1$$

где: $n_{\text{ряд}}$ – количество рядов; B – ширина помещения, м; L – расстояние между рядами светильников, м.

Количество светильников с люминесцентными лампами определяется

по формуле:
$$n_{\text{св}} = \frac{(A - \frac{2}{3}L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{5,5 - 1,68}{0,5 + 0,5} = 3,82/1 \approx 4$$

где: $n_{\text{св}}$ – количество светильников в ряду; A – длина помещения, м; $l_{\text{св}}$ – длина светильника, м.

Размещаем светильники в пять рядов. В каждом ряду можно установить 4 светильника типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см.

На рисунке 1 изображен в масштабе план помещения и размещения на нем светильников. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N=16$.

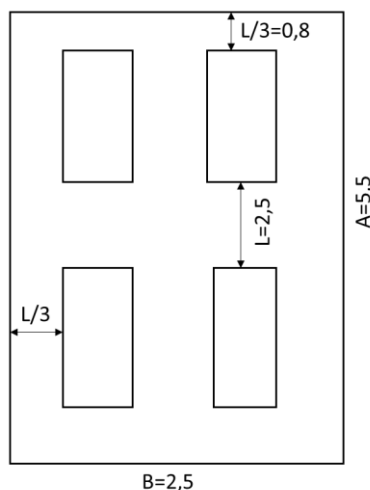


Рисунок 1. - План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S/h(A+B) = 42,6/(1,8(5,5+2,5)) = 42,6/14,4 = \mathbf{2,95}$$

Значения коэффициента использования светового потока η светильников берется из таблицы по коэффициенты использования светового потока светильников с люминесцентными лампами, $\eta=0,61$.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Световой поток лампы Φ определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N_l \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 42,6 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{16 \cdot 0,61} = \frac{21087}{9,76} = 2160$$

где: E_n – берется из таблицы по нормам освещённости на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении (по СНиП 23-05-95 [111]), лк; S – площадь освещаемого помещения, m^2 ; K_z – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (берется из таблицы коэффициентов запаса светильников с люминесцентными лампами, в данном случае $K_z=1,5$, т.к. помещение с малым выделением пыли); Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение E_{cp}/E_{min} . Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1; N_l – число ламп в помещении; η – коэффициент использования светового потока.

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, выбирается ближайшая стандартная лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы (для этого необходимо умножить общее число ламп в помещении на мощность выбранной лампы). Поток лампы не должен выходить за пределы диапазона: $-10\div+20\%$.

Далее по таблице основных характеристик люминесцентных ламп выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛД 40 Вт с потоком 2 300 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} * 100\% \leq +20\%$$

Получаем $-10\% \leq 6\% \leq +20\%$

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 16 \cdot 40 = 640 \text{ Вт [113]}$$

Кабинет, в котором расположено рабочее место, имеет совмещенное освещение. Естественное освещение представлено 1-м боковым окном, ориентированными на запад. Искусственное освещение представлено 4-мя светильниками, встроенными в потолок. Светильники расположены в два ряда, параллельно столам с ПК, таким образом, что они обеспечивают равномерное освещение помещения, регламентируется [112].

Приложение Б

«Geochemical features of impurity element content in peat deposits»

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ11	Ляпина Е.Е.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С.И.	д.г.-м.н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Болсуновская Л.М.	к.ф.н.		

Wetland ecosystems are natural filters-accumulators of chemical elements (CE) that enter both with atmospheric transport (anthropogenic input) and ground and surface waters (geochemical specificity). The content of various elements along the profile of peat deposits reflects the ecological situation of the surrounding landscapes in different time intervals of the development of swamps. Raised bog ecosystems reflect the atmospheric input of pollutants [38, 93]. Lowland peats are formed when plants are fed predominantly by ground or surface waters and reflect the influence of predominantly edaphic parameters of landscapes [66]. Studies suggest that factors such as decomposition rate [83], migration of chemical elements [90] and vegetation type [98] affect the ability of peat cores to accumulate CE. Changes in the hydrological regime of swamp waters on peatlands during summer droughts affect the migration capacity of CE [97].

In the bog of southern Sweden, the chemical composition and features of the occurrence of dust and aerosol fallouts in the composition of peat are studied [92].

In peat paleodust studies, conservative lithophile elements (Al, Sc, REE, Ti) are used as proxies for atmospheric mineral dust input. At Draftinge Mosse these elements are associated with two components in the full sequence analysis, and to one component when only the ombrotrophic part of the sequence is considered. The second component of both PCA analyses included most of the variance of elements that are associated with soluble phases in peat (Ca, Fe, Mn, Na and Sr). The change in elemental groupings when running the PCA with and without the fen stage suggests that the processes governing the elements shifted over the fen-bog transition. When a mire transitions to ombrotrophy a shift in both in the floral (sedges to *Sphagnum* mosses) and geochemical (lower pH) contexts as well as mineral transport processes (fluvial and aeolian to aeolian alone) is expected. As a consequence of the latter, finer grain sizes should increase when fluvial transport ceases and aeolian transport dominates.

At Draftinge Mosse the Si/Ti ratio drops in accordance with the fen to bog transition. Suggesting that the split of lithogenic elements into two components reflect a shift in grain size, likely related to the shift in the trophic status and

dominating mineral transport processes. All lithophile elements are associated to indicating that the rotated factor scores of CP1, which, together with the trophic state of the bog, indicates that this CP represents atmospheric mineral input apart from the conservative lithophiles (Al, REE, Sc, and Ti) in CP1, a few other elements are also found in CP1, namely Si, Ga, and K.

Si is a common minerogenic element, dominant in quartz (SiO_2), but can also be associated with biogenic phases (phytoliths, diatoms). Here, Si is strongly associated with the lithophile elements, suggesting that any biogenic Si is of minor relevance.

Ga is associated with plagioclase feldspar and K to alkali minerals (e.g. muscovite and K-feldspar). Despite the fact that muscovite and feldspars are subject to dissolution in acidic environments the association of these elements with the lithophile elements suggests the most of the Ga and K are retained in the peat, at least on the timescale of the ombrotrophic stage.

We note that, towards the end of the fen stage, the REE and Sc content increase significantly (1–3 order of magnitude) when fluvial and/or topogenous transport mechanisms of relatively coarse grained minerals likely dominated. The elevated values persist into the ombrotrophic stage. During this time, the REE and Sc, show a contrasting behavior to other lithogenic elements (e.g. Si, Al, Ti) and the AAR. This could indicate that a distinct mineralogy, enriched in high REE and Sc content minerals, such as monazite, xenotime, allanite was deposited, or alternatively, that other processes affected the concentration. These processes could include pH changes, changes in organic matter character, inflow of geogenic groundwater, and/or microbial activity.

In both PCAs groups elements that are associated with phases that are soluble in acidic reducing environments (Fe, Mn, Na, Ca, and Sr) that are out washed from the bog. Ca is delivered to bogs both via atmospheric deposition and diffusion from underlying sediments, and therefore expected to display an upwards decreasing trend in peat records. This increase is contemporary with the HPAE and carbonates are identified at this time. A second, more moderate increase, thus

appears to be controlled not only by leaching and outwashing, and/or diffusion, but, given the surprising presence of carbonates, by increased Ca content, carbonate precipitation and/or preservation in certain parts of the record.

P is derived via aeolian deposition to bogs, both as inorganic minerals and organic particles, but has a different fate after deposition than conservative lithophile elements. P is an important nutrient and is therefore expected to be rapidly taken up by plants in the biologically active layer, although deposited P seems to be largely retained in the peat slight losses are expected as reabsorption by plants is never complete. The general decrease from the top and downwards of CP3 observed, likely reflects enrichment, and losses, of P in the active layer of the peat.

From the elemental datasets three elemental ratios were plotted to explore mineralogical and grain size changes: K/AlXRF, Si/TiXRF, and La/YICP (Figure 1.). The K/Al ratio (average 0.23 ± 0.31 , $n = 108$) is relatively stable. The ratio thereafter generally increases towards the present (from 0.10 to 0.40) Initially, both Si/TiXRF and Sc/TiICP ratios were explored as Si content may be associated to both inorganic and biogenic mineral phases (e.g. diatoms, phytoliths). Based on the matching trends between these ratios (data not shown) and given the relative analytical quality the focus here is put on the Si/TiXRF ratio. The ratio (sequence average 26 ± 25) is initially low, followed by an increase, after which it decreases. The La/Y (1.4 ± 0.9 , $n = 107$) represents changes in the light to heavy REE content (L/HREE) throughout the sequence. Yttrium does not belong to the lanthanides, but can be regarded as a HREE based on its chemical properties.

In the bog soils of Iceland rich in Fe, studies were carried out to identify the forms of the presence of the element in the deposit and transformation during its formation [87].

In soil incubation study, Fe-rich, organic soils from Iceland were exposed to redox cycles comprising of 1, 2 or 5 weeks of anoxic incubation followed by re-oxidation (Table 1). Initial soil Fe mineral composition influenced the trajectory of Fe mineral transformations. Specifically, soil horizons containing SRO Fe mineral

phases (ferrihydrite and lepidocrocite) underwent more extensive Fe reduction, simultaneously facilitating more Fe(II) oxidation and new ferrihydrite formation upon re-oxidation. In contrast, Fe reduction in soil horizons comprising initially more crystalline Fe mineral phases (e.g., goethite) was limited and the mineral phases were generally preserved during redox cycles.

