

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

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

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

<b>Тема работы</b>
<b>Элементный состав организма диких и домашних животных в районах развития геофагии (Республика Алтай)</b>

УДК 574.24:591.53:550.4(571.151)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ01	Стрепетов Дмитрий Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Соктоев Булат Ринчинович	к.г.-м.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

По разделу на иностранном языке

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Щеголихина Юлия Викторовна	к.ф.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Барановская Наталья Владимировна	д.б.н., доцент		

Томск – 2022 г.

## Планируемые результаты обучения по ООП

### 05.04.06 «Экология и природопользование»

Код компетенции	Наименование компетенции
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 языке, 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
ОПК(У)-1	Владеть знаниями о философских концепциях естествознания и основах методологии научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени
ОПК(У)-2	Способность применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-3	Способность к активному общению в научной, производственной и социально - общественной сферах деятельности
ОПК(У)-4	Способность свободно пользоваться государственным языком Российской Федерации и иностранным языком как средством делового общения
ОПК(У)-5	Способность к активной социальной мобильности
ОПК(У)-6	Владение методами оценки репрезентативного материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей
ОПК(У)-7	Способность использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, разработке и осуществлении социально значимых проектов и использовать на практике навыки и умения в организации научно - исследовательских и научно - производственных работ, в управлении научным коллективом
ОПК(У)-8	Готовность к самостоятельной научно - исследовательской работе и работе в научном коллективе, способность порождать новые идеи (креативность)
ОПК(У)-9	Готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ДОПК(У)-1	Способен использовать специальные и новые разделы экологии и геоэкологии и природопользования для решения научно - исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности
ПК(У)-1	Способность формулировать проблемы, задачи и методы научного исследования, получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных, реферировать научные

	труды, составлять аналитические обзоры накопленных сведений в мировой науке и производственной деятельности, обобщать полученные результаты в контексте ранее накопленных в науке знаний и формулировать выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных и оригинальных результатов исследований
ПК(У)-2	Способность творчески использовать в научной и производственно - технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры
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 развития
ПК(У)-7	Способность использовать нормативные документы, регламентирующие организацию производственно - технологических экологических работ и методически грамотно разрабатывать план мероприятий по экологическому аудиту, контролю за соблюдением экологических требований, экологическому управлению производственными процессами
ПК(У)-10	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
ДПК(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 (требования профстандарта «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)» приказ Министерства труда и социальной защиты РФ №591н от 31.10.2016)
ДПК(У)-2	Способность контролировать состояние окружающей среды в районе расположения организации в соответствии с требованиями нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды (требования профстандарта «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)» приказ Министерства труда и социальной защиты РФ №591н от 31.10.2016)



<p><i>содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>4. Результаты исследования  5. Финансовый менеджмент  6. Социальная ответственность  Заключение  Список использованной литературы  Приложение А. Phenomenon of geophagy</p>
--	--

**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 на иностранном языке	Щеголихина Юлия Викторовна

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>22.01.2022 г.</p>
--	----------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Соктоев Булат Ринчинович	К.Г.-М.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ01	Стрепетов Дмитрий Александрович		

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

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки – 05.04.06 «Экология и природопользование»

Уровень образования – Магистратура

Отделение геологии

Период выполнения \_\_\_\_\_ (весенний семестр 2021 /2022 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.05.2022 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.02.2022	Феномен геофагии	10
28.02.2022	Физико-географическая характеристика Онгудайского района Республики Алтай	10
13.03.2022	Методы и материалы исследования	20
01.04.2022	Результаты исследования	30
26.04.2022	Финансовый менеджмент	10
06.05.2022	Социальная ответственность	10
11.05.2022	Приложение А. Phenomenon of geophagy	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Соктоев Булат Ринчинович	к.г.-м.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Наталья Владимировна	д.б.н., доцент		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ01	Стрепетову Дмитрию Александровичу

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение</b>	<b>Отделение геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	Экология и природопользование

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
Элементный состав организма диких и домашних животных в районах развития геофагии (Республика Алтай)	Проведение пробоподготовки органов и тканей животных для анализа методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС), анализ полученных результатов
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
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
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет проекта 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ГМ01	Стрепетов Дмитрий Александрович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ01	Стрепетову Дмитрию Александровичу

<b>Школа</b>	Инженерная школа природных ресурсов	<b>Отделение (НОЦ)</b>	Отделение геологии
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление / специальность</b>	05.04.06 Экология и природопользование

Тема ВКР:

Элементный состав организма диких и домашних животных в районах развития геофагии (Республика Алтай)	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<b>Введение</b>	<p>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</p> <p>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</p> <p>Объект исследования – органы и ткани диких животных. Объект изучался с методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) с целью выявления особенностей элементного состава их организмов и влияния на него феномена геофагии.</p> <p>Размеры помещения: 15 м<sup>2</sup></p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: электронные весы, персональный компьютер, ступка и пестик, пластиковые пакеты, ёмкости со спиртом.</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: измельчение исходного биологического материала, его упаковывание для отправки на анализ, камеральная обработка результатов анализа</p>
<i>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</i>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	<p>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p> <p>Конституция РФ Трудовой кодекс РФ №197-ФЗ ФЗ от 22.07.2008 № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»; ГОСТ 12.0. 003-2015; ГОСТ 12.1. 038-82; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; СанПиН 2.2.4.548-96; СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96; СП 52 13330.2016.</p>
<b>2. Производственная безопасность:</b>	<p>– Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>– Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p> <p>Факторы, связанные с микроклиматическими параметрами воздушной среды; факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде; факторы, связанные со световой средой; факторы, связанные с электрическим током; факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека.</p>



<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Образование отходов I-V классов опасности, слив в общую канализацию
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Аварии в электроэнергетических системах, аварии в коммунальных системах жизнеобеспечения, внезапное обрушение здания. Наиболее типичная ЧС: пожар на рабочем месте.
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ООД	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ГМ01	Стрепетов Дмитрий Александрович		

## РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация объёмом 117 с., проиллюстрирована 24 рис., 39 табл. Список литературы составляет 48 источников. Присутствует 1 приложение.

Ключевые слова: геофагия, элементный состав, редкоземельные элементы, дикие и домашние животные, Республика Алтай.

Объектами исследования являются органы и ткани диких и домашних животных, предмет изучения – их элементный состав. Работы проведены на территории Онгудайского района Республики Алтай.

Цель работы – выявить особенности элементного состава организмов диких и домашних животных в районе развития геофагии.

В процессе исследования проводился обзор литературы по данной теме; выполнено исследование 94 проб органов и тканей диких и домашних животных методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой; определение специфики элементного состава каждого из трёх выбранных организмов, а также сравнительный анализ элементного состава этих организмов.

По результатам исследования определен элементный состав органов и тканей алтайского марала (*Cervus elaphus sibiricus* S., 1873), дикого кабана (*Sus scrofa scrofa* L., 1758) и свиньи домашней (*Sus scrofa domesticus* E., 1777).

Степень внедрения: по результатам исследований сделан доклад на XXVI Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». Доклад отмечен дипломом I степени.

Область применения: результаты исследования могут быть использованы природоохранными органами Республики Алтай, а также авторами других научных работ для оценки факторов формирования элементного состава животных, проживающих на геохимически специализированных территориях.

Экономическая эффективность работы: оценка экономической целесообразности и выгоды не является целью исследования. Значимость работы заключается в определении особенностей элементного состава организмов диких и домашних животных.

В будущем планируется расширенное и углубленное изучение проб для более достоверного выявления особенностей элементного состава диких и домашних животных в районах развития геофагии.

Магистерская диссертация выполнена в рамках гранта РФФИ № 20-64-47021 «Влияние литолого-геохимической специфики горных ландшафтов Сибири и Дальнего Востока на формирование элементного состава организма млекопитающих».

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	14
1. ФЕНОМЕН ГЕОФАГИИ .....	15
2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	21
2.1 Климат .....	21
2.2 Рельеф и ландшафт .....	22
2.3 Геология .....	23
2.4 Почвы .....	25
2.5 Гидрография .....	27
2.6 Флора и фауна .....	28
2.7 Сумультинские кудюры .....	29
3. МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	30
3.1 Отбор и подготовка проб .....	30
3.2 Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой .....	32
3.3 Методика обработки данных .....	33
4. ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ОРГАНИЗМА ДИКИХ И ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ (ОНГУДАЙСКИЙ РАЙОН, РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ) .....	35
4.1 Элементный состав органов и тканей марала алтайского ( <i>Cervus elaphus sibiricus</i> S., 1883) .....	35
4.2 Элементный состав дикого кабана ( <i>Sus scrofa scrofa</i> L., 1758) .....	42
4.3 Элементный состав свиньи домашней ( <i>Sus scrofa domesticus</i> E., 1777) .....	48
4.4 Сравнительная характеристика элементного состава животных .....	56
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	62
5.1. Предпроектный анализ .....	62
5.2 Инициация проекта .....	68
5.3 Планирование управления научно-техническим проектом .....	69
5.4 Бюджет научного исследования .....	72
5.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности .....	79

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	87
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	87
6.2. Производственная безопасность.....	88
6.3 Экологическая безопасность.....	96
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	99
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	100
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	106

## ВВЕДЕНИЕ

Геофагия – явление заглатывания земляных агрегатов, присущее животным и даже людям в определенных местах обитания. Актуальность работы заключается в изучении элементного состава организма диких и домашних животных, места обитания которых приурочены к районам проявления геофагии. В то время как большинство исследований сосредоточены на нескольких отдельных органах, в этой работе изучается большая часть систем органов каждого исследуемого животного.

Цель работы – выявить особенности элементного состава организма алтайского марала (*Cervus elaphus sibiricus* S., 1873), дикого кабана (*Sus scrofa scrofa* L., 1758) и свињи домашней (*Sus scrofa domesticus* E., 1777) в районе развития геофагии (Онгудайский район, Республика Алтай).

Задачи исследования:

1. Проведение литературного обзора работ по тематике геофагии;
2. Подготовка проб органов и тканей животных для проведения анализа методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой;
3. Анализ элементного состава проб органов и тканей животных.
4. Выявление специфики элементного состава организма изучаемых диких и домашних животных на основе полученных данных.

Объектами исследования являются органы и ткани диких и домашних животных, предметом изучения – их элементный состав. Работы проведены на территории Онгудайского района Республики Алтай.

Личный вклад автора в данную работу заключается в подготовке 94 проб для проведения их анализа методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС), а также интерпретации полученных в результате анализа данных.

Научная новизна работы заключается в установлении особенностей элементного состава животных, проживающих в районе развития геофагии (р. Малая Сумульта, Онгудайский район, Республика Алтай).

## 1. ФЕНОМЕН ГЕОФАГИИ

Геофагия – это феномен заглатывания камней и землистых агрегатов. Термин был введен в обращение в 1922 году геологом П.Л. Дравертом [8].

Геофагия наиболее характерна для животных, имеющих мускульный желудок. В их числе птицы, рептилии, земноводные и некоторые рыбы. У таких животных, особенно растительноядных, в желудках почти всегда присутствуют небольшие обломки минералов и горных пород – гастролиты. Среди млекопитающих животных типичные гастролиты характерны только для ластоногих.

Гастролиты птиц на 65–95% состоят из окатанных в разной степени кристаллов кварца или обломков окварцованных пород преимущественно песчаной фракции. Второй по значимости минерал гастролитов – полевой шпат.

Среди растительноядных и всеядных млекопитающих геофагия также встречается повсеместно. В определенных местообитаниях, при многократных посещениях ими одних и тех же мест с целью поедания минеральных веществ формируются особые ландшафтные комплексы – кудюры (иногда употребляется термин «зверовой солонец»). Наиболее часто они встречаются в горно-степных и горно-лесных местообитаниях травоядных животных среди кислых вулканических пород мезозойско-кайнозойского периода формирования и палеозойских и допалеозойских метаморфических петрокомплексов [9]. Отмечается расположение таких природных биоминеральных комплексов (ПБК) на выходах материнских горных пород с маломощным почвенным покровом [3].