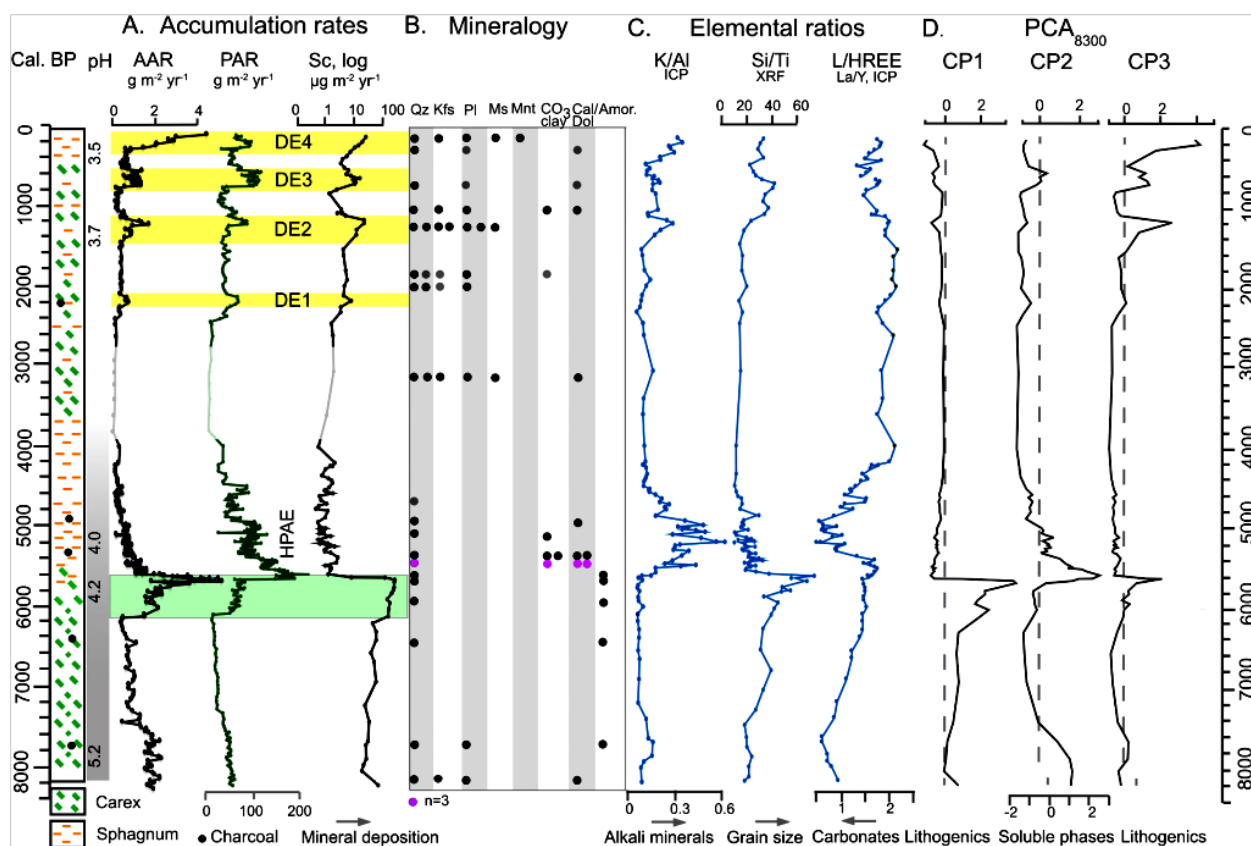


Figure 1. Summary diagram. A. Ash accumulation rate (AAR), peat accumulation rate (PAR), and mass accumulation rate (MAR) of lithogenic element Sc. Periods of elevated mineral deposition indicated by colored boxes. B. Mineralogy as identified by XRD, relative occurrence indicated by number and color of dots. C. Elemental ratios to infer grain size (Si/Ti); deposition of K-feldspar and/or muscovite (K/Al), light to heavy REE ratio (La/Y). D. Rotated scores of PCA8300 analysis

For most soil horizons, changes in porewater geochemistry. The absence of significant increases in crystalline mineral phases under reducing conditions may result from the abundance of OM or the slightly acidic pH conditions, both factors which inhibit Fe(II)-catalyzed mineral transformation. Alternatively, dissolved Fe(II) may have otherwise interacted with the soil matrix; forming Fe(II)-organic

complexes or participated in electron transfer and Fe atom exchange with existing clay minerals.

Table 1. Main characteristics of organic soil horizons

Site Name	Depth ^a (cm)	pH (H ₂ O) ^b	C _T (mg g ⁻¹)	Fe _T ^c (mg g ⁻¹)	Al _T ^c (mg g ⁻¹)	Si _T ^c (mg g ⁻¹)	C:Fe (mol/mol)	C:N (mass ratio)	Fe _D ^d (mg g ⁻¹)	Fe _O ^e (mg g ⁻¹)	Fe _P ^f (mg g ⁻¹)
Hestur_GA	45–60	5.10	270	63	27	66	19.8	16.3	31.2	31.7	22.8
	75–90	6.10	211	122	21	64	8.1	18.2	35.2	74.3	9.7
Hestur_H	41–82	5.02	212	85	43	58	11.6	16.1	50.5	14.2	35.5
	82–130	4.26	432	27	17	14	74	19.8	14.8	11.0	9.5
Selfoss_HA	40–90	5.78	251	29	41	77	40	16.4	4.4	8.4	4.9
Hindisvík_H	70–100	3.08	363	90	03	11	18.6	17.7	13.9	80.0	53.1

^a Below soil surface.

^b Measured in suspended soils (1:5 solid:solution ratio) after 1 h at room temperature.

^c Element totals, measured with XRF.

^d Dithionite-citrate extraction (Holmgren, 1967).

^e Acid ammonium oxalate extraction (Loeppert and Inskeep, 1996).

^f Sodium-pyrophosphate treatment (McKeague, 1967). Additional parameters and information to the remaining soil horizons of each profile are presented in Table S1.

Upon re-oxidation, the resurgence of ferrihydrite fractions in the soils suggests the rapid oxidation of solid-associated or aqueous Fe(II); a process which is likely to widely occur *in-situ*. As the majority of wetlands in Iceland are minerotrophic the continual influx of Fe-rich anoxic porewater combined with the oxidation of Fe(II) in surface soil horizons caused by water table fluctuations or wetland drainage may account for the high accumulation of Fe in the soil horizons. Indeed, recent modeling of the thermodynamic stability of Fe phases in Icelandic peat soils suggests that ferrihydrite is expected to be dominant. However, neoformation of ferrihydrite occurred only in soil horizons which initially contained ferrihydrite. In contrast, in the soil horizons, which comprised only goethite, Fe(III) in clays, and organically-complexed Fe(III) at all times during the incubation, ferrihydrite did not form above detection limits (>5% of total Fe), yet the relative goethite fraction increased again slightly during oxidation. These results may suggest that the oxidizing Fe(II) preferentially formed goethite (rather than ferrihydrite) in the presence of existing goethite. However, the high content of goethite and lack of ferrihydrite in the initial soil Fe mineral composition likely led to overall reduced reductive dissolution. This is demonstrated in the minimal change in solid-associated Fe(II) and lower concentrations of aqueous Fe seen under anoxic conditions, and also implies that little Fe(II) was available to oxidize. Therefore, we cannot assess preferential precipitation of crystalline versus poorly

crystalline mineral phases during re-oxidation. Yet, the general similarities in Fe mineral contributions seen between the initial and the re-oxidized soil horizons suggest that initial soil mineral crystallinity influences the trajectory of Fe mineral transformations during redox cycling, in agreement with literature.

In northern Ireland, scientists are revealing hidden factors in the accumulation of chemical elements by peat and their spatial distribution and relationship with the geology and geochemical background [99].

Two spatial clustering techniques of Getis-Ord Gi statistic and K-means clustering analysis were performed in topsoil samples of Northern Ireland to investigate the hidden spatial patterns and association with their controlling factors (Table 2).

Table 2. Results showing loading coefficients, raw and cumulative percentage for PCA

	F1	F2	F3
As	-0.507	0.389	0.324
Ba	-0.352	-0.677	-0.015
Bi	-0.188	0.518	-0.409
Co	0.907	-0.287	-0.008
Cr	0.838	-0.389	-0.076
Cu	0.796	-0.092	-0.006
Mn	0.714	-0.436	0.167
Mo	-0.101	-0.028	0.857
Ni	0.943	-0.189	-0.050
Pb	-0.226	0.818	0.119
Sb	-0.477	0.692	-0.105
Sn	-0.413	0.697	-0.078
U	-0.754	0.079	0.227
V	0.837	-0.432	-0.047
Zn	0.730	0.279	0.136
Variance (%)	41.560	21.681	7.640
Cumulative (%)	41.560	63.241	70.881

The Getis-Ord Gi statistic was performed to identify the spatial clustering patterns of hot and cold spots in the topsoil of Northern Ireland. The hot and cold spots reflected spatial clusters of high and low values for each PTE, showing the hidden spatial patterns.