Геофагии присуща также и сезонность. Так, наблюдение за лосьями (*Alces alces* L. 1758), посещающими зверовые солонцы на территории центральной Якутии, с помощью фотоловушек позволило установить, что наиболее часто солонцы посещались в июне-июле, когда у самцов растут панты (растущие рога), у самок же в этот период происходит лактация, при этом вместе с телятами они посещали солонец чаще, чем без них. В августе-

сентябре явление геофагии лосей резко падало, а в октябре снизилось до нуля. Также замечено, что самки потребляли минеральные вещества солонцов на 13,1% дольше, чем самцы. К самым солонцам лоси приходили чаще всего в тёмные время суток с 20.00 до 8.00 [33].

В составе поедаемых млекопитающими литогенных веществ преобладают не гастролиты, а минеральные грунты, чаще всего с илисто-глинистой размерностью частиц. Количество таких грунтов, называемых кудюритами, как и масса гастролитов в желудках птиц, составляет 1–5% от массы тела конкретного животного. Например, стокилограммовый олень за один раз может съесть от 1 до 5 кг глины.

Состав потребляемых животными литогенных веществ зависит от геологии конкретного района, а также от зональности климата, определяющей характер выветривания горных пород и, соответственно, состав вторичных (гипергенных) минералов. Наиболее распространенные потребляемые млекопитающими грунты состоят из глинистых минералов. Животные, обитающие в умеренных и высоких широтах, там, где распространены разные по возрасту метаморфические породы, едят в основном глинистые минералы из групп гидрослюды и хлоритов; в тропиках и субтропиках – из группы каолинита; в местах скопления молодых вулканических пород, независимо от географической зоны, – из группы смектита. В поедаемых смектитовых глинах нередко присутствуют цеолиты, преимущественно клиноптилолит и гейландит. Доля цеолитов иногда достигает 50% и более [8].

Количество водорастворимых солей в поедаемых породах, как правило, ничтожно. Состав поглощенных катионов вполне типичен для окружающих рыхлых отложений, иногда с преобладанием ионов натрия. Максимум обменных катионов содержат цеолиты, минимум – гидрослюды. Состав микроэлементов может быть очень разным. Как правило, он наследуется от первичных (литифицированных) пород, но иногда некоторые макро- и микроэлементы привносятся за счет притока подземных вод.



Геофагия встречается и у людей. Описание этого явления можно найти у многих этнографов, изучавших аборигенное население разных регионов мира. Наиболее распространена геофагия среди людей в странах Африки и африканских сообществах, проживающих на западе. Так, в Машау, Южная Африка, проводился опрос 200 местных жителей о геофагии. 91% участников были подвержены геофагии, из них 98,5% – женщины. Тяга к потреблению земли оказалась основной причиной (73,9%), по которой жители Машау её потребляют. Большинство людей, подверженных геофагии, в Машау испытывало потребность к поеданию геофагического материала во время беременности (22,5%) и испытывая бессонницу (21%). Около 60% людей, страдающих геофагией, были подвержены хроническими заболеваниями, такими как головные боли (31,6%), низкий уровень гемоглобина (29,9%), запоры (18,8%), дефицит железа (12,0%) и высокое кровяное давление (7,7%). Также были обнаружены значимые взаимосвязи между диагностированными заболеваниями у геофагов и их возрастом и частотой поедания почвы [30].

В ходе недавнего французского исследования осведомленности людей, подверженных геофагии, родом из Африки к югу от Сахары, Южной Америки и Карибского бассейна, посещающих медицинские консультации во Франции, выяснилось, что, несмотря на высокий уровень осведомленности о практике геофагии (85,1% от числа респондентов) и в целом высокую частоту предшествующей или текущей геофагии (41,6%), знания людей о потенциальных неблагоприятных последствиях геофагии для здоровья в целом были довольно низкими. Отмечается также, что к геофагии больше склонны люди с низким уровнем образования и низкой осведомленностью о возможных последствиях геофагии [22].

В исследовании южноафриканских ученых изучались глины, употребляемые в пищу в Камеруне. Было установлено, что глины преимущественно сложены каолинитом и кварцем. В их химическом составе преобладали  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  со средними значениями 48,76 мас. % и 32,12 мас.

% соответственно. Оценка загрязнения показала отсутствие антропогенного загрязнения глин или их умеренное загрязнение (обнаружен Zn в трех образцах). Значения неканцерогенного индекса для тяжёлых металлов (ТМ) свидетельствовали об отсутствии неканцерогенного риска для детей и взрослых, потребляющих глины. Однако индекс канцерогенного риска для Ni и Cr был выше  $10^{-6}$ , что говорит о том, что люди подвержены минимальному канцерогенному риску при потреблении таких глин в пищу [24].

Существует несколько гипотез, объясняющих причины геофагии, но среди них пока не было ни одного, которое можно было бы применить одновременно ко всем группам животных, в том числе к человеку.

В отношении растительноядных млекопитающих была популярна «натриевая» гипотеза. Суть ее в том, что животные, испытывающие недостаток натрия, поступающего в организм с кормом и питьевой водой, вынуждены отыскивать в среде обитания и поглощать не только обогащенные дефицитным элементом растения, но также горные породы и почвогрунты. Однако после детального изучения выяснилось, что в большинстве случаев (их больше 50% среди млекопитающих и 100% у птиц) дефицит натрия не может быть восполнен за счет литогенных веществ, так как в них количества биологически доступных форм этого элемента слишком ничтожны [23].

По другой версии, геофагия и у млекопитающих, и у птиц может быть вызвана желанием нормализовать кислотность в пищеварительном тракте. Такое антацидное действие минеральных веществ может быть обусловлено сорбционным действием поглощаемых минеральных веществ по отношению, например, к фосфору в составе слабокислого электролита в пищеварительном тракте [20].

Третья гипотеза связана с биохимической спецификой иммунной системы организмов животных, определяемой участием в ее работе химических элементов, выполняющих важные биологические функции при реакции организма на раздражители внешней среды. Главный такой

раздражитель – стресс, то есть состояния, когда иммунная система под воздействием внешних факторов не может обеспечить протекание всего спектра биохимических и нервно-психических процессов. Что может быть связано с набором микроэлементов из состава редких и редкоземельных. Все лантаноиды обладают высокой биологической активностью.

Суть гипотезы в том, что животные (как и человек в архаичных условиях жизни) постоянно подвергаются жесткому воздействию различных факторов окружающей среды. Сопrotивляемость организма такому воздействию в значительной мере зависит от устойчивости иммунной системы. Среди особо важных элементов, обеспечивающих работу иммунной системы, находятся In, Sc, La и лантаноиды – Ce, Pr, Nd, Pm, Sm. Повышенные концентрации этих химических элементов регулярно обнаруживаются в местах проявления геофагии [8].

Сама возможность коррекции элементного состава организма через геофагию обусловлена однотипными свойствами, которыми обладают многие гипергенные минералы (формируемые в зоне выветривания горных пород) в плане регуляции физиологических и энергетических процессов в живых организмах. Инстинктивное употребление в пищу дикими животными выветриваемых горных пород связано со сложными реакциями, такими как увеличение адсорбционной и каталитической активности минеральных частиц и зёрен, происходящими под воздействием внутренней среды организма на их поверхности.

Проводятся исследования, подкрепляющие положительное влияние геофагии на животных. Например, в работе группы дальневосточных ученых показано влияние потребления цеолитов на поисковую активность крыс в условиях искусственной инструментальной обстановки при оборонительной мотивации [12]. 46 животных были разделены на контрольную и подопытную группы. Подопытные получали цеолитсодержащий туф Люльинского месторождения (Ханты-Мансийский автономный округ). Крысы помещались в проблемную камеру, через 4 секунды происходило

нанесение болевого раздражения током до 3 мА длительностью 1 с. После этого измерялось время поисковой активности по решению проблемы избегания ударов током.

Выяснилось, что у контрольных животных время выработки рефлекса избегания в 1,5 раза выше. Это доказывает то, что цеолит обладает активирующим влиянием на условно-рефлекторную деятельность.

Результаты, получаемые при изучении геофагии на территориях биосферных заповедников в Приморье, Алтае, на Кавказе касаются особенностей жизни редких видов животных и могут быть полезными при планировании мероприятий по их охране. Кроме того, в нынешних условиях, когда человеческий организм испытывает недостаток необходимых макро- и микроэлементов, изучение феномена геофагии может положительно влиять на улучшение здоровья населения путем понимания процессов и новых препаратов

На основе теоретических разработок в области изучения геофагии (в частности, А.М. Паничева):

- выявлен ряд новых, ранее неизвестных месторождений и перспективных проявлений цеолитов и других природных сорбентов;
- проведена инвентаризация и составлена карта зверовых солонцов-кудюров, часть из которых объявлена памятниками природы;
- созданы первые отечественные лечебно-профилактические пищевые добавки типа «Кудюрит» и «Литовит»;
- расширено применение минеральных пищевых добавок в животноводстве при откорме крупного рогатого скота, свиней, кур, а также в звероводстве при выращивании пушных зверей [10].

## 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках гранта РФФИ № 20-64-47021 «Влияние литолого-геохимической специфики горных ландшафтов Сибири и Дальнего Востока на формирование элементного состава организма млекопитающих» проводился отбор диких и домашних животных в районе реки Малая Сумульта на территории Онгудайского района Республики Алтай (рисунок 1) для изучения химического состава их органов и тканей.



Рисунок 1 – Карта Республики Алтай [48]

### 2.1 Климат

Климат в конкретных частях Онгудайского района сильно зависит от местного рельефа, абсолютной высоты, горных хребтов и долин, крупных рек. Эти факторы особенно сильно влияют на скорость и направление ветров, а также явлений, связанных с ними. Так, если скорость ветра выше 6 м/с (иногда и ниже), то весной и летом возникают суховеи и пыльные бури, а зимой – метели и бураны.

В горных районах преобладающее направление ветра определяется ориентацией долин. Если долина направлена по преобладающему направлению ветра (в случае Онгудайского района это западное зимой и юго-западное летом), то там наблюдается повышение скорости ветра по этому направлению.

Климат Онгудайского района резко континентальный. Среднегодовая температура –  $-1,1^{\circ}\text{C}$ , в январе –  $-22,1^{\circ}\text{C}$ , в июле –  $+16,2^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный минимум температуры в январе –  $-54^{\circ}\text{C}$ , максимум в июле –  $+32^{\circ}\text{C}$ ,

Годовые суммы осадков в районе зачастую достигают 1500-2500 мм. Большая их часть выпадает на хребтах, особенно на осевых частях преимущественно в твердом виде, так как большая часть осадков приходится на весенне-летний и осенний период [48].

## **2.2 Рельеф и ландшафт**

Онгудайский район расположен в центральной части Республики Алтай и занимает около 12 тысяч квадратных километров территории. В его рельефе преобладают горные массивы, на севере располагается Семинский хребет, на западе и юго-западе – Теректинский, на северо-востоке – Сумультинский, а также отроги Северо-Чуйского хребта. В центре района лежит Теньгинская степь, вдоль реки Урсул – Урскульская степь.

Онгудайский район располагается в наиболее приподнятой части Горного Алтая и отличается большой контрастностью ландшафтов и мозаичностью их распространения. Большую площадь занимают высокогорные комплексы с наиболее четко выраженной высотной поясностью растительного и почвенного покровов [6].

Современные геологические процессы продолжают формировать рельеф Онгудайского района: происходит разрушение ровных поверхностей на месте древних гор, так называемого пенеплена, под воздействием движений земной коры.

В междуречьях Урсула и Катуня (500-1200 м) склоны гор довольно пологие, часто незаселенные. Долины этих рек широкие, характерно

меандрирование русел. На высоте 800-1000 метров в Онгудайском районе часто встречаются крупные межгорные котловины.

На осевых частях хребтов (1000 – 1500 м) формируются современные ледники. Характерными для этих высот также являются троговые долины с озерными ваннами, осыпи, морены, кары и карлинги (острые пики).

На высотах 1000-2000 м развивается среднегорный рельеф с массивными скалистыми гребнями. Здесь чаще встречаются склоны, образованные дефлюкцией, а также террасированные долины, в частности долины Катунь и Урсула. Также в среднегорье распространены лога с пологими склонами и плоским дном, подверженные регрессивной эрозии [6].

### **2.3 Геология**

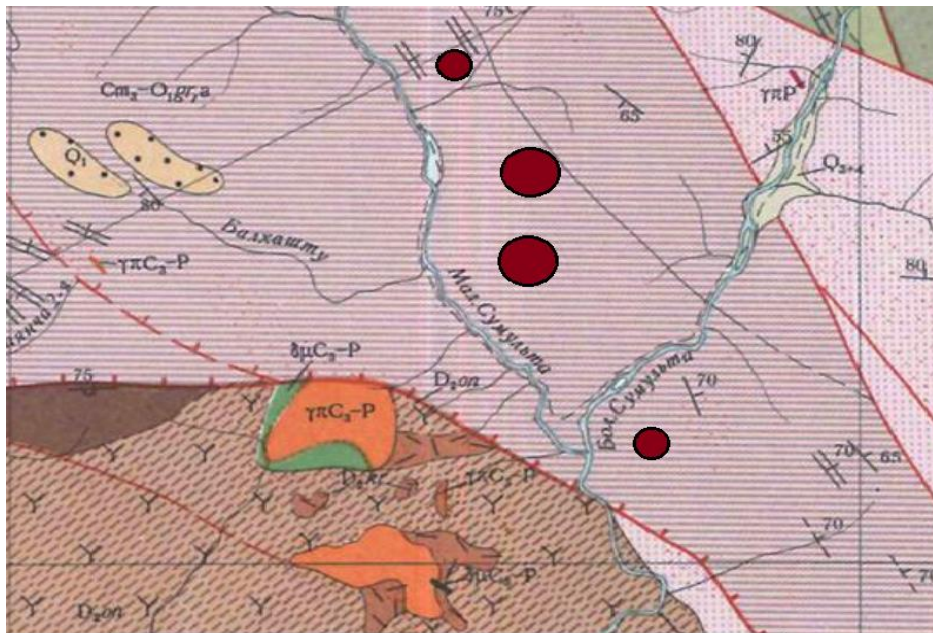
В геологическом строении Онгудайского района принимают участие разновозрастные комплексы горных пород магматического, осадочного и метаморфического генезиса (рис. 2).

К верхнему протерозою относятся две группы пород, различных по составу и структурным взаимосвязям с остальными толщами. К первой группе относятся метаморфизованные породы, образованные преимущественно по тонкозернистым терригенным толщам (песчаникам, алевролитам).

Выше по разрезу в Онгудайском районе располагаются зеленокаменные толщи основных эффузивов с подчиненными им осадочными, преимущественно кремнистыми породами.

Отложения ордовикской системы, представленные карбонатными и карбонатно-обломочными породами, развиты на ограниченных площадках. Характерным для ордовика в целом являются возрастные роли карбонатных пород снизу вверх по разрезу, что выражается в преобладании, за редким исключением, число терригенных пород в нижнем ордовике и наличием с терригенными породами, известковистых сланцев, прослоев мергелей и известняков в средне и верхнеордовикских отложениях.





У С Л О В Н Ы Е   О Б О З Н А Ч Е Н И Я

**Сумультинские кудюры**

- Основные кудюры
- Второстепенные кудюры

**Четвертичная система**

- Q<sub>3+4</sub> Верхний и современный отделы. Отложения низких и средних террас (ниже 60м). Аллювиальные, пролювиальные, флювио-гляциальные валунники, галечники, пески, глины
- Q<sub>1</sub> Нижний отдел. Существенно древние пролювиальные и делювиальные отложения. Суглинисто-щебневые и суглинисто-галечниковые массы

**Девонская система**

- D<sub>2on</sub> Онгудайская свита. Порфириты плагиоклазовые и пироксеновые, туфы, конгломераты, песчаники, алевролиты, сланцы
- D<sub>1kr</sub> Каракудюрская свита. Пестроцветные песчаники, конгломераты, алевролиты, сланцы
- C<sub>3</sub>-O<sub>1</sub>gr<sub>2</sub> Горно-алтайская свита. Верхняя подсвита. Пестроцветные песчаники, алевролиты, сланцы, конгломераты
- C<sub>3</sub>-O<sub>1</sub>gr<sub>1</sub> Горно-алтайская свита. Нижняя подсвита. Метаморфизованные сланцы, алевролиты, песчаники и кремнистые сланцы.
- C<sub>3</sub>-O<sub>1</sub>gr<sub>1</sub>b-верхняя пачка. Метаморфизованные глинистые и мергелистые сланцы, алевролиты, песчаники, кремнистые сланцы.
- C<sub>3</sub>-O<sub>1</sub>gr<sub>1</sub>a-нижняя пачка. Метаморфизованные глинистые и мергелистые сланцы, алевролиты, песчаники

**Интрузивные образования**

**Пермо-Карбоновые**

- δμC<sub>3</sub>-P Диорит-порфириты, микродиориты, лабрадоровые и пироксен-плагиоклазовые порфириты, лампрофиты, кварцевые диорит-порфириты, их дайки
- γC<sub>3</sub>-P Гранодиорит-порфиры, гранит-порфиры, кварцевые порфиры и фельзиты, кварцевые альбитофчы, их дайки

**Вулканогенные образования**

- Лавы смешанного состава
- Существенно кислые лавы

**Четвертичные образования**

- Пролувиальные и делювиальные отложения

- Линии тектонического контакта главные установленные и предполагаемые с указанием направления падения поверхности сместителя
- Линии тектонического контакта второстепенные установленные и предполагаемые с указанием направления падения поверхности сместителя

Рисунок 2 – Геологическая карта Республики Алтай с отмеченными кудюрами [36]



Нижнесилуирские отложения в пределах Онгудайского района распространены там же, где и средне верхнеордовикские отложения, с которыми они тесно связаны. Представлены они конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами и известняками. Мощность ордовикских и силурийских отложений достигает 2000 – 3000 м.

Нижний девон характеризуется сероцветным и красноцветным терригенными образованиями. Средний и верхний девон насыщен эффузивами дацит-липаритового и дацит-андезитского состава. Мощность девона от 300 – 500 до 3000 м.

Широко распространены небольшие тела субвулканических интрузий, пространственного и генетически связанные с эффузивами разного состава и возраста, а также малые интрузии (дайки) [13].

Начало плейстоцена отмечено в Онгуде накоплением бурых щебнистых глин башкаусской свиты, вероятно, являющейся аналогом кочковской свиты равнинных территорий. Специфической особенностью этих свит является обилие продуктов перемыва коры выветривания. Мощность отложений башкаусской свиты достигает 200 – 300 м.

#### **2.4 Почвы**

В связи с горным расположением района разделение типов почв подчиняется высотной поясности. При этом выделяется три почвенных пояса, которые постепенно сменяют друг друга. Первый – горно-лесные и лесостепные почвы, расположенные в низкогорьях. Второй – горно-лесные почвы среднегорий и высокогорий. И третий – горно-тундровые и горно-луговые почвы непосредственно на высокогорьях. В их пределах отдельно выделяют почвы межгорных котловин и речных долин.

Пояс горно-лесных и лесостепных почв низкогорий охватывает районы на высотах от 200 до 800 м. Основной тип почв здесь – горно-лесные дерново-глубокоподзоленные и серые, поскольку этим почвам благоволит тёплый климат и подстилающие бескарбонатные суглинки и глины. Их профиль состоит из горизонтов маломощной лесной подстилки (0-2 см);

белесо-бурой глееватой суглинистой почвы (50-70 см); иллювиального горизонта, сложенного коричневато-бурыми глинистыми почвами, мощностью 130-150 см.

Пояс горно-лесных почв среднегорий и высокогорий располагается на высотах 800-2200 м. Конкретный тип почв зависит от локальных условий: влажность, температуры, тип горных пород и т.д. Отдельные участки почв здесь перемежаются с осыпями и обнажениями горных пород. Под разными видами лесов (кедровые, кедрово-лиственные и лиственные) располагаются и различные виды почв, также отдельные почвы выделяются для полукустарников и травяного покрова. Но все они характеризуются сильной ненасыщенностью основания, имеют кислую реакцию среды и содержат в верхних слоях мощностью 3-5 см много полуразложившихся растительных остатков и глубокого гумуса [13].

Пояса горно-тундровых и горно-луговых почв высокогорий находятся на высотах 1600-3000 м – это самые высокие части местных плоскогорий. Среди типов почв встречаются как примитивные, так и хорошо развитые горно-тундровые и горно-луговые почвы. Это обуславливается сложнейшей комбинацией факторов почвообразования, влияющей на физико-химические и морфологические свойства почв. Почвы высокогорий в основном формируются в холодном и влажном климате при выраженных резких скачках температуры, а также под самыми разными объединениями тундровой, субальпийской и альпийской растительности, особенно на резко наклонённых склонах [48].

Горно-тундровые почвы обычно слабо дифференцированы, маломощны, обладают преимущественно каменным профилем. Относительно небольшие районы заняты слаборазвитыми горно-тундровыми почвами при широком распространении хорошо развитых почв. В верхних органогенных горизонтах накапливается большое количество плохо разложившихся растительных остатков (50-80%) и грубого гумуса фульватного состава (до 9-20%).

Горно-луговые альпийские и субальпийские почвы характеризуются наличием хорошо выраженного дернового горизонта. Почвенный покров высокогорья Онгудайского района выглядит мозаичным, из-за сочетания разных типов альпийских почв. Вдобавок к этому, почвы по-разному развиваются на неодинаковых поверхностях: на крутых южных склонах покровы фрагментируются, обнажая коренные породы, на пологих склонах чаще развивается сплошной почвенный покров, на котором произрастает растительность, делающая альпийский пояс района привлекательным пастбищем для диких и домашних животных [48].

## **2.5 Гидрография**

Катунь – самая крупная река, протекающая на территории Онгудайского района. Её истоки находятся на южном склоне Катунского хребта у горы Белухи. Огибая хребет, река круто поворачивает на север и на 680 км от истоков сливается с рекой Бией. Основные притоки Катуня – это реки Урсул, Кураган, Аргут, Кокса, Мульта, Чуя, Иша. Кроме того, в Онгудайском районе насчитывается более 140 озер, самое крупное из которых – Теньгинское [48].

Самая низкая средняя температура наблюдается у рек с ледниковым питанием – это 3-5°C. Лёд же образуется обычно в самом начале октября. Перед ледоставом на реках возникает внутриводный лёд. Сам ледостав устанавливается в период между 27 сентября и 27 ноября. Как правило, к концу ноября мощность льда составляет 10-50 см. Ледоход на реках продолжается от 2 дней до целого месяца. К концу ледостава (обычно конец марта) толщина льда составляет 20-280 см. Вскрываются реки обычно в апреле, редко в конце марта. Продолжается ледоход до 23 дней, при этом на реках в наиболее узких местах русла скапливается шуга (рыхлые скопления льда), которая становится причиной заторов и зажоров, вследствие чего поднимается уровень воды. Зажоры устраняются в конце апреля – начале мая [13].

## 2.6 Флора и фауна

Фауна района богата и разнообразна. Древесно-кустарниковая растительность служит постоянным источником вечного корма, хвои для лесных копытных: лося, марала, косули, кабарги. Почти повсеместно в степных и лесостепных районах встречается лисица и волк.

Самый крупный представитель отрядов хищников – бурый медведь. Это типичный обитатель больших хвойных лесов и лесных массивов.

Не менее типична для тайги Онгудайского района также и рысь, предпочитающая держаться в высокогорных лесах с подлеском и буреломом. Питается рысь чаще всего зайцами, мышевидными и прочими грызунами.

Среди мелких хищников распространены куньи – солонгой, американская норка, ласка, горноста́й, колонок, обыкновенная куница.

Видовой состав птиц немногочислен. Чаще всего можно встретить полевого и степного жаворонка, степного конька. Из хищных птиц наиболее часто встречаются степной лунь и карликовый сокол.

Главной закономерностью, по которой ранжируется растительность в Онгудайском районе (как и во всём Алтае) является высотная поясность, во всей полноте выражающаяся здесь. Степи располагаются на южных склонах гор и у их подножий, а также в долинах рек. Они пересекаются с парковыми лиственничными лесами и лиственничными же перелесками. Та же лиственница вместе с берёзой произрастают на северных склонах горных хребтов. На высоте 1,5 км они сменяются кедром. Сами леса перемежаются с субальпийскими лугами, иногда группируясь в небольших количествах, растворяясь в луговой растительности.

Вершины хребтов с высоты 1800-2000 м занимает растительность высокогорного пояса: субальпийские, альпийские луга и высокогорная тундра. Пояс высокогорной растительности сплошь занимает большие пространства верхних частей склонов, а выше поднимаются скалы с редкими экземплярами растений, преимущественно обитающими только на них [6].