The hot spots of As were mainly concentrated in the western and south-eastern areas which overlaid on the schist, mudstone and greywacke shale, while large and continuous pattern of cold spots was observed on the eastern areas that overlaid on the basalt formation. In addition to As, the similar clustering patterns

were also observed on Ba and U, with the same controlling factors on their low concentrations. However, the hot spots of Ba were mainly observed overlaid on the schist, sandstone and greywacke shale, while most hot spots of U were found on the schist and granite. This indicated that the spatial association with the controlling factors of basalt on the low concentrations, while the high values of them are controlled by a mixture of various geological processes.

Only a few hot spots and cold spots of Bi were identified on the maps, with hotspot patterns clustered in the western and northern areas, showing a clear spatial association with peat on the high concentrations of Bi. The cold spots were scattered on other lithologies, mainly including schist, sandstone and limestone.

The large and continuous pattern for hot spots of Co were observed in the north-eastern areas overlaid on the basalt formation, while cold spots were mainly clustered in the western and southern areas overlaid on the other geological features (e.g. peat, schist, sandstone). Interestingly, the very similar clustering patterns were also observed on Cr, Cu, Mn, Ni and V, suggesting the same association with controlling factors of basalt on the high concentrations of these PTEs. In addition, the spatial clustering pattern of Zn was also very similar, with the only difference was that more hot spots were observed overlaid on greywacke shale.

The hot spots of Mo were mainly scattered in the southern areas overlaid on multiple lithologies, including limestone, sandstone and granite. The cold spots were clustered in the western and northern areas, showing no spatial association with local lithology, but with peat. This reflected the complicated relationships with mixture of different controlling factors on its concentrations.

The spatial clustering patterns for Pb, Sb and Sn were similar, with hot spots mainly clustered in the western, south-eastern and a small part of north-eastern areas.

The clustering pattern of the hot spots of Pb, Sb and Sn were noisy and does not show a clear association with local lithology. However, these patterns were able to associate with peatland at spatial level, suggesting the controlling effects of

peat on the high values of Pb, Sb and Sn. This can be attributing to the atmospheric decomposition associated with human activities. In addition, the clustering pattern of Pb hot spots surrounded the city also suggested the association with anthropogenic influences (Table 3).

Table 3. Summary of the existing literatures on concentrations in different bedrocks and geological features.

Element	High concentration	Low concentration	Reference
As	Greywacke (shale), mudstone, schist,	Basalt, quartzite, sandstone	Smedley and Kinniburgh, 2002; Tarvainen et al., 2013; McIlwaine et al., 2017
Ba	Carbonate, granite	Limestone, mafic (basalt)	Reimann et al., 2007; Reimann et al., 2014
Bi	Granite, shale	Sandstone	Reimann et al., 2014
Co	Greenstone, basalt,	Limestone, sandstone	Farmer, 2014; McIlwaine et al., 2014; Albanese et al., 2015
Cr	Basalt	limestone, granite	Farmer, 2014; McIlwaine et al., 2014; Albanese et al., 2015
Cu	Basalt, shale	Granite, organic matter	Wedepohl, 1978; Reimann et al., 2014; Albanese et al., 2015
Mn	Basalt	Granite, quartzite, schist	Reimann et al., 2007; Reimann et al., 2014
Mo	Granite, greywacke (shale), schist	Basalt	McIlwaine et al., 2017; Reimann et al., 2018
Ni	Basalt, shale	Granite, limestone, quartzite, sandstone	Farmer, 2014; Reimann et al., 2014; Albanese et al., 2015; Jordan et al., 2018
Pb	Granite, peat, shale	Basalt, limestone	McIlwaine et al., 2014; Reimann et al., 2014; Palmer et al., 2015
Sb	Coal, peat	Basalt, sandstone	Reimann et al., 2014; McIlwaine et al., 2015
Sn	Granite, peat, shale	Basalt, limestone	Reimann et al., 2014; McIlwaine et al., 2015
U	Granite, shale	Basalt, sandstone	Alloway, 2013; McKinley et al., 2013; Négrel et al., 2018
V	Basalt, shale	Limestone	Barsby et al., 2012; Reimann et al., 2014
Zn	Alluvium, basalt, shale	Granite	Reimann et al., 2014; McIlwaine et al., 2017

K-means clustering analysis was performed to reveal the hidden spatial patterns. First component (C1) accounted for approximately 42% of the variance, with significant positive loadings of Mn, V, Cr, Co, Ni, Cu and Zn. All of these elements are 1st row transition elements and their distribution likely controlled by geogenic sources. These PTEs were shown similar spatial clustering patterns. The second component (C2) which was characterised by high positive loadings of ore-

forming elements explained nearly 22% of variance, including Sn, Sb, Pb and Bi. Generally, these elements are associated with relict hydrothermal processes in the study areas (Wang et al., 2017). They have low temperature volatility and can be found enriched in sulphides from hydrothermal activity. The variance explained by the third component (C3) was 7.6%, with elements Mo and As showing noticeable positive loadings in the structure. The cumulative percentage of these three factors was around 71%, indicating the majority of input variation were explained. After obtaining a simplified component structure on the 15 PTEs, derived component scores on all sample points were generated as well.

Maps of spatial distribution of the derived component scores for the three indices are shown in Fig. 2. For C1, high scores were mainly clustered in the northern and eastern parts of Northern Ireland, while low values were mainly concentrated in the northwest and southeast areas. For C2, the majority of high values were observed in the northeast, central part of northwest and southwest areas, with some scattered patterns observed in the southeast areas. The high scores for the C3 were mainly concentrated in the southeast and southwest areas, with some small patterns in the northwest areas. Most of the low values were observed in the northwest areas.

Then, K-means clustering analysis was performed on the component scores derived from PCA. The maximum value appeared at cluster number three, suggesting that three clusters were the most appropriate classification in this study. When the number of clusters was three, the cluster patterns showed clear association with peat, basalt and other lithologies, respectively.

However, when the samples were grouped into four clusters, the number of samples in the first cluster associated with peat decreased, while the third and fourth clusters seemed to be associated with multiple lithologies (i.e. greywacke shale, limestone and schist), and the results became fairly unclear, making it complicated to interpret the clustering patterns. Therefore, combining Silhouette value and prior knowledge of lithology and PTEs in Northern Ireland, three clusters were selected as the most suitable number of clusters in this study. The

spatial patterns for K-means clustering results using three clusters of soil samples overlaid on the simplified geology map.

Comparing the first two clusters, the samples in the third cluster overlaid on more complicated geological features. The clustering results are impressive due to the clear spatial patterns overlaid on different geological features were revealed, showing spatial associations with peat, basalt, and other lithologies.

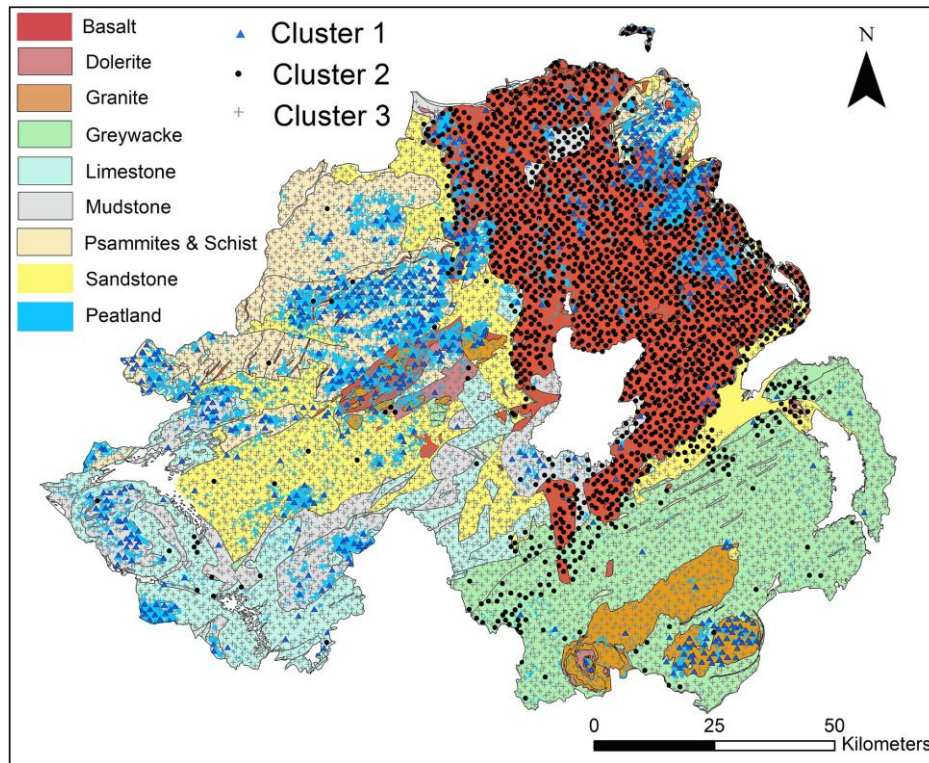


Fig. 2. K-means clustering analysis results overlaid on the simplified geology map

It is worth noting that the hidden spatial patterns for the soil samples are consistent with the spatial clustering patterns for the 15 PTEs, highlighting the dominant controlling effects of peat and basalt in the Northern Ireland. Combination of these two spatial machine learning techniques effectively revealed hidden spatial and clustering patterns, thereby extracted clear geochemical associations with geological features. An addition, it should be noted that some sample points belonging to the second cluster were found overlaid on the geological features other than basalt, especially in the southern and eastern areas, respectively. It is reported that the soils in these areas are rich in Pb–Zn deposits.

Therefore, these samples can be regarded as outliers due to the mineralisation, which were identified after clustering by K-means clustering algorithm.

The hot spot analysis results revealed different spatial clustering patterns, showing clear association with different geological features, especially peat and basalt. Peat is associated with high concentrations of Bi, Pb, Sb and Sn, while basalt is associated with high concentrations of Co, Cr, Cu, Mn, Ni, V and Zn. The high concentrations of As, Ba, Bi, Mo and U are associated with mixture of various lithologies (e.g. schist, greywacke shale, sandstone, limestone and granite), indicating the complicated controlling effects on them. In addition, K-means clustering results revealed three hidden patterns in 6,862 soil samples, showing spatial overlay relationships with controlling factors on the simplified geology map. The samples in the first, second and third clusters were overlaid on peatland, basalt formation and other lithologies, respectively. The results of two spatial clustering techniques were consistent with each other, highlighting the major controlling effects of peat and basalt for both PTEs and soil samples. Furthermore, the boxplot results indicated the differences among the three clusters were significant for all 15 PTEs, which confirmed the accuracy and rationality of our clustering results in this study.

The study of the geochemistry and sedimentation of chemical elements by the mineralatrophic peat of the Caroux Plateau made it possible to identify the sources of input and behavior in the peat column [85].

The geochemical analyses suggested that the levels of metallic elements in the peat have been influenced by an array of different processes including bedrock weathering (Al), atmospheric particle deposition (clay, Fe, and nutrients: Ca, Mg, K, P), and industrial activities leading to the deposition of MTE.

The Si concentration at the site increased as depth decreased. This may have resulted from an increased supply of phytoliths to the peat due to an increase in the productivity of local herbs and sedges, particularly the *Molinia caerulea*. However, it is more realistic to think that these increasing Si concentrations are linked to atmospheric inputs concomitant with clay inputs.

The trends in the concentration of amorphous Al support a scenario of a decrease in bedrock erosion and chemical weathering, which gradually produces less coarse particles and weakens the relationship between these processes and pedogenesis. As its thickness increases, the peat becomes less connected to the bedrock, and the ratio of amorphous to total Al (Al-Tamm: Al-total) decreases, probably because the amorphous material becomes increasingly complexed with organic matter, forming a secondary Al phase; organic-bound Al was not measured, but its concentration is estimated as the difference between the concentration of amorphous Al and total Al. Consequently, a decrease in the proportion of amorphous Al along the core, with no change in the total Al concentration (not shown), implies an increase in the concentration of organic-bound Al over time.

The clay concentrations also increased along the core, as did those of all nutrients other than nitrogen. The total Fe (not shown) and amorphous iron (Fe-Tamm) concentrations also both increased towards the upper end of the core, which is notable because they would be expected to behave like Al if changes in the abundance of Fe were linked to local chemical weathering. However, because the amorphous Fe concentration correlated well with that of clay, it instead seems likely that atmospheric deposition was the main source of iron entering the peat.

The clay concentration is a proxy of aeolian activity, which delivers nutrients and Fe contained in clay minerals to the peat. These clay inputs occurred throughout the last 1900 years but increased over the last two centuries in parallel with dramatic increases in the input of major agricultural nutrients (P and K). The depth profiles of N and P, K, Ca, and Mg differ, indicating that they were influenced by different processes. Nitrogen, which is recycled by biota, is homogeneously distributed across the peat depth, probably because it is sequestered in the organic matter. In theory, P and K should also be sequestered in the OM, but P, K, Ca, and Mg can also be recycled or supplied by atmospheric inputs. Their J-shaped depth profiles with high concentrations in the top sediments that decreased rapidly with increasing depth plead for recent atmospheric inputs.

The hypothesis of a non-local supply of CaO and MgO is supported by the fact that the plateau's bedrock consists of Ca- and Mg-depleted granites and gneiss. The increase in the concentrations of CaO and MgO towards the top of the core, thus, indicates a strong contribution from regional or extra-regional aeolian processes—specifically, the deposition of airborne particles released by chemical weathering of calcareous soils. The main potential sources of CaO, MgO, P, and K are the rich Mediterranean lowlands (<200 m asl) a few km south of the Caroux plateau, which are farmed intensively. Human population growth in these regions and the associated increase in land use intensity over the last two centuries has probably accelerated lowland erosion, leading to airborne transport of the lightest mineral soil components (i.e., clay particles and the associated elements) to the plateau. However, atmospheric inputs of clay and elements can also come from extra-regional sources, notably from Africa during "red rain" events that transport Saharan dust, with significant contents of Ca, Mg, and K, to southern Europe.

The MTE concentrations had two distinct modes within the core. The first was seen only for Cd and occurs in the deepest sediments corresponding to the Roman epoch while the second was seen for Pb, Hg and Cd (Figure 3) during the modern period (1500–1800 AD). Hg concentrations remained high from the onset of the modern period through to the topmost sediments. These patterns could mirror regional mining activities, whose occurrence has been thoroughly documented by archaeological studies and which have been shown to influence soil and sediment quality in the region and elsewhere. However, some of the Hg may have originated from biomass burning, the incidence of which peaked both globally and in the Mediterranean basin during the 19th century after falling slightly over 2000 years.

Non-zero concentrations of Cd, Hg, and Pb were detected in all samples. This may reflect natural background levels of MTE originating from the bedrock, but these background levels can also be due to the atmospheric flux of anthropogenic pollution, resulting in a mixture of in situ (released from bedrock) and ex situ (pollution) processes.

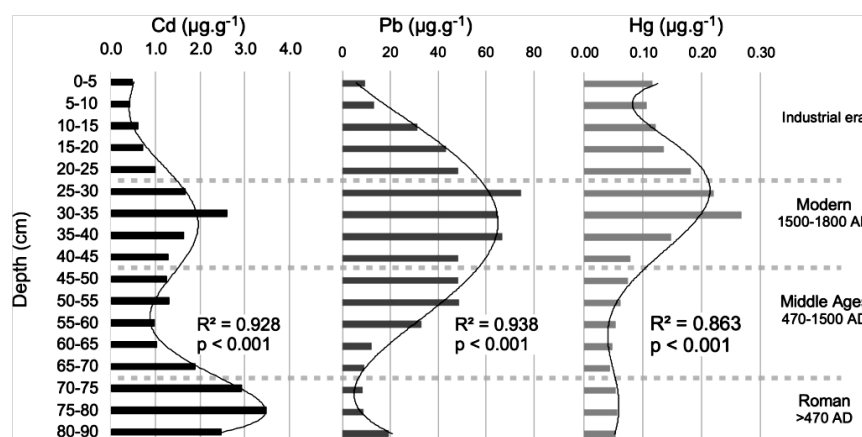


Fig. 3. K-means clustering analysis results overlaid on the simplified geology map

The bedrock supported values are likely for Cd that presents high values peaking between 75–80 cm, i.e., in the deepest part of the peat profile. Cd is also considered to be mobile in peat, which may limit its usefulness as a proxy. However, the highest Cd concentration were here observed in the deepest sediments dated from the Roman period before AD 500, in contrast to other studies where its concentration was highest in the uppermost sediments, typically deposited during the last 500 years. The latter pattern has been observed in places including Spain, southeast of the Massif Central, and northeastern France. However, Cd has also a second peak at 30–35 cm that coincides with the Hg peak and the high values of Pb, two elements for which stratigraphical stability is not questioned. This second Cd peak is dated from the modern period, i.e., between AD 1500 and 1800, which supports Spanish observations of inputs resulting from ore mining pollution during the last 500 years. These different patterns raise questions about the mobility of Cd and its value as a sedimentological proxy that cannot be answered based on the results presented here; the Caroux chronology is too short to distinguish between the putative natural background and anthropic flux.

Increases in the concentration of Pb in peat beginning around 2500 years ago have been well documented in many European countries, and were linked to the activities of Greek, Celtic, or Roman civilisations. However, the most pronounced reported increases in its concentration have occurred over the last 500 years. In contrast, our record indicates a decrease in Pb inputs over the most recent decades, which could result from the public policies of phasing out lead gasoline in Europe

during the late 20th century, although it actually happened in France in the year 2000 AD. The observed Hg concentrations are consistent with earlier reports showing that its accumulation peaked during the industrial era, although a regional shift may have begun during the Middle Ages.

Regional mining activities around the Caroux plateau during antiquity are well documented, particularly in the Montagne Noire massif and the lower Hérault Valley to the east, where Fe was mined with silver and other metals for around 2500 years. Accordingly, several small mining and metallurgical workshops dating from the Middle Ages have been identified in this area, and more widely in the southern Massif Central. This may explain the early increases in the concentrations of these elements on the plateau.

Wood charcoal production, which was performed in all hills and mountains of the studied region from the Middle Ages to the 20th century, is likely to have been a major source of the atmospheric flux of Hg. Whatever the sources of MTE and the chronology of their deposition, the results presented here clearly show that the minerotrophic peat of the Caroux plateau has been polluted by metallic deposits for at least 1900 years. Global warming and the spontaneous afforestation of the plateau combined with timber plantations could lead to decomposition of this peat, and, thus, a release of these pollutants, especially in cases of wildfires [90, 98].