## 2.7 Сумультинские кудюры

В блоково-складчатых горах с преобладанием осадочно-метаморфических пород, к которым относится территория Республики Алтай, большинство литоморфных кудюров возникают по рыхлым тонкодисперсным минеральным комплексам элювиального и аллювиального происхождения. Первичные кудюриты как правило формируются в пределах линейных и узловых тектонически обусловленных зон избирательного выветривания. Это могут быть глинистые или глинисто-алевритовые элювии. Кудюры по алевритовым кварц-хлорит-гидрослюдистым элювиям, иногда с карбонатами, в горах южной Сибири обычно формируются вдоль тектонически обусловленных зон избирательного выветривания в протерозойских и палеозойских сланцевых толщах. Не менее широко на Алтае распространены переотложенные скопления кудюритов в виде бесформенных «обрывков» и вполне «читаемых» реликтов дочетвертичных террас и конусов выноса – остатков бывших долинных и склоновых рыхлых чехлов [10].

Сумультинские кудюры, расположенные на изучаемой территории, приурочены к осадочным породам горноалтайской серии, наиболее характерными из которых являются зелёные сланцы. Все они находятся в логах на крутых южных или юго-западных склонах. По предположению алтайских учёных слагающие породы подвержены выветриванию за счёт повышенного увлажнения и интенсивного облучения солнечной радиацией (инсоляции). Сами же солонцы представлены глинистым элювием этих сланцев, содержащим слюдистые (глинистые) минералы, такие как серицит, хлорит, монтмориллонит и др., являющиеся природными сорбентами и ионнообменниками.

### 3. МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 3.1 Отбор и подготовка проб

В рамках исследования в Онгудайском районе Республики Алтай были отобраны пробы органов и тканей алтайского марала (*Cervus elaphus sibiricus* S., 1873), дикого кабана (*Sus scrofa scrofa* L., 1758) и свиньи домашней (*Sus scrofa domesticus* E., 1777). Отбор был проведён сотрудниками ОГ ИШПР Томского политехнического университета Барановской Натальей Владимировной и Беляновской Александрой Игоревной совместно с сотрудником Тихоокеанского географического института ДВО РАН (г. Владивосток) Серёдкиным Иваном Владимировичем. Карта с местами отбора животных представлена на рисунке 3.

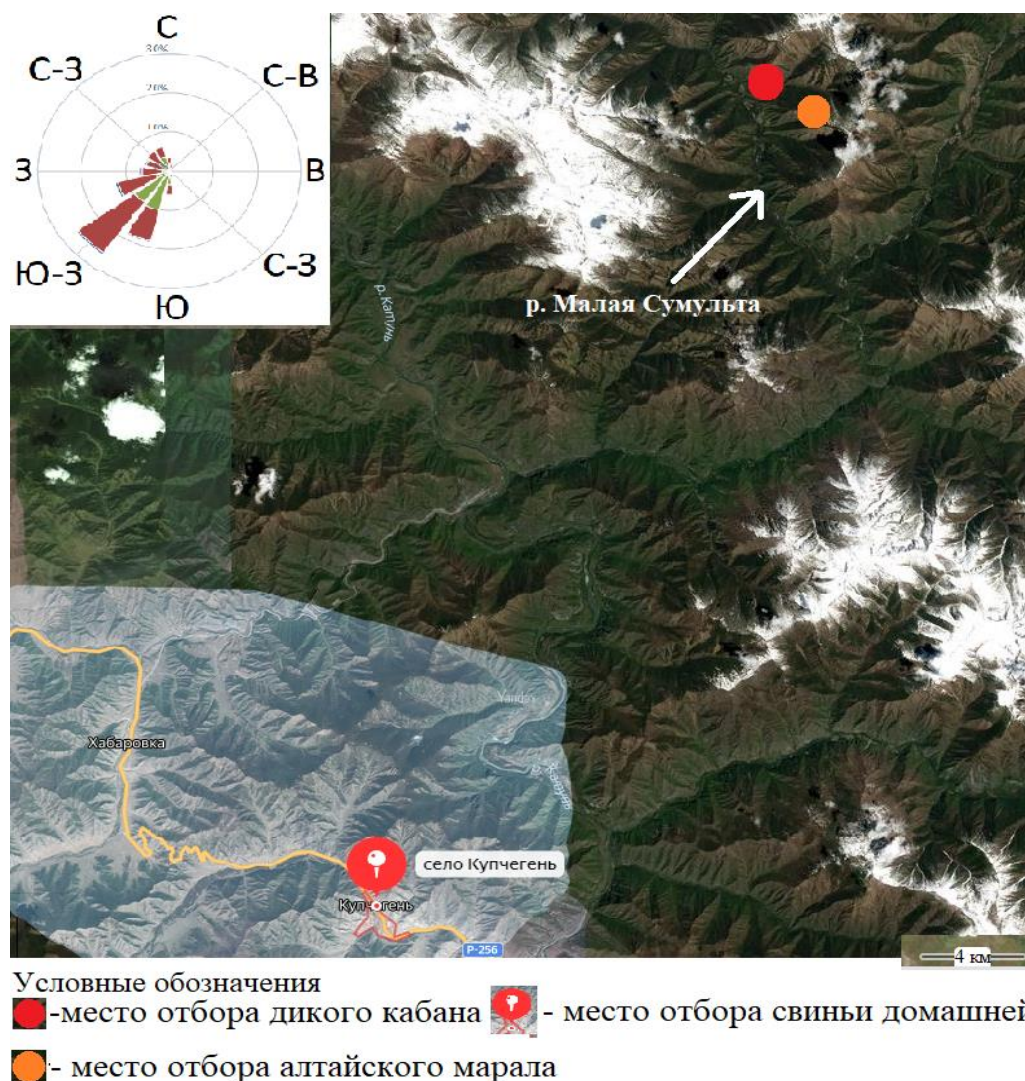


Рисунок 3 – Карта отбора проб органов и тканей диких и домашних ЖИВОТНЫХ

Отобранные органы и ткани животных замораживались для предотвращения разложения и транспортировались в НИ ТПУ, где все материалы просушивались в сушильном шкафу при температуре 60°C. После просушивания органы и ткани животных отправлялись непосредственно на пробоподготовку для последующего анализа методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС). От просушенных проб отделялся небольшой по размеру образец, который в дальнейшем измельчался в агатовой ступке до максимально возможной мелкой фракции, после чего проводилось взвешивание образца в подписанной пробирке. Для анализа ИСП-МС требуется навеска материала равная 200 мг. Все работы проводились в перчатках. Перчатки и все задействованные инструменты (ступки, пинцеты) регулярно обрабатывались спиртом для исключения загрязнения проб. Схема пробоподготовки представлена на рисунке 4.

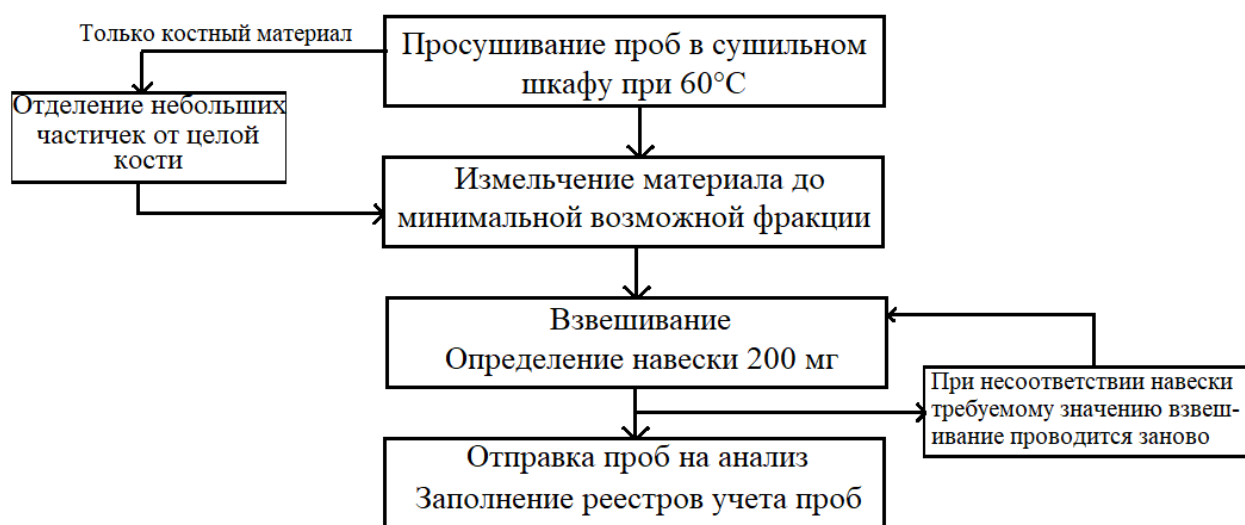


Рисунок 4 – Схема пробоподготовки органов и тканей животных для анализа ИСП-МС

Всего при исследовании было отобрано и проанализировано 32 пробы органов и тканей алтайского марала, 27 проб – дикого кабана и 35 – свињи домашней.

### 3.2 Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой

Элементный состав органов и тканей отобранных животных изучался методом ИСП-МС в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии НИ ТПУ (зав. лабораторией к.г.-м.н. Хвощевская А.А.).

ИСП-МС является одним из наиболее универсальных методов анализа элементного состава вещества. Этот метод предназначен для анализа жидких, твердых и газообразных проб с обширным спектром применений: экология, медицина, биология, геология, геохимия и др. ИСП-МС позволяет определять элементы с атомной массой от 7 до 250, то есть от Li до U.

Для того, чтобы проанализировать твёрдую пробу органической ткани (а также пробы крови) методом ИСП-МС, необходимую навеску материала помещают во фторопластовый цилиндр, приливают в него 0,2–1,0 мл концентрированной азотной кислоты, накрывают защитной лабораторной пленкой и помещают в термоблок, разогретый до температуры 115 °С. Чтобы проба растворилась целиком, достаточно выдержать её 0,5–1,0 ч. Растворенный образец переносят в мерную полипропиленовую пробирку, троекратно смывая со стенок цилиндра, и доводят деионизованной водой до 10 мл. Герметично закрывают защитной лабораторной пленкой, перемешивают и передают на анализ [42].

Пределы обнаружения химических элементов как одна из основных характеристик анализа ИСП-МС приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Пределы обнаружения химических элементов, мг/кг

Предел обнаружения	Элементы
не установлен	Na, Mg, Si, S, Cl, K, Ca, Fe, I, Hg
0,07	P
0,025	Br
0,005	Se
0,002	B, Al, Sc, Ti, V, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Sr
0,0005	Te
0,0002	Li, Mn, Ga, Ge, Zr, Mo, Sn, Ba, Pb
0,0001	Be, Co, Rb, Y, Nb, Pd, Ag, Cd, In, Sb, W
0,00005	Ru, Rh, Cs, La, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Re, Os, Ir, Pt, Au, Tl, Th, U



### 3.3 Методика обработки данных

Для выполнения поставленных перед работой задач результаты анализа методом ИСП-МС подверглись статистической обработке с помощью программ Statistica и Microsoft Excel. В начале выполнения анализа было принято решение об использовании медианных значений в качестве отображения средних концентраций химических элементов. Это связано с высокой степенью дифференциации накопления химических элементов в различных органах и тканях живых организмов. В свою очередь, при анализе это подтверждается высокими коэффициентами вариации у большинства химических элементов.

В ходе работы были рассчитаны медианные значения и коэффициенты вариации (V) химических элементов для каждого исследуемого животного. Кроме того, были построены корреляционные матрицы и графические ассоциации элементов на их основе, проведены кластерный и многофакторный анализы.

Для удобства оперирования данными при некоторых анализах органы и ткани всех исследуемых животных были разделены по системам (таблица 2).

Таблица 2 – Разделение органов по системам для исследуемых животных

<b>Животное</b> <b>Система</b>	<b>Марал алтайский</b>	<b>Кабан дикий</b>	<b>Свинья домашняя</b>
<b>Центральная нервная</b>	спинной мозг	-	головной, мозг, спинной мозг
<b>Покровная</b>	глаз, ухо, кожа	ухо, кожа	глаз, ухо, кожа, шерсть
<b>Опорно-двигательная</b>	бедренная мышца, бедренная кость, зубы, диафрагма	бедренная мышца, диафрагма	копыто, бедренная мышца, бедренная кость, атлант, диафрагма
<b>Дыхательная</b>	трахея, бронх, лёгкое	трахея, бронх, лёгкое	трахея, бронх, лёгкое
<b>Кровеносная</b>	сердце, кровь, костный мозг, селезёнка, печень	сердце, кровь, селезёнка, печень	сердце, костный мозг, селезёнка, лимфоузел
<b>Эндокринная</b>	-	-	щитовидная железа,

			молочная железа
<b>Пищеварительная</b>	<b>язык, пищевод, рубец, сетка, книжка, тонкая кишка (начало, середина, конец), слепая кишка, ободочная кишка (начало, середина, конец), прямая кишка</b>	<b>язык, пищевод, желчный пузырь, поджелудочная железа, желудок, тонкая кишка (начало, середина, конец), слепая кишка, ободочная кишка (начало, середина, конец), прямая кишка</b>	<b>язык, пищевод, желчный пузырь, желудок, тонкая кишка (начало, середина, конец), слепая кишка, ободочная кишка (начало, середина, конец), прямая кишка</b>
<b>Мочеполовая</b>	<b>почка, мочевой пузырь, семенник</b>	<b>почка, мочевой пузырь, семенник</b>	<b>матка, почка, мочевой пузырь, яичник</b>

Примечание: жирным выделены органы, анализированные для каждого из трёх животных.

Для каждой системы органов были построены геохимические ряды на основании коэффициентов концентрации ( $K_k$ ), которые рассчитывались по формуле:

$$K_k = \frac{C}{C_m}, \quad (1)$$

где  $C$  – содержание химического элемента в системе органов,  $C_m$  – содержанию этого элемента во всём организме.

По  $K_k$  также были определены органы-концентраторы химических элементов.

С целью оценки факторов места обитания и питания на формирование элементного состава организмов животных было проведено сравнение концентраций химических элементов в органах и тканях, которые были отобраны у всех трёх экземпляров. Количество таких органов – 22.

## 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Данная выпускная работа проведена с целью определения особенностей элементного состава организма диких и домашних животных и влияния на него феномена геофагии. Объектом изучения являлись органы и ткани животных, отобранных в районе р. Малая Сумульта (Онгудайский район, Алтайский край). Результаты исследования могут быть использованы при дальнейшем изучении феномена геофагии.

В этой главе рассмотрена коммерческая привлекательность проводимого исследования, оценен его коммерческий потенциал и актуальность проведения, а также проведено планирование работ в ходе исследования. Выполнение этих действий с точки зрения коммерческой ценности исследования является основополагающим фактором при поиске источников финансирования для проведения самого исследования и коммерциализации его результатов.

### 5.1. Предпроектный анализ

#### 5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

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

В данном проекте сегментами рынка являются:

- Научно-исследовательские организации, университеты;
- Фармакологические и ветеринарно-фармакологические предприятия;
- Граждане.

#### 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку

сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В данном научном исследовании анализируется элементный состав организма диких и домашних животных.

В таблице 10 приведена оценка конкурентов, где Ф – разрабатываемый проект, к1 – исследование, проведенное инженером-экологом в научно-исследовательском институте, к2 – исследование, проведенное организацией, которая занимается добычей золота.

Таблица 10 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Повышение производительности	0,14	5	4	3	0,7	0,56	0,42
2. Точность	0,18	5	5	4	0,9	0,9	0,72
3. Скорость	0,15	4	3	5	0,6	0,45	0,75
4. Технологичность	0,15	5	4	4	0,75	0,6	0,6
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48
2. Цена	0,14	5	3	4	0,7	0,42	0,56
3. Время	0,12	4	3	5	0,48	0,36	0,6
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>33</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>4,73</b>	<b>3,77</b>	<b>4,13</b>

Критерии оценки подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

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

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i ,$$

где: К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Проведенный анализ конкурентоспособности демонстрирует, что выбранное исследование превосходит конкурентные по всем техническим и экономическим критериям кроме скорости, а соответственно и времени, затрачиваемого на проведение проекта.

### 5.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, применяющийся для изучения внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в 3 этапа.

Первый этап – описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде (таблица 11).

Таблица 11 – Матрица SWOT-анализа

<b>Сильные стороны</b> С1. Низкая себестоимость исследования; С2. Низкая степень погрешности при анализе; С3. Наличие квалифицированного персонала; С4. Наличие необходимого оборудования.	<b>Слабые стороны</b> Сл1. Отсутствие бюджетного финансирования; Сл2. Длительный и трудоемкий процесс анализа; Сл3. Необходимость обработки большого объема информации.
<b>Возможности</b> В1. Участие в геоэкологических проектах и грантах; В2. Развитие спроса; В3. Повышение рабочей квалификации персонала; В4. Использование результатов в работах студентов ТПУ.	<b>Угрозы</b> У1. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства У2. Текущее отсутствие спроса на новые исследования; У3. Высокая конкуренция методов анализа.

Второй этап – выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 12. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+
	B3	-	+	+	+
	B4	-	+	+	+
Слабые стороны проекта					
Возможности		Сл1	Сл2	Сл3	
	B1	+	-	-	
	B2	+	-	-	
	B3	+	+	+	
	B4	-	+	+	
Сильные стороны проекта					
Угрозы		C1	C2	C3	C4
	У1	+	-	+	+
	У2	-	-	+	+
	У3	+	+	+	+
Слабые стороны проекта					
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	
	У1	+	+	-	
	У2	+	0	+	
	У3	0	+	+	

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 13).

Таблица 13 –SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
	С1. Низкая себестоимость исследования; С2. Низкая степень погрешности при анализе; С3. Наличие квалифицированного персонала; С4. Наличие необходимого оборудования.	Сл1. Отсутствие бюджетного финансирования; Сл2. Длительный и трудоемкий процесс анализа; Сл3. Необходимость обработки большого объема информации.
<b>Возможности</b> В1. Участие в геоэкологических проектах и грантах; В2. Развитие спроса; В3. Повышение рабочей квалификации персонала; В4.Использование результатов в работах студентов ТПУ.	Возможное увеличение спроса на подобные исследования в силу увеличивающейся обеспокоенности общества об экологической обстановке в мире	Дополнительный спрос может быть незначительным, в силу трудоемкости выполнения отбора материала для анализа и отсутствия бюджетных средств
<b>Угрозы</b> У1. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства У2. Текущее отсутствие спроса на новые исследования; У3. Высокая конкуренция методов анализа.	Исследование слабо зависит от внешних условий, так как его сильные стороны имеют большее значение для получения результатов	Высокая конкуренция, так как существуют другие методики анализа данных подобного плана.

### 5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для оценки степень готовности проекта к коммерциализации заполняется специальная форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (таблица 14).

Каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но без уверенности в качестве, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает 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.

Таблица 14 – 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	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	2	2
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	5
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3

Таблица 14. Продолжение

10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	5	5
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	60	57

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

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i,$$

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 разработка является перспективной (60-75 баллов), а уровень имеющихся знаний у разработчика выше среднего (45-59 баллов). Разработчику следует нарастить уровень компетенции в области стратегического планирования реализации своей разработки.

### **5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования**

Для коммерциализации результатов, проведенного исследования будет использоваться метод передачи интеллектуальной собственности. Передача интеллектуальной собственности будет производиться в уставной капитал заинтересованного учреждения или государства. Данный метод коммерциализации наиболее оптимален в отношении данного проекта.



## 5.2 Инициация проекта

В рамках процессов инициации проекта определяются изначальные цели и содержание, фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта (таблица 15).

Таблица 15 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Научный исследовательский Томский политехнический университет	Выпуск высококвалифицированных специалистов
Российский научный фонд	Получение результатов в перспективном направлении исследований

В таблице 16 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

Таблица 16 – Цели и результат проекта

<b>Цели проекта</b>	Определение особенностей элементного состава организма диких и домашних животных в районах развития геофагии (Республика Алтай)
<b>Ожидаемые результаты проекта</b>	Выявление влияния феномена геофагии на элементный состав организмов животных
<b>Критерии приемки результата проекта</b>	Обоснование тех или иных факторов, влияющих на формирование элементного состава организмов животных
<b>Требования к результату проекта</b>	<b>Требование:</b>
	Подготовка проб для анализа ИСП-МС с передачей в лабораторию
	Проведение статистической обработки данных; Выявление факторов, влияющих на элементный состав живых организмов

В таблице 17 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 17 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Соктоев Б.Р., НИ ТПУ, доцент ОГ ИШПР	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	200

Продолжение таблицы 17

2.	Стрепетов Д.А., магистрант гр. 2ГМ01 ОГ ИШПР	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, пробоподготовка, анализ лабораторных данных, написание работы	800
ИТОГО:				1000

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 18).

Таблица 18 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	1408983,4
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	10.10.2021-31.05.2022
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	15.10.2021
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2022

### 5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения 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 проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

#### 5.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рисунок 22).



Рисунок 22 – Иерархическая структура работ

### 5.3.2 План проект

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (таблицы 19, 20).

Таблица 19 – Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	6	04.10.21	10.10.21	Стрепетов Д.А., Соктоев Б.Р.
Согласование плана работ	4	11.10.21	15.10.21	Стрепетов Д.А., Соктоев Б.Р.
Литературный обзор	76	16.10.21	31.12.21	Стрепетов Д.А.
Пробоподготовка к анализу	30	01.01.22	31.01.22	Стрепетов Д.А.
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	42	01.02.20	15.03.22	Стрепетов Д.А., Соктоев Б.Р.
Написание отчета	76	16.03.22	31.05.22	Стрепетов Д.А.
Итого:	239			

Таблица 20 – Календарный план-график проведения работы

№ работ	Вид работ	Исполнитель	Т, кал, дн.	Продолжительность выполнения работ																							
				2021									2022														
				октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Утверждение темы магистерской диссертации	Стрепетов Д.А., Соктоев Б.Р.	6	■																							
2	Согласование плана работ	Стрепетов Д.А., Соктоев Б.Р.	4	■	▨																						
3	Литературный обзор	Стрепетов Д.А.	76			▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨															
4	Пробоподготовка к анализу	Стрепетов Д.А.	30									▨	▨	▨													
5	Обработка полученных данных и обсуждение результатов	Стрепетов Д.А., Соктоев Б.Р.	42												▨	▨	▨	▨	▨								
6	Написание отчета	Стрепетов Д.А.	76																		▨	▨	▨	▨	▨	▨	

Условные обозначения:



– студент



– научный руководитель

## 5.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие статьи:

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Специальное оборудование для научных работ;
3. Заработная плата;
4. Отчисления на социальные нужды;
5. Научные и производственные командировки;
6. Накладные расходы.

*Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов).* В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов и комплектующих изделий, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 21).

Таблица 21 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Маркер	1	60,0	60,0
Этикет-лента	1	100,0	100,0
Пластиковая пробирка, 50 мл	32	27,0	864,0
Молоток	1	400,0	400,0
Нефритовая ступка с пестиком	1	1200,0	1200,0
Перчатки одноразовые	10	20,0	200,0
Спирт этиловый, 200 мл	1	126,0	126,0
Вата медицинская	1	122,0	122,0
Всего за материалы			3232,0
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)			96,96
<b>Итого по статье</b>			<b>3328,96</b>

*Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.* В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 22).

Таблица 22 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Электронные весы	1	25000,0	25000,0
2	Компьютер	1	30000,0	30000,0
3	Программное обеспечение MicrosoftOffice	1	5990,0	5990,0
4	Statistica	1	20000	20000
<b>Итого, руб.:</b>				80990

*Расчет основной заработной платы.* В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя проекта рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб},$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_{раб}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где:  $Z_{\text{м}}$  – 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;

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

Расчет заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта проведен с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 23.

Таблица 23 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	99	99
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	24	24
- отпуск	14	14
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	212	212

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} * (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}},$$

где:  $Z_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Согласно информации сайта Томского политехнического университета, должностной оклад (ППС) доцента кандидата наук в 2021 году без учета РК составил 33664 руб. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 24.

Таблица 24 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	З <sub>б</sub> , руб.	k <sub>пр</sub>	k <sub>д</sub>	k <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> , руб	З <sub>дн</sub> , руб.	T <sub>р</sub> , раб. дн.	З <sub>осн</sub> , руб.
Руководитель	33664	1	0,02	1,3	44638,46	2374,4	212	497318,7
Магистрант	3371	-	-	1,3	4469,95	236,15	212	50063,4

*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).