Приложение В

Содержание химических элементов в торфяных болотах Северного Алтая, мг/кг с. т. (содержание Ca, Fe в %, с. т. – сухой торф)

Глубина, см	Sm	Ce	Ca	Lu	U	Th	Cr	Yb	Hf	Ba	Sr	Nd	As	Br	Cs	Tb	Sc	Rb	Fe	Zn	Ta	Co	Eu	La	Sb
болото Турочак																									
0–25	3,5	26,7	0,6	0,2	0,9	3,9	44,7	1,7	1,1	175,0	10,0	14,1	3,7	23,8	3,3	0,5	7,4	41,5	1,6	94,9	0,1	5,2	0,8	18,2	0,5
75–100	3,4	32,0	0,5	0,3	1,0	4,4	48,1	1,7	1,1	181,0	30,4	9,4	4,2	25,3	3,4	0,4	8,0	41,3	1,6	88,7	0,9	5,5	1,0	17,8	1,0
200–225	4,0	37,1	0,6	0,3	1,3	5,2	57,9	1,8	1,4	231,0	10,0	16,1	5,0	26,1	4,4	0,6	9,6	49,6	2,1	92,0	0,2	6,3	1,0	19,7	0,7
250–275	2,6	24,7	0,5	0,2	1,0	3,5	43,8	1,3	1,1	185,0	10,0	8,7	2,8	23,1	3,4	0,5	7,4	40,0	1,6	67,0	0,2	4,7	0,7	13,7	0,4
375–400	2,4	24,0	0,7	0,2	1,0	3,8	46,3	1,2	1,1	168,0	69,9	8,4	4,3	29,5	3,5	0,4	7,4	37,0	1,6	80,8	0,3	4,8	0,6	12,3	0,6
среднее по залежи	3,2	28,9	0,6	0,2	1,0	4,2	48,2	1,6	1,2	188,0	26,1	11,3	4,0	25,6	3,6	0,5	8,0	41,9	1,7	84,7	0,4	5,3	0,8	16,3	0,6
болото Кутюшское																									
0–75	0,2	2,3	0,1	0,0	0,1	0,3	2,8	0,1	0,1	10,0	5,1	1,0	0,6	7,3	0,1	0,0	0,4	1,8	0,2	17,5	0,0	0,5	0,0	0,8	0,1
75–100	0,2	2,4	0,2	0,0	0,1	0,3	2,6	0,1	0,1	14,0	15,4	1,0	0,5	8,7	0,1	0,0	0,4	1,6	0,2	9,7	0,0	0,6	0,1	0,8	0,1
100–125	0,6	7,8	0,2	0,0	0,3	1,3	8,5	0,3	0,3	36,0	13,0	2,2	1,0	9,9	0,5	0,1	1,6	6,5	0,3	14,0	0,0	1,1	0,1	2,6	0,1
175–200	0,7	9,0	0,2	0,1	0,4	1,2	11,4	0,4	0,4	33,0	10,0	2,7	1,3	11,9	0,6	0,0	2,1	7,9	0,2	17,6	0,1	0,9	0,1	3,2	0,1
болото Ынырга																									
0–25	1,1	11,9	0,4	0,1	0,1	0,3	4,0	0,6	0,0	43,0	25,2	4,4	4,7	18,7	0,2	0,2	0,6	5,8	1,6	56,5	0,0	3,7	0,2	3,9	0,1
75–100	2,0	20,5	0,3	0,1	0,5	2,0	14,4	0,9	0,7	67,0	10,0	7,5	2,8	16,1	1,0	0,3	3,4	12,1	0,6	15,5	0,1	2,4	0,4	8,1	0,3
среднее по залежи Кутюшское + Ынырга	0,8	9,0	0,2	0,1	0,3	0,9	7,3	0,4	0,3	33,8	13,1	3,1	1,8	12,1	0,4	0,1	1,4	6,0	0,5	21,8	0,0	1,5	0,2	3,2	0,1
болото Кутюшское, придонный слой																									
140–150	3,8	24,8	0,8	0,4	2,0	4,3	60,4	2,4	3,9	290,0	58,1	17,6	5,6	9,5	4,5	0,7	10,6	57,5	2,0	67,2	0,7	6,4	1,0	22,5	0,5
228–250	6,6	60,6	0,9	0,4	3,5	10,2	108,2	2,9	3,5	432,0	10,0	27,4	7,2	5,3	7,1	1,2	20,0	76,5	3,1	123,8	0,8	10,5	1,8	35,3	1,0
среднее по придонному слою	5,2	42,7	0,8	0,4	2,7	7,3	84,3	2,7	3,7	361,0	34,1	22,5	6,4	7,4	5,8	1,0	15,3	67,0	2,6	95,5	0,8	8,5	1,4	28,9	0,8

(Г.В. Ларина, 2017)

Приложение Г

**Среднее содержание микроэлементов в торфах и золах
торфов таежной зоны Западно-Сибирской равнины**

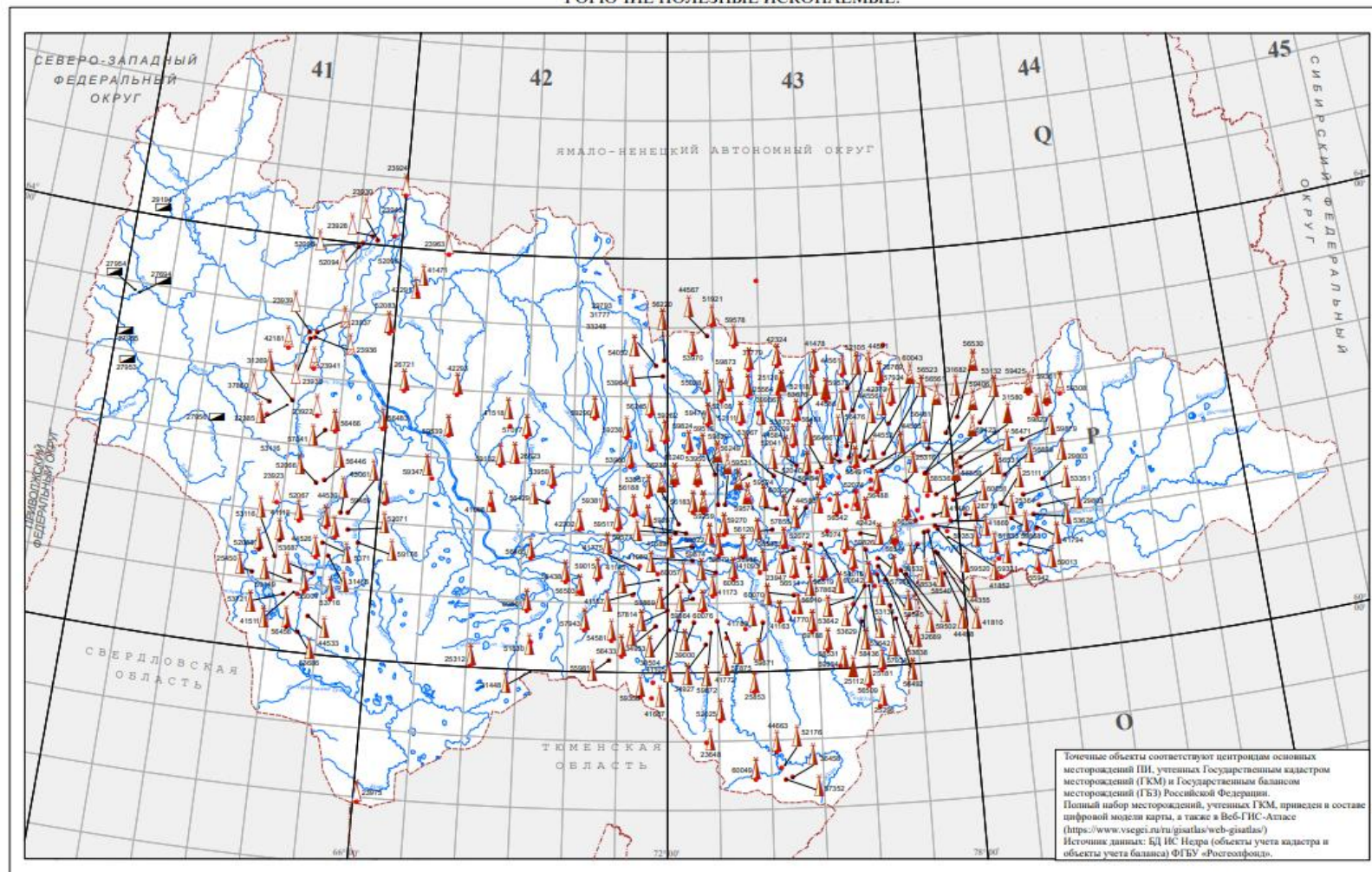
Элементы	Низинный торф		Верховой торф		Среднее для региона	
	сухое вещество	зола торфа*	сухое вещество	зола торфа*	сухое вещество	зола торфа*
Na	0,066	0,49	0,037	1,2	0,049±0,011	0,67
Ca	2,7	20,5	0,57	17,9	1,40±0,18	19,8
Sc	1,4	10,3	0,56	17,6	0,88±0,17	12,2
Cr	13,6	102	11,6	366	12,4±2,8	171
Fe	1,7	12,6	0,43	13,4	0,93±0,13	12,8
Co	3,5	26,4	1,5	45,7	2,3±0,2	31
Br	61,0	457	17,7	558	35,0±2,6	483
As	< 0,3	—	< 0,3	—	< 0,3	—
Rb	7,8	58	1,7	54,9	4,1±1,4	57
Sr	120	895	42	1318	73,0±7,2	1006
Ag	0,10	0,78	0,028	0,89	0,058±0,02	0,8
Sb	0,14	1,1	0,11	3,5	0,12±0,03	1,7
Cs	0,44	3,3	0,14	4,4	0,26±0,06	3,6
Ba	106	796	37,7	1188	65,2±11,0	899
La	5,0	37,3	1,6	52	3,0±0,6	41,2
Ce	8,8	66	3,8	120	5,8±0,9	79,8
Sm	0,96	7,20	0,40	12,5	0,62±0,1	8,6
Eu	0,19	1,39	0,08	2,7	0,12±0,02	1,7
Tb	0,15	1,14	0,040	1,3	0,085±0,01	1,2
Yb	0,33	2,44	0,12	3,8	0,20±0,03	2,8
Lu	0,05	0,39	0,019	0,60	0,032±0,005	0,45
Hf	0,40	3,02	0,17	5,4	0,26±0,07	3,6
Ta	0,094	0,70	0,015	0,46	0,046±0,01	0,64
Au	0,017	0,13	0,019	0,61	0,018±0,003	0,25
Th	0,87	6,5	0,45	14,0	0,62±0,1	8,5
U	0,46	3,4	0,31	9,7	0,37±0,08	5,1
Λ'	13,4	100	3,2	100	7,3±0,9	100
Количе- ство проб	702	702	1225	1225	1927	1927