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

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} * k_{\text{доп}}, \text{ где}$$

Z<sub>доп</sub> – дополнительная заработная плата, руб.;

k<sub>доп</sub> – коэффициент дополнительной зарплаты (10%);

Z<sub>осн</sub> – основная заработная плата, руб.

В таблице 25 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 25 – Зарботная плата исполнителей НТИ

Зарботная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	497318,7	50063,4
Дополнительная зарплата	49731,8	5006,3
Итого по статье С <sub>зп</sub>	<b>547050,5</b>	<b>55069,7</b>

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

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \text{ где}$$

k<sub>внеб</sub> – коэффициент отчисления на уплату во внебюджетные фонды (0,3).



Отчисления на социальные нужды руководителя и исполнителя составляют соответственно:

$$C_{\text{внебР}} = 0,3 \cdot 547050,5 = 164115,1 \text{ рублей};$$

$$C_{\text{внебИ}} = 0,3 \cdot 55069,7 = 16520,9 \text{ рублей.}$$

$$C_{\text{внеб}} = 164115,1 + 16520,9 = \text{рублей.}$$

*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.

Затраты на научные и производственные командировки составили 60212 рублей.

*Накладные расходы.* Расчет накладных расходов руководителя и исполнителя проведен по формуле:

$$C_{\text{наклР}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot (497318,7 + 49731,8) = 437640,4$$

$$C_{\text{наклИ}} = 0,8 \cdot (50063,4 + 5006,3) = 44055,8$$

где  $K_{\text{накл}}$  – коэффициент накладных расходов принят 0,8.

Таким образом, общие накладные расходы составили 481696,2.

Суммарные затраты исследования представлены в таблице 26.

#### **5.4.1 Организационная структура проекта**

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 23.

Таблица 26 – Затраты научно-исследовательской работы

Вид исследования	Затраты по статьям									
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Доп-аязаработнаяплата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Данное исследование	3328,96	80990	547382,1	54738,1	180636	60212	-	-	481696,2	<b><u>1408983,4</u></b>
Аналог	4000	200000	765347,6	76534,7	259732,1	84188,2	126560	-	673505,6	2189868,2

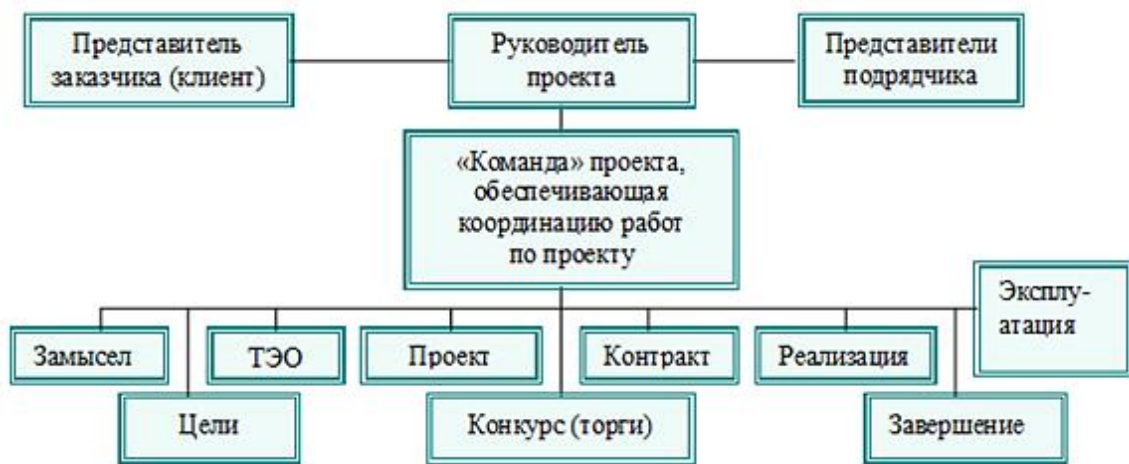


Рисунок 23 – Проектная структура проекта

### 5.4.2 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 27).

Таблица 27 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	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

### 5.4.3 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 28.

Таблица 28 – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Неточность метода анализа	1	5	Низкий	Внешний и внутренние анализы	Низкая точность метода анализа

2	Погрешность расчетов	3	5	Высокий	Пересчет, проверка	Невнимательность
3	Отсутствие интереса к результатам исследования	1	3	Низкий	Привлечение предприятий, публикация результатов	Отсутствие результатов исследования

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

### 5.5.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

Особенностью принципа денежных потоков является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому при анализе инвестиций 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:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0$$

где:  $ЧДП_{опt}$  – 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 29. При расчете рентабельность проекта составляла 20-25 %, норма амортизации - 10 %.

$$Ag = C_{перв} * Na / 100, \quad \text{себестоимость} = 1408983,4 \text{ р.},$$

$$\text{Выручка} = \text{себестоимость} * 1,25 = 1761229,3 \text{ рублей.}$$

Таблица 29 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	<b>1761229,3</b>	<b>1761229,3</b>	<b>1761229,3</b>	<b>1761229,3</b>
2	Итого приток, руб.	0	1761229,3	1761229,3	1761229,3	1761229,3
3	Инвестиционные издержки, руб.	-1408983,4	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб. (35% от бюджета)	0	616430,3	616430,3	616430,3	616430,3
5	Налогооблагаемая прибыль (1-4)	0	1144799,0	1144799,0	1144799,0	1144799,0
6	Налоги 20 %, руб.	0	228959,8	228959,8	228959,8	228959,8
8	Чистая прибыль, руб. (5-6)	0	915839,2	915839,2	915839,2	915839,2
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб. (чистая прибыль + амортизация)	-1408983,4	1056737,5	1056737,5	1056737,5	1056737,5
10	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1	<u>0,833</u>	<u>0,694</u>	<u>0,578</u>	<u>0,482</u>
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб. (9*10)	-1408983,4	<b>880262,3</b>	<b>733375,8</b>	<b>610794,3</b>	<b>509347,5</b>
12	$\sum$ ЧДД		<b>2733779,9 руб</b>			
12	<b>Итого NPV</b>		<b>1324796,5 руб.</b>			

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1 + i)^t}$$

где:  $i$  – ставка дисконтирования, 20 %;

$t$  – шаг расчета.

Показатель NPV составил 1324796,5 рублей ( $NPV > 0$ ), следовательно, проект оказывается эффективным.

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:

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

где: ЧДП - чистый денежный поток, руб.;

$I_0$  – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{2733779,9}{1408983,4} = 1,94$$

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

Внутренняя ставка доходности (IRR). Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та 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 30 и на рисунке 24.

Таблица 30 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименован	0	1	2	3	4	NPV, руб.
---	------------	---	---	---	---	---	-----------

	ие показателя						
1	Чистые денежные потоки, руб.	-1408983,4	1056737,5	1056737,5	1056737,5	1056737,5	
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	-1408983,4	960574,4	872865,2	793609,9	721751,7	1939817,7
	0,2	-1408983,4	880262,3	733375,8	610794,3	509347,5	1324796,5
	0,3	-1408983,4	812631,1	625588,6	480815,6	369858,1	879910,0
	0,4	-1408983,4	754510,6	538936,1	384652,5	274751,8	543867,5
	0,5	-1408983,4	704843,9	469191,5	311737,6	209234,0	286023,6
	0,6	-1408983,4	660460,9	412127,6	257844,0	161680,8	83130,0
	0,7	-1408983,4	621361,7	354007,1	214517,7	118354,6	-100742,4
	0,8	-1408983,4	587546,1	326531,9	180702,1	100390,1	-213813,3
	0,9	-1408983,4	555843,9	292716,3	154283,7	81368,8	-324770,7
	1,0	-1408983,4	528368,8	264184,4	132092,2	65517,7	-418820,4

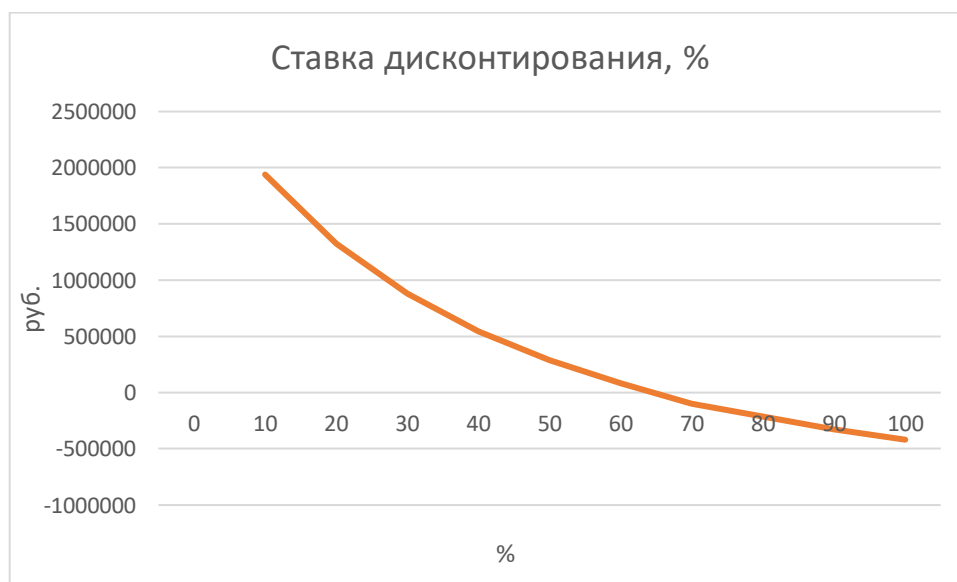


Рисунок 24 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается и становится

отрицательной при значении IRR равному 0,65. Соответственно, проект эффективен ( $IRR > i$ ), а его запас экономической прочности составляет 45% ( $IRR - i = 65\% - 20\%$ ).

Дисконтированный срок окупаемости. Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 31).

Таблица 31 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ( $i = 0,20$ ), руб.	-1408983,4	880262,3	733375,8	610794,3	509347,5
2	То же нарастающим итогом, руб.	-1408983,4	-528721,1	204654,7	815449	1324796,5
3	Дисконтированный срок окупаемости	<b><math>DRR_{диск} = 1 + (528721,1 / 733375,8) = 1,72</math> года</b>				

Дисконтированный срок окупаемости оказался равным 1,72 года.

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта 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 32).

Таблица 32 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие информации об элементном составе живых организмов в районах развития геофагии	Получены данные об элементном составе организмов алтайского марала, дикого кабана и домашней свиньи
Нехватка обширных и достоверных данных о накоплении редкоземельных элементов в живых организмов	Внесён вклад в обобщение и структурирование данных по проблемному вопросу

## 5.5.2 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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где:  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – 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:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

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 33).

Таблица 33 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Выход продукта	0,20	4	5	5
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	4	4
3. Надежность	0,20	4	4	5
4. Безопасность	0,10	5	3	4
5. Простота эксплуатации	0,20	5	4	3
6. Материалоемкость	0,15	5	4	5
Итого	1	28	24	26

$$I_m^p = 4 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,10 + 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,15 = 4,6$$

$$I_1^A = 5 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,10 + 4 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,15 = 4,1$$

$$I_2^A = 5 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,10 + 3 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,15 = 4,15$$

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

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}; I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}$$

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 34.

Таблица 34 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,17	0,15	0,16
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,34	3,80	4,07
3	Интегральный показатель эффективности	23,01	22,74	22,89
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,03	1,01	1,02

**Выводы:** в ходе выполнения расчетов эффективности предлагаемого проекта были определены: чистая текущая стоимость (NPV) равная 1324796,5 рублей; индекс доходности PI=1,94, внутренняя ставка доходности IRR=65%, срок окупаемости PP<sub>дск</sub>=1,72 года.

Сравнение значений интегральных показателей эффективности выявило, что разработанный проект является наиболее эффективным при решении поставленной в данной диссертации задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Следовательно, этот проект является ресурсоэффективным и обладает высоким запасом финансовой прочности и приемлемым сроком окупаемости.

## 6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Данная выпускная работа проведена с целью определения особенностей элементного состава организма диких животных и влияния на него феномена геофагии. Исследовались животные, отобранные в районе р. Малая Сумульта (Онгудайский район, Алтайский край). Результаты исследования могут быть использованы при дальнейшем изучении феномена геофагии.

Работы проводились в лаборатории МИНОЦ «Урановая геология» Томского политехнического университета. Размер помещения – 10 м<sup>2</sup>, высота потолков – 3,5 м. Лаборатория оборудована электронными весами и персональным компьютером (ПЭВМ). В помещении осуществлялись работы по пробоподготовке биологического материала к анализу методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС), а именно измельчение проб с помощью ступки и пестика.

В данной главе проведен анализ вредных и опасных факторов, возникающих в ходе выполнения работ, приведены мероприятия по предотвращению возникновения этих факторов, кратко оценены экологическая безопасность и возможные чрезвычайные ситуации.

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

Основными законодательными актами, регулирующими вопросы обеспечения безопасности труда, являются Конституция РФ, Трудовой кодекс РФ №197-ФЗ от 30.12.2001, многочисленные санитарные правила и нормы, стандарты безопасности труда и методические рекомендации.

Согласно статье 37 Конституции РФ, каждый гражданин имеет право на реализацию рабочего труда в условиях, отвечающих регламентированным нормам безопасности и гигиены.

В рамках работ, приуроченных к выполнению магистерской диссертации на базе лаборатории МИНОЦ «Урановая геология» Томского

политехнического университета проводилась пробоподготовка проб материалов органов и тканей диких животных и их изучение методом ИСП-МС. На камеральном этапе работ осуществлялась обработка результатов анализа и оформление данных в виде таблиц и графиков во время работы с ПЭВМ. Требования к организации работ с ПЭВМ изложены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [43].

Все работы выполнялась в сидячем положении. Эргономические требования по организации рабочего места при выполнении работ сидя определяются стандартом ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место, согласно этому стандарту, должно соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям.

В рабочем помещении должны поддерживаться в оптимальном состоянии параметры микроклимата для достижения максимально комфортной обстановки и сохранения здоровья работников. Требования к микроклимату в рабочем помещении регламентирует СанПиН 2.2.4.548-96 [44].

## **6.2. Производственная безопасность**

Перечень опасных и вредных факторов в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [37], характерных для выполняемых работ в рамках ВКР представлен в таблице 35.

Таблица 35 – Опасные и вредные факторы

<b>Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)</b>	<b>Нормативные документы</b>
Отклонение микроклиматических параметров воздушной среды	СанПиН 2.2.4.548-96 [44]
Акустические колебания в производственной среде	ГОСТ 12.1.003-2014 [38]
Факторы, связанные со световой средой	СП 52.13330.2016 [46]
Электрический ток	ГОСТ 12.1.019-2017 [40]

Психофизиологическое воздействие на организм человека	ГОСТ 12.0.003-2015 [37]
---	-------------------------

К показателям микроклимата относятся температура и скорость движения воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха и интенсивность теплового облучения [44]. К их отклонению приводит, например, продолжительная работа на ПЭВМ. Воздействие на организм человека заключается в изменениях теплового и функционального состояния организма, которые приводят к ощущению дискомфорта и возможным отклонениям в состоянии здоровья. Чем ближе условия к оптимальным, тем выше работоспособность человека.

Все работы, выполняемые в ходе исследования, относятся к категории Ia. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [44] для этой категории работ приводятся в таблице 36.

Источниками превышения уровня шума являются работающие кулеры охлаждающих систем ПЭВМ и инструменты, использующиеся для измельчения проб (молотки, ступка и пестик и т.д.). Шум на рабочем месте может оказывать вредное воздействие на организм, вызывая повреждения слухового аппарата различных видов и способствуя возникновению хронического стресса. Шум на рабочем месте повышает утомляемость, способствует росту количества ошибок при выполнении задания. Требования к уровню шума при трудовой деятельности согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [45] представлены в таблице 37.

Таблица 36 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Оптимальная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур выше оптимальных величин, не более
Холодный	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2

Таблица 37 – Предельно допустимые уровни звукового давления

Вид трудовой деятельности	Максимальный допустимый уровень шума (дБ), в полосах следующих октав (Гц)								
	1,5	3	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Научная работа и расчеты	6	1	61	54	49	45	42	40	38

Недостаточная освещенность рабочей зоны связана с неисправностями в работе искусственных источников освещения или их недостаточным количеством. При недостаточном освещении происходит перенапряжение органов зрения, появляется повышенная утомляемость, рассеивается внимание, что сказывается на эффективности работы. Чрезмерное освещение вызывает раздражение и резь в глазах. Требования к

естественному и искусственному освещению установлены сводом правил СП 52.13330.2016 [46], согласно которому для общего и местного освещения помещений следует использовать источники света с цветовой температурой от 2400 до 6800 К. Также не допускается применение для освещения ламп накаливания общего назначения мощностью более 100 Вт.

Для большего понимания проблемы факторов, связанных со световой средой, был проведен расчёт общего равномерного искусственного освещения рабочей зоны, освещенной светильниками ПВЛ, мощностью ламп 2x40 Вт.

Чтобы выполнить расчёт были измерены и рассчитаны следующие показатели:

$H$  – высота помещения, 3,5 м;

$h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес), 0,5 м;

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

$h_{rp}$  – высота рабочей поверхности над полом, 1,2 м;

$h = h_n - h_{rp}$  – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью, 1,8 м;

$L$  – расстояние между соседними светильниками, рассчитанное по формуле  $L = \lambda * h$ , где  $\lambda$  – наивыгоднейшее расположение светильников для ПВЛ равно 1,5.  $L = 1,5 * 1,3 = 1,95$  м;

$l$  – расстояние от крайних светильников или рядов до стены, устанавливаемое как  $L/3$  и равно 0,65 м.

Количество рядов светильников с люминесцентными лампами определяется по формуле:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{B - \frac{2}{3}L}{L} + 1 = \frac{2 - \frac{2}{3}1,95}{1,95} + 1 = 1,366,$$

где  $n_{\text{ряд}}$  – количество рядов;  $B$  – ширина помещения, м (для рабочего помещения 2 м);  $L$  – расстояние между рядами светильников, м.

Число светильников также было посчитано:



$$n_{\text{ряд}} = \frac{A - \frac{2}{3}L}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{5 - \frac{2}{3}1,95}{0,93 + 0,5} = 2,597,$$

где  $n_{\text{св}}$  – количество светильников в ряду;  $A$  – длина помещения, м (для рабочего помещения 5 м);  $l_{\text{св}}$  – длина светильника, м (для светильника ПВЛ 0,93 м).

Согласно формуле общего числа светильников в системе  $N = n_{\text{ряд}} * n_{\text{св}}$ , в помещении должно находиться 3,55 светильника, что соответствует целому числу 3.

Для дальнейших расчётов требуется найти индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{10}{1,8(5+2)} = 0,79.$$

Значения коэффициента использования светового потока светильников для наиболее часто встречающихся сочетаний коэффициентов отражения и индексов помещения приведены в таблице 38, среди которых определялся ближайший к полученному значению индекса помещения. Состояние потолка в рабочем помещении – чистый бетонный, а стен – бетонные с окнами.

Таблица 38 – Коэффициенты использования светового потока светильников с люминесцентными лампами

Тип светильника	Од и ОДЛ	
$\rho_n, \%$	50	70
$\rho_c, \%$	30	50
$i$	Коэффициент использования, %	
0,7	38	42
0,8	41	45

Расчёт светового потока производится по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n * S * K_3 * Z}{N_{\text{л}} * \eta},$$

где  $E_n$  – нормативная освещённость по СП 52.13330.2016 [46], лк (в случае рабочего помещения – 150 лк, как для работ средней точности при продолжительности зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность более 70%);  $S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;  $K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли (для помещений с малым выделением пыли – 1,5);  $Z$  – коэффициент неравномерности освещения (для люминисцентных ламп – 1,1),  $N_{л}$  – число ламп в помещении;  $\eta$  – коэффициент использования светового потока.

$$\Phi = \frac{150 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{3 \cdot 0,41} = 2012,2 \text{ лм.}$$

Далее полученное значение светового потока сравнивается со значениями характеристик распространённых люминисцентных ламп (таблица 39).

Таблица 39 – Основные характеристики люминисцентных ламп

Мощность, Вт	Напряжение сети, В	Световой поток, лм			
		ЛД	ЛХБ	ЛБ	ЛТБ
20	127	880	1020	1060	1060
30	220	1650	1940	2020	2020
40	220	2300	2700	2800	2850

Ближайшим значением (2020 лм) оказываются значения для светильников ЛБ и ЛТБ мощностью 30 Вт при напряжении сети 220 В. Теперь следует провести проверку полученного значения. Если необходимый поток лампы будет выходить за пределы диапазона (–10...+20 %), то необходимо скорректировать число светильников либо высоту подвеса светильников.

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

после решения неравенства получаем:

$$-10\% \leq 0,39\% \leq 20\%.$$

Неравенство верно, следовательно менять их количество не нужно и можно перейти к расчёту мощности всей осветительной системы по формуле:

$$P = N_{л} p_{л} = 3 * 40 = 120 \text{ Вт.}$$

В ходе расчёта общего искусственного освещения было установлено, что световой поток в рабочем помещении равняется 2012,2 лм, а номинальная электрическая мощность осветительной системы равна 120 Вт.

Электрический ток, источником которого при проведении исследований являются электрические установки – ПЭВМ и электронные весы, способен оказывать негативное воздействие в виде электротравм и заболеваний, включая производственно-обусловленные заболевания. Предельно допустимые значения напряжения прикосновения и токов, протекающих через тело человека при нормальном режиме электроустановки, установлены стандартом ГОСТ 12.1.038-82 [41] и не должны превышать 2В и 0,3 мА соответственно, для переменного рода тока в 50 Гц.

Нервно-психические перегрузки включают в себя умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда и эмоциональные перегрузки [37]. Монотонность работы характерна для этапа пробоподготовки любых материалов, в том числе биологических. Этот этап отличается продолжительностью работы, требующей повторения одних и тех же действий. Это приводит к скуке, апатии, невнимательности, сонливости, искаженному чувству времени и, как следствие, снижению работоспособности и производительности труда. Что в свою очередь приводит к снижению общего качества работы, повышенной заболеваемости, снижению творческой инициативы.

Так как значительная часть выпускной работы состоит из работы с электроприборами (ПЭВМ, электронные весы) в помещении, то следует обратиться к требованиям к ПЭВМ и помещению, где они размещаются. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, концентрации вредных веществ, выделяемых ПЭВМ в воздух помещений, не должны превышать предельно допустимых концентраций, установленных для атмосферного воздуха. Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса не должна превышать 1 мкЗв/час (100 мкР/час) [43].

Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении.

Шумящее оборудование (печатающие устройства, серверы и т.п.), уровни шума которого превышают нормативные, должно размещаться вне помещений с ПЭВМ.

Реальное положение на рабочем месте соответствует предъявляемым к оборудованию требованиям и не требует мероприятий по устранению несоответствий.

К мероприятиям по снижению уровня воздействия опасных и вредных факторов, не связанных с ПЭВМ, относится использование защитных мероприятий, таких как системы местного кондиционирования воздуха, проветривание помещения в целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата, регламентация времени работы, а именно перерывов в работе. Для обеспечения оптимальных условий освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год, вовремя заменять вышедшие из строя искусственные источники освещения.

Для контроля предельно допустимых значений напряжений прикосновения и токов и для того, чтобы избежать несчастных случаев

производятся измерения напряжения и токов в местах, где может произойти замыкание электрической цепи через тело человека.

Для того чтобы избежать нервно-психических перегрузок необходимо при пятидневной рабочей неделе и 8-ми часовом рабочем дне продолжительность обеденного перерыва составляет 30 минут, а регламентированные перерывы рекомендуется устанавливать через 2 часа от начала рабочей смены и через 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 5-7 минут каждый. Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного и других анализаторов необходимо выполнять комплексы физических упражнений.

### **6.3 Экологическая безопасность**

В ходе выполнения лабораторных исследований оказано минимальное воздействие на окружающую среду. Во время лабораторных и камеральных работ образуются отходы V класса опасности (практически неопасные), к которым относится офисная бумага и мусор от уборки помещений, образующийся при измельчении и упаковывании проб. Эти материалы, как правило, не несут никакой опасности или угрозы жизни человека, на данный вид отходов паспорт не выдается. Утилизация отходов осуществляется обслуживающим персоналом и далее городскими службами на общегородскую свалку или в пункты переработки.