Примечание: н.д. – нет данных; * – пересчитано на золу. Содержание элементов дано в г/т, Λ' и содержание Na, Fe и Ca даны в мас. %.

(С.И. Арбузов, 2009)

Приложение Д

УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ ХАНТЫ-МАНСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ КАРТА ОСНОВНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, УВЯЗАННАЯ С ГОСУДАРСТВЕННЫМ КАДАСТРОМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПРОЯВЛЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ГОСУДАРСТВЕННЫМ БАЛАНСОМ ЗАПАСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. ГОРЮЧИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ.



Точечные объекты соответствуют центрам основных месторождений ПИ, учтенных Государственным кадастром месторождений (ГКМ) и Государственным балансом месторождений (ГБЗ) Российской Федерации. Полный набор месторождений, учтенных ГКМ, приведен в составе цифровой модели карты, а также в Веб-ГИС-Атласе (<https://www.vsegei.ru/gisatlas/web-gisatlas/>). Источники данных: БД ИС Недр (объекты учета кадастра и объекты учета баланса) ФГБУ «Росгеофонд».

в 1 сантиметре 40 километров

Карта подготовлена ФГБУ «ВСЕГЕИ» в рамках выполнения Государственного задания Федерального агентства по недропользованию от 14.01.2022 г. № 049-00018-22-01. Данные на карте представлены по состоянию на 01.09.2022 г.

УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ
ХАНТЫ-МАНСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ
КАРТА ОСНОВНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, УВЯЗАННАЯ С ГОСУДАРСТВЕННЫМ КАДАСТРОМ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПРОЯВЛЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ГОСУДАРСТВЕННЫМ БАЛАНСОМ ЗАПАСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.
ГОРЮЧИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ.

Лист 2

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Горючие полезные ископаемые:

Углеводородное сырье

-  Нефть (среднее месторождение)
-  Нефть и газ (среднее месторождение)
-  Нефть и газоконденсат (среднее месторождение)
-  Газ горючий (среднее месторождение)
-  Конденсат и газоконденсат (среднее месторождение)
-  Газоконденсат и газ (среднее месторождение)

Твердые горючие полезные ископаемые

-  Уголь бурый (малое месторождение, не переданное в освоение)
-  Уголь каменный (малое месторождение, не переданное в освоение)

Топографическая основа:

Административные границы

Границы:

--- Федеральных округов

--- Субъектов РФ

--- Районов и автономных округов

Гидрография:

 Озера и реки, выражающиеся в масштабе карты

 Речная сеть

(ВСЕГЕИ интернет-ресурс: <http://atlaspacket.vsegei.ru/#71fc00964b2e7ad326>)

Приложение Е

Месторождения полезных ископаемых Томской области

U, Th

(В.В. Ершов, Л.П. Рихванов, А.Я. Пшеничкин, С.И. Арбузов, 2012)

Fe, P, S, As

(ТомГДК, 2008)

V, Mn, P, S, Ti, As, Co, Zn, Cr, Sb

(Карепина К.В., Домаренко В.А., Рихванов Л.П., 2012)

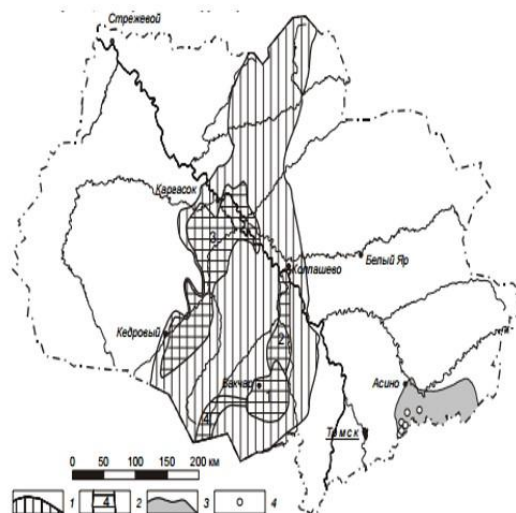


Схема расположения узлов Западно-Сибирского железорудного пояса Чулымо-Енисейской бокситовой провинции в пределах Томской области

1 - Западно-Сибирский железорудный пояс; 2 - железорудные узлы (1 - Бакчарский, 2 - Колпашевский, 3 - Парбель-Чузыкский, 4 - Парбигский); 3 - Чулымо-Енисейская бокситоносная провинция; 4 - проявления бокситов

**Be, Ge, Se, Au,
Sc, U, Co, As, Sb,
Mo, Nb, Y, Zr**

(С.И. Арбузов, Л.П. Рихванов, 2009)

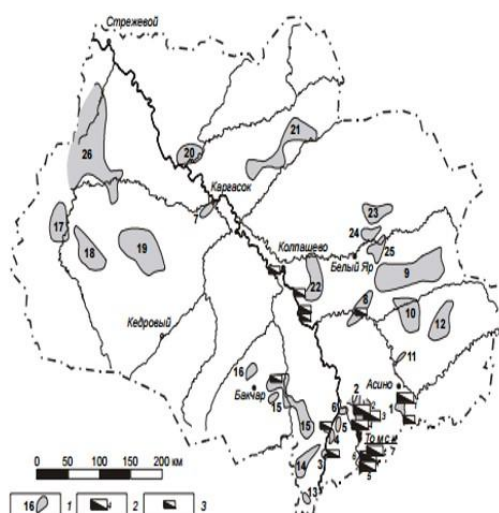


Схема расположения угленосных районов, месторождений и проявлений бурых углей в Томской области:

1 - угленосные районы в пределах угленосных районов Бакчаро-Чайнского (15 - Бакчарская, 16 - Хуторская); 3 - проявление бурого угля

(Э.В. Черняев, В.К. Бернатонис, Г.Ю. Боярко, 2001)

**Sc, Yb, Lu, Ta, La, Ce, Sm,
Eu, Yb, Yb, Th, U**

(Кропанин С.С., 1997)

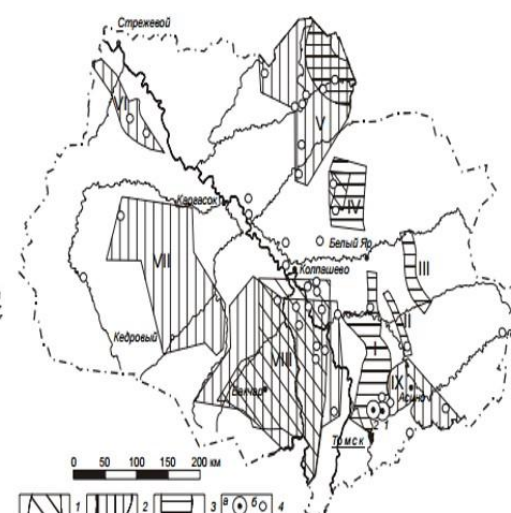


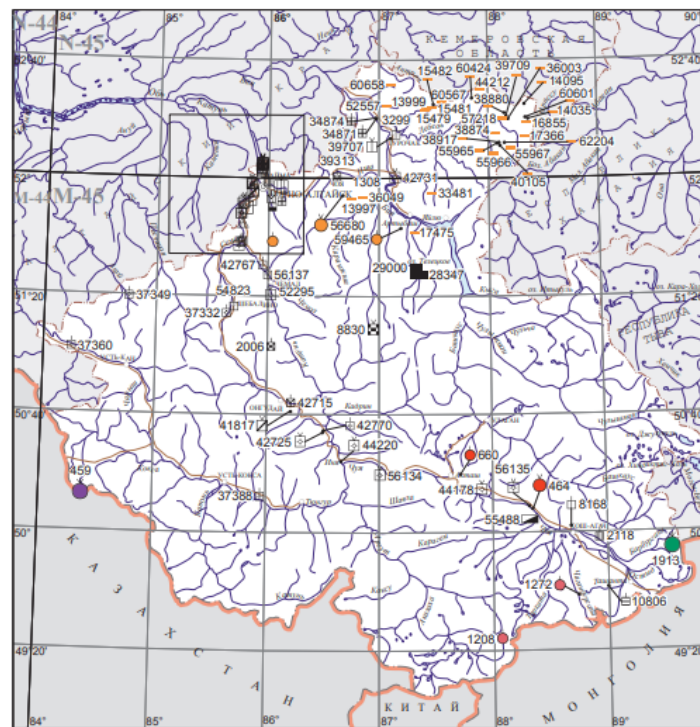
Схема распространения цирконий-ильменитовых россыпей, проявлений и месторождений на территории Томской области: 1-3 - районы распространения ильменит-цирконовых россыпей:

1 - позднемеловой (маастрихтско-датский) возраст (ганьковская свита и верхнесымская подсвита), 2 - ранне-среднеэоценовый возраст (люлинворская, кустовская и чурбикская свиты). Наименования прогнозируемых участков: VIII - Кенга-Бахчарская

(Е.В. Перегудина, 2021)

Приложение Ж

СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ КАРТА ОСНОВНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, УВЯЗАННАЯ С ГОСУДАРСТВЕННЫМ КАДАСТРОМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПРОЯВЛЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ГОСУДАРСТВЕННЫМ БАЛАНСОМ ЗАПАСОВ РФ



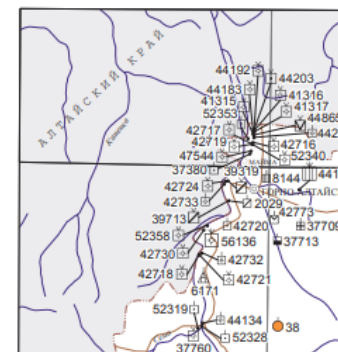
в 1 сантиметре 25 километров
Проекция Гаусса Крюгера.
Центральный меридиан 87°.

Карта подготовлена ФГБУ "ВСЕГЕИ" в рамках выполнения Государственного задания Федерального агентства по недропользованию от 14.01.2022 г. № 049-00018-22-01. Данные на карте представлены по состоянию на 01.09.2022 г. Точечные объекты соответствуют центрам основных месторождений ПИ, учтенных Государственным кадастром месторождений (ГКМ) и Государственным балансом месторождений (ГБЗ) Российской Федерации. Полный набор месторождений, учтенных ГКМ, приведен в составе цифровой модели карты, а также в Веб-ГИС-Атласе (<https://www.vsegei.ru/gisatlas/web-gisatlas/>). Источник данных: БД ИС Недра (объекты учета кадастра и объекты учета баланса) ФГБУ "Росгеофонд". Ранги месторождений по крупности запасов приведены по данным Мониторинга Гостеолкарты-1000 («Мониторинг государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 территории Российской Федерации и ее континентального шельфа в 2020-2022 гг.» ВСЕГЕИ). Прогнозно-минералогическая карта масштаба 1:2 500 000 (Молчанов и др., ВСЕГЕИ, 2019). Месторождения с неустановленными рангами показаны на карте условно как средние, в Перечне объектов их ранг указан как неустановленный. Перечень месторождений см. на следующих страницах

Обозначение месторождений			
Вид полезного ископаемого	Крупное	Среднее	Малое
Горючие ископаемые			
Твердые горючие ископаемые			
Уголь каменный	■		
Уголь бурый	■		
Металлические ископаемые			
Черные металлы			
Железо	●		
Цветные металлы			
Кобальт	●		
Вольфрам	●		
Ртуть	●		
Благородные металлы			
Золото	●		
Неметаллические ископаемые			
Химическое сырье			
Известняк	■		
Строительные материалы			
Гранит	■		
Диорит	■		
Порфирит	■		
Гранодиорит	■		
Туфоалевролит	■		
Мрамор	■		
Глина и суглинки	■		
Глина керамзитовая	■		
Сланец	■		
Гравийно-галечный материал	■		
Песчано-гравийный материал	■		
Песок	■		
Песчаник	■		
Спекулярит	■		
Виды месторождений			
	○	○	○
	○	○	○

Месторождения с вынесенным условным знаком

ВРЕЗКА К КАРТЕ



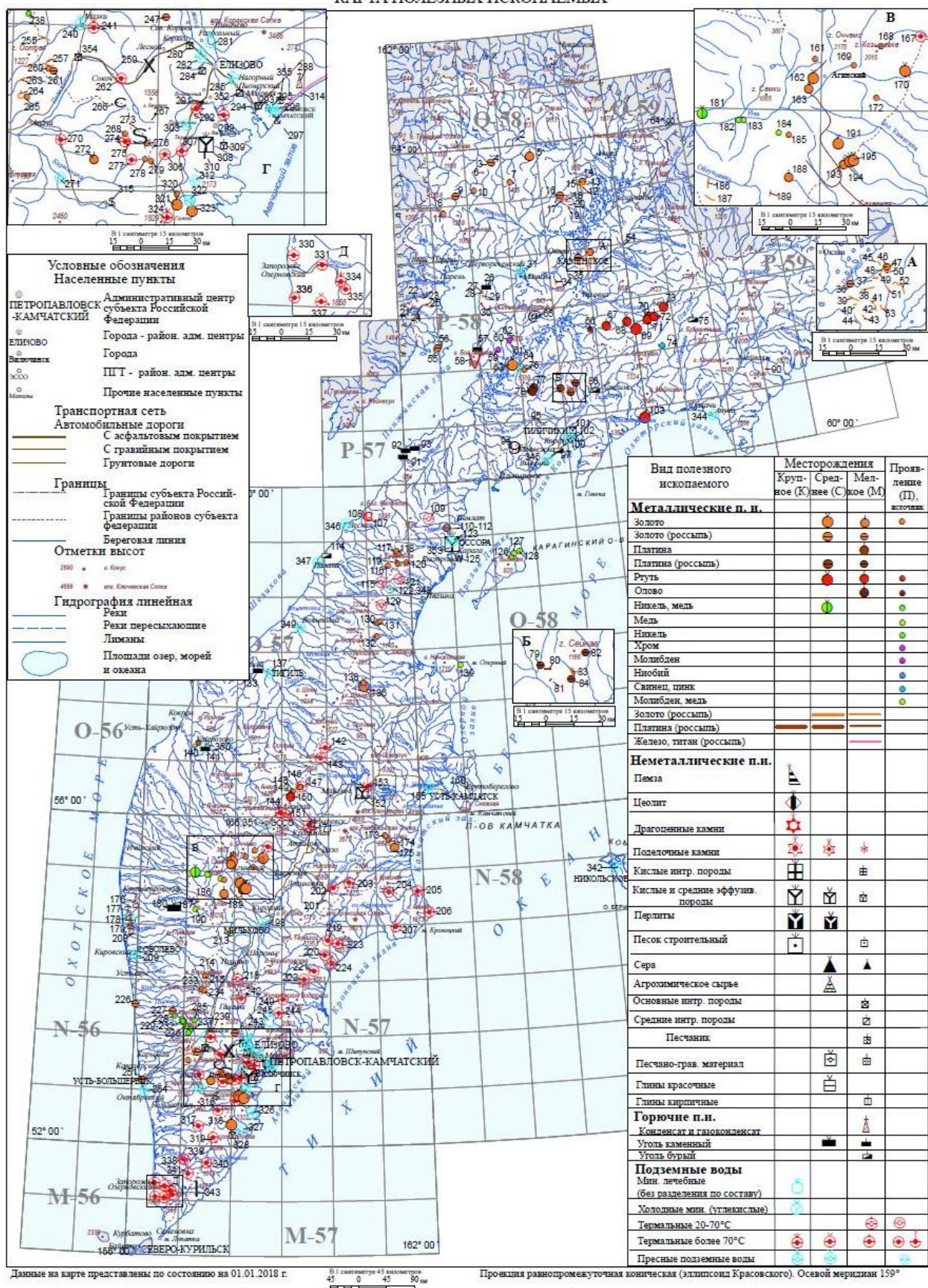
Условные обозначения

- Населенные пункты**
- Административный центр субъекта Российской Федерации
 - Административные центры районов – поселки и прочие населенные пункты
 - Поселки и прочие населенные пункты
- Пути сообщения**
- Автомобильные дороги
- Границы**
- Государственные границы
 - Границы субъектов РФ
- Гидрография**
- Гидросеть
 - Озера

(ВСЕГЕИ интернет-ресурс: <http://atlaspacket.vsegei.ru/#71fc00964b2e7ad326>)