Также после работы промываются инструменты, которыми осуществлялась пробоподготовка биоматериалов. Слив происходит в канализацию общего пользования и не наносит вреда экологической безопасности, поскольку в работе не задействуются различные потенциально опасные химические вещества.

### **6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

При работе в лабораторных помещениях существует вероятность возникновения некоторых чрезвычайных ситуаций (ЧС). Например, аварии в

электроэнергетических системах, аварии в коммунальных системах жизнеобеспечения, внезапное обрушение здания. Наиболее же вероятной ЧС является пожар, возможными причинами которого могут быть неисправное состояние проводки и сбои в функционировании ПЭВМ или других электрических приборов, например, электронных весов.

При пожаре вредными и опасными факторами воздействия на жизнь людей являются высокие температуры и задымленность помещений.

В целях предотвращения распространения пожара используются меры по ограничению площади, интенсивности и продолжительности горения.

Согласно ФЗ №123 от 22.07.2008 лабораторное помещение, где проводятся работы, имеет категорию Ф4.2 пожароопасности [47]. Помещение соответствует требованиям пожарной безопасности по стандарту ГОСТ 12.1.004-91 [39] и обеспечено средствами противопожарной защиты: системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, автоматической пожарной сигнализацией, планом эвакуации при пожаре, системой вентиляции для отвода избыточной теплоты от работающих приборов. Для локализации возгораний помещение оснащено углекислотным огнетушителем ОУ-8.

Способы защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара изложены в статье 52 ФЗ №123 от 22.07.2008 [47]. При лабораторных исследованиях к таким способам относятся: применение объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага; устройство эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре.

**Вывод:** при работе с разделом проведен анализ вредных и опасных факторов, возникающих в ходе выполнения работ, а также предложены мероприятия по предотвращению и уменьшению степени их воздействия согласно нормативно-правовым актам. Установлено, что выпускная работа имеет крайне низкую экологическую опасность. Также, исходя из

вышеприведенных в разделе данных, помещение в которых производились лабораторные исследования и камеральная обработка их результатов, является безопасным с точки зрения возникновения чрезвычайных ситуаций.

Согласно классификации помещений по ПУЭ помещение, в котором осуществлялась работа, относится к III классу (мало опасные). Группа персонала по электробезопасности согласно Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок – I (неэлектротехнический персонал). Категория тяжести труда – Ia (энерготраты организма до 139 Вт). Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности – Д (пониженная пожароопасность). Категория рабочего места, как объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) – IV (минимальное НВОС).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были определены некоторые особенности элементного состава организмов диких и домашних животных в районе развития геофагии (Онгудайский район, Республика Алтай).

Основные выводы, полученные в ходе выполнения работы:

1. Факторы, влияющие на формирование элементного состава животного, а именно фактор питания (в том числе, геофагии), и особенности местной металлогении, наиболее выражено проявляются при анализе элементного состава организма растительноядного животного, то есть алтайского марала.

2. Общие пути накопления химических элементов среди систем органов наблюдаются в кровеносной системе вместе с мочеполовой и дыхательной, а также в пищеварительной и покровной.

3. Поведенческие паттерны животных, такие как склонность к регулярному принятию грязевых ванн, могут оказывать существенное влияние на элементный состав их организмов.

4. Вероятно, пищеварительная система алтайского марала способна потреблять РЗЭ эффективнее, чем системы кабана и свиньи домашней.

5. В организмах изученных животных наблюдаются значительные превышения концентраций некоторых химических элементов относительно результатов предыдущих исследований в тех или иных органах и тканях (Hg в почках марала, W в бронхах кабана, Pb в головном мозге свиньи).

6. Каждое изученное животное имеет присущие только ему особенности накопления тех или иных химических элементов. Платиноиды и РЗЭ лучше всего аккумулируются в органах и тканях свиньи домашней. Hg и зачастую Pb в большинстве органов (за некоторыми исключениями) сильнее накапливается в организме алтайского марала. Покровные и дыхательные органы дикого кабана являются в большей степени, чем у других животных, являются концентраторами РЗЭ, РАЭ, металлов группы железа и W.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андервуд Э. Микроэлементы у животных. // Микроэлементы: Сб. / Под ред. Каталымова М.В. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1962. – С. 51–66.
2. Барановская Н. В. и др. Очерки геохимии человека. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 378 с.
3. Григорьева И. Ю. Горные породы как необходимый элемент питания живых организмов // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник научных трудов XIX Международной научно-практической конференции. – М.: РУДН, 2018. – С. 74-78.
4. Гурьянов А. М. и др. Оптимизация уровня брома в рационах растущих свиней // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2016. – №19 (1). – С. 130-141.
5. Гусев А. И. Полиметаллическое оруденение Горного Алтая: перспективы и прогнозная оценка // Природные ресурсы Горного Алтая. Геология, геофизика, гидрогеология, геоэкология, минеральные и водные ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 3-10.
6. Климова О.В. Оценка рекреационных ресурсов Республики Алтай. (Минерально-сырьевая база Республики Алтай) // – Минерально-сырьевая база Республики Алтай: состояние и перспективы развития: Материалы регионального совещания. – 1998. – С. 83-85.
7. Паничев А. М., Барановская Н. В. Геофагия как способ выживания растительноядных животных в ландшафтах с аномальным содержанием редкоземельных элементов // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы VI Международной конференции, Томск, 20-24 сентября 2021 г. – Томск: Томский политехнический университет, 2021. – С. 59-63.
8. Паничев А. М. Литофагия: причины феномена // Природа. – 2016. – №. 4. – С. 25-34.

9. Паничев А. М. Кудюры как уникальные природные объекты в Сихотэ-Алине // Вологдинские чтения. – 2007. – №. 64. – С. 37-39.
10. Паничев А.М. Литофагия у животных и человека (Литофагиальная авторегуляция организмов в природных экосистемах): автореф. дис. д-р. биол. наук: 03.00.16. - Владивосток, 1998. - 60 с.
11. Рыжков В. А. Эффективность скармливания сапропеля в составе комбикорма для свиней на дорастивании и откорме // Дальневосточный аграрный вестник. – 2011. – №. 4 (20). – С. 44-49.
12. Сергиевич А. А. и др. О влиянии литофагии на поисковую активность крыс // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. – 2011. – №. 4. – С. 84-86.
13. Симонов А.М., Смирнов Г.В. Физическая география Горного Алтая. – Барнаул, 2004. – 110 с.
14. Степанова В. В., Аргунов А. В., Охлопков И. М. Сравнительная характеристика активности солонцевания благородного оленя (*Cervus elaphus* L., 1758, Cervidae, Artiodactyla) Якутии в нативном и инвазионном участках ареала // Российский журнал биологических инвазий. – 2019. – №. 1. – С. 95-109.
15. Тихонов В. Н., Ларионов П. М., Тихонов А. В. Использование мини-свиней в качестве модели для разработки новых методов лечения ишемической болезни сердца // Атеросклероз. – 2022. – №. 2. – С. 28-39.
16. Фортестью Дж. Геохимия окружающей среды – М.: Прогресс, 1985.– 360 с.
17. Хоченков А. А. Сбалансированность рассыпных комбикормов для свиноматок // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2010. – №. 13 (1). – С. 3-9.
18. Amici A. et al. Concentrations of some toxic and trace elements in wild boar (*Sus scrofa*) organs and tissues in different areas of the Province of Viterbo, Central Italy // Italian Journal of Animal Science. – 2012. – №. 4. – С. 353-362.

19. Babicz M., Kasprzyk A. Comparative analysis of the mineral composition in the meat of wild boar and domestic pig // *Italian Journal of Animal Science*. – 2019. – C. 1013-1020.
20. Banenzoue C. et al. Antacid power and their enhancements in some edible clays consumed by geophagia in Cameron // *J Chem Pharm Res*. – 2014. – №. 10. – C. 668-676.
21. Bracke M. B. M. Review of wallowing in pigs: description of the behaviour and its motivational basis // *Applied Animal Behaviour Science*. – 2011. – №. 1-2. – C. 1-13.
22. Decaudin P. et al. Prevalence of geophagy and knowledge about its health effects among native Sub-Saharan Africa, Caribbean and South America healthy adults living in France // *Eating and Weight Disorders-Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*. – 2020. – №. 2. – C. 465-469.
23. Denton D. A. et al. Adaptation of ruminant animals to variation of salt intake // *Salinity problems in the arid zones. Proc Teheran Syrup, Paris*. – 1961. – C. 193-198.
24. Ekosse G. I. et al. Geophagic Clays from Cameroon: Provenance, Metal Contamination and Health Risk Assessment // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2021. – №. 16. – C. 15-35.
25. Falandysz J. et al. Concentrations of heavy metals in the tissues of red deer (*Cervus elaphus*) from the region of Warmia and Mazury, Poland // *Food additives and contaminants*. – 2005. – №. 2. – C. 141-149.
26. Frøslie A. et al. Levels of trace elements in liver from Norwegian moose, reindeer and red deer in relation to atmospheric deposition // *Acta Veterinaria Scandinavica*. – 1984. – №. 3. – C. 333-345.
27. Lazarus M. et al. Toxic and essential metal concentrations in four tissues of red deer (*Cervus elaphus*) from Baranja, Croatia // *Food additives and contaminants*. – 2008. – №. 3. – C. 270-283.

28. Li T. L. A Compendium of Geochemistry – the Elemental Composition Changes from Solar Nebula to the Human Brain. Princeton, N.J.: Princeton University Press. – 2000. – 502 с.
29. Malmsten A. et al. Concentrations of cadmium, lead, arsenic, and some essential metals in wild boar from Sweden // *European Journal of Wildlife Research*. – 2021. – №. 2. – С. 1-8.
30. Mashao U. et al. Geophagic practice in Mashau Village, Limpopo Province, South Africa // *Heliyon*. – 2021. – №. 3. – С. 64-71.
31. Mireku M. O. et al. Consequences of prenatal geophagy for maternal prenatal health, risk of childhood geophagy and child psychomotor development // *Tropical Medicine & International Health*. – 2018. – №. 8. – С. 841-849.
32. Pebsworth P. A. et al. Geophagy among nonhuman primates: a systematic review of current knowledge and suggestions for future directions // *American Journal of Physical Anthropology*. – 2019. – С. 164-194.
33. Stepanova V. V. et al. Time-study of moose (*Alces alces* L., 1758) geophagia activity in the Central Yakutia // *Russian journal of theriology*. – 2017. – №. 2. – С. 185-190.
34. Wolkers H., Wensing T., Bruinderink G. W. T. A. G. Heavy metal contamination in organs of red deer (*Cervus elaphus*) and wild boar (*Sus scrofa*) and the effect on some trace elements // *Science of the total environment*. – 1994. – №. 1-3. – С. 191-199.
35. Zeisler R. et al. NAA characterization of the new bovine liver SRM // *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry*. – 2008. – №. 3. – С. 783-787.
36. М-45-IX. Карта полезных ископаемых СССР. Алтайская серия: карта полезных ископаемых / сост. и подгот. к печати производств. Западно-Сибирское геологическое управление; гл. ред. В.М. Сенников. - 1 : 200 000. - М.: Госгеолтехиздат, 1958. - 1 л. - (Геол. карты СССР).
37. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введ. 01.03.2017. М.: Стандартинформ, 2019.

38. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – Введ. 01.11.2015. М.: Стандартиформ, 2019. – 50 с.
39. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. – Введ. 30.06.1992. – М.: Стандартиформ, 2006. – 68 с.
40. ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – Введ. 01.01.2019 – М.: Стандартиформ, 2019. – 33 с.
41. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. – Введ. 30.06.1983. – М.: Стандартиформ, 2001. – 8 с.
42. МУК 4.1.1482–03. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: Методические указания. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 56 с.
43. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003.
44. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996.
45. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки, 1996.
46. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение, 2017.
47. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Текст]: Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123. –2018. – 145 с.
48. География, природа, история [Электронный ресурс] / Администрация МО «Онгудайский район» [сайт]. – Режим доступа:

<http://www.ongudai-ra.ru/2010-11-25-09-55-35>, свободный (дата обращения 26.01.2022).

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

### Phenomenon of geophagy

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ01	Стрепетов Дмитрий Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Соктоев Булат Ринчинович	к.г.-м.н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Щеголихина Юлия Викторовна	к.ф.н.		

Geophagy is the phenomenon