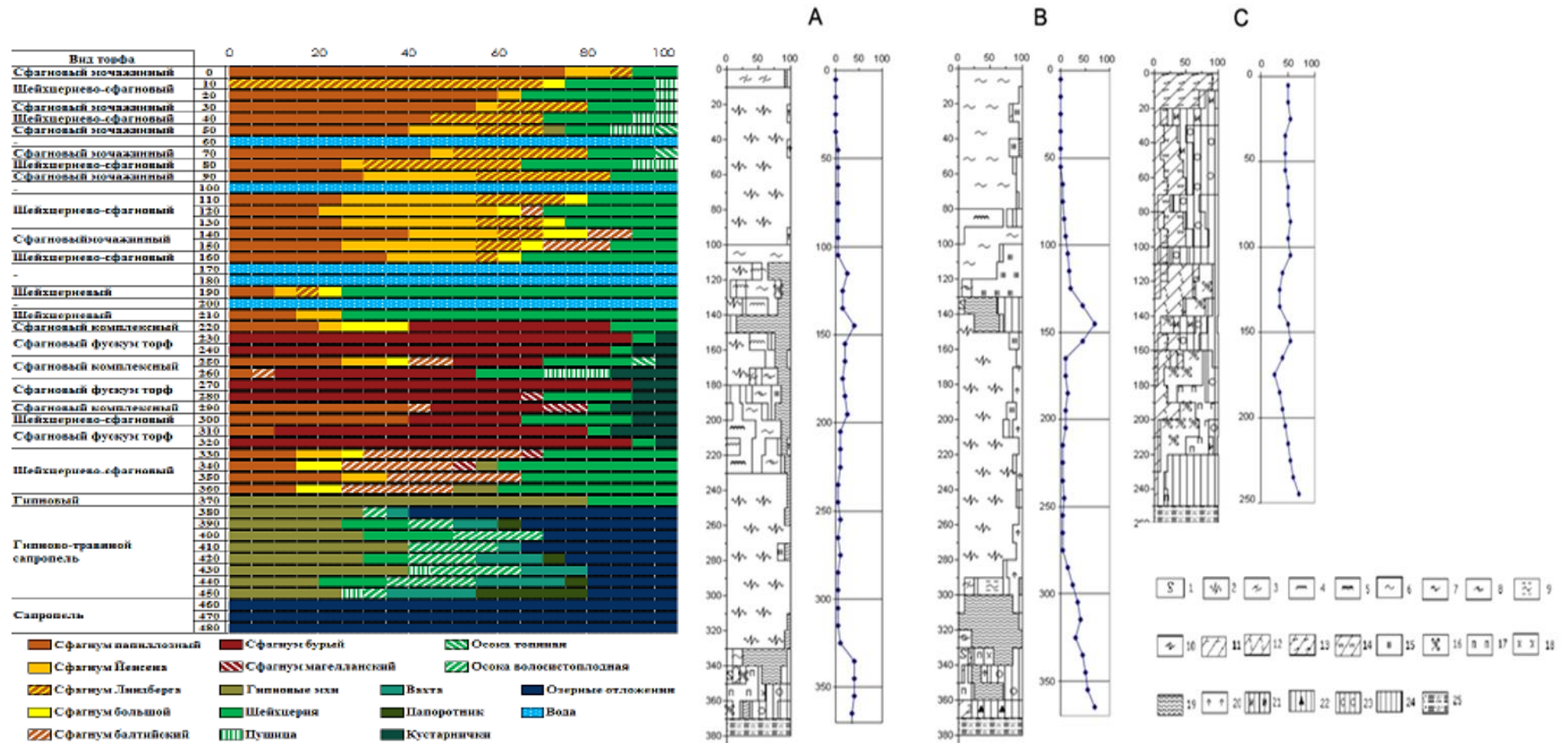
Приложение 3

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ КАМЧАТСКИЙ КРАЙ КАРТА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ



(ВСЕГЕИ интернет-ресурс: <http://atlaspacket.vsegei.ru/#71fc00964b2e7ad326>)

Приложение И



Стратиграфические колонки

(левый график – ботанический состав, правый график – степень разложения, %). По оси ординат – глубина, см.

А – гряда; В – мочажина; С – пойма.

1. Сфагновые мхи; 2. *Sph. fuscum*; 3. *Sph. angustifolium*; 4. *Sph. magellanicum*; 5. *Sph. Papillosum*; 6. *Sph. balticum*; 7. *Sph. majus*; 8. *Sph. jensenii*; 9. *Сфагнум топяной олиготрофный*; 10. *Sph. Fallax*; 11. *C. rostrata*; 12. *C. lasiocarpa*; 13. *C. cespitosa*; 14. *C. juncella*; 15. *Scheuchzeria palustris*; 16. *Menyanthes trifoliata*; 17. *Thelypteris*; 18. *Equisetum*; 19. *Eriophorum vaginatum*; 20. *Кустарнички*; 21. *Salix*; 22. *Betula*; 23. *Picea*; 24. *Pinus*; 25. Минеральный грунт

(Е.М. Осницкий, 2017; Д.В. Дудкин, 2016)

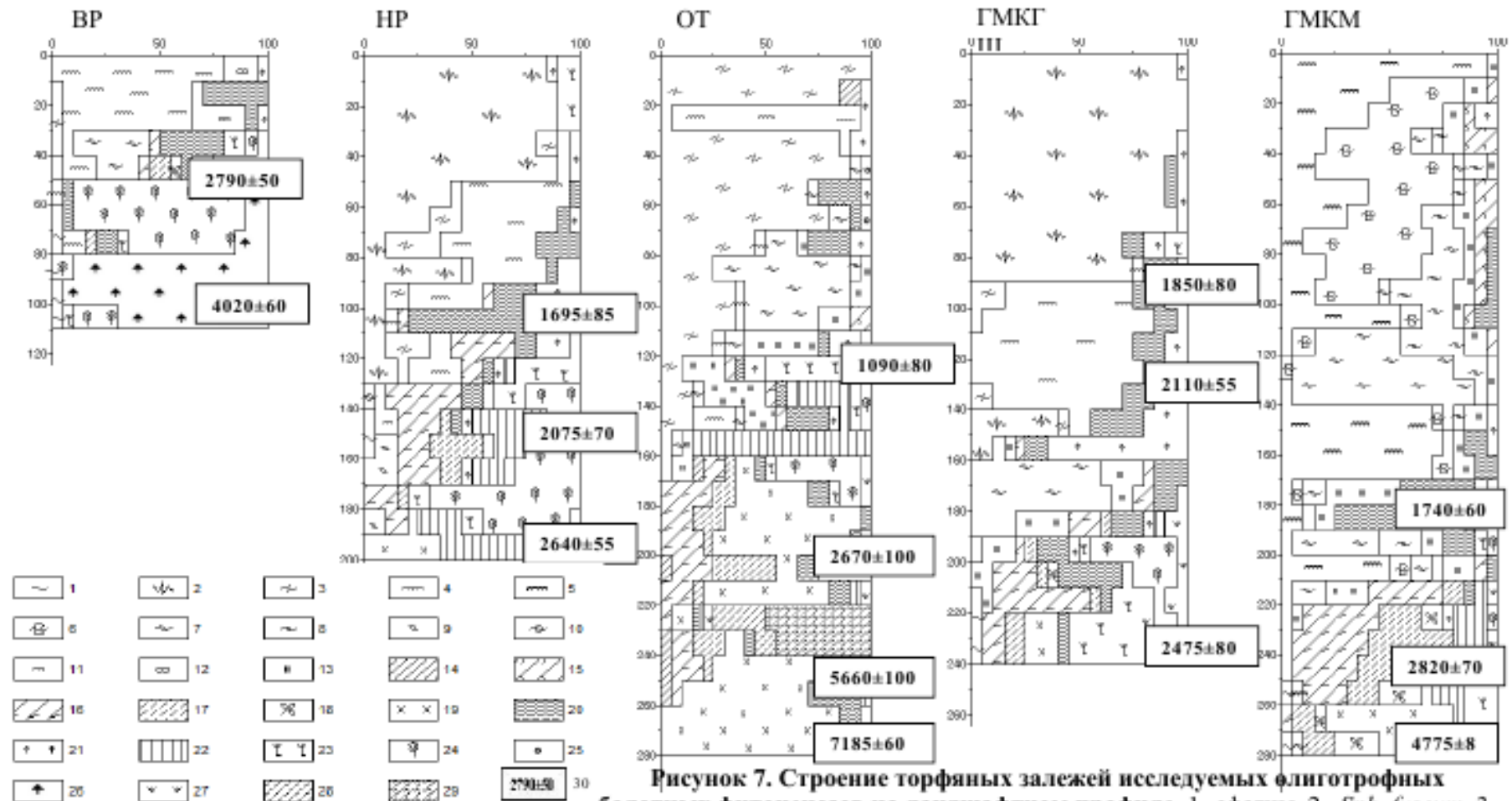


Рисунок 7. Строение торфяных залежей исследуемых олиготрофных болотных фитоценозов на ландшафтном профиле. 1- сфагны, 2 – *Sph. fuscum*, 3- *Sph. angustifolium*, 4 – *Sph. magellanicum*, 5- *Sph. papillosum*, 6- *Sph. balticum*, 7 – *Sph. majus*, 8 – *Sph. jensenii*, 9 – *Sph. warnstorffii*, 10 – *Sph. fallax*, 11 – *Sph. centrale*, 12 – *Sph. russowii*, 13 – *Scheuchzeria palustris*, 14 – осоки, 15 – *C. limosa*, 16 – *C. rostrata*, 17 – *C. lasiocarpa*, 18 – *Menyanthes trifoliata*, 19 – *Equisetum*, 20 – *Eriophorum vaginatum*, 21 – кустарнички, 22 – древесина, 23 – *Pinus sylvestris*, 24 – *Betula*, 25 – *Oxycoccus palustris*, 26 – *Pinus sibirica*, 27 – травы, 28 – *Drepanocladus*, 29 – *Drepanocladus aduncus*; 30- возраст (^{14}C , лет)

(Е.А. Головацкая, 2013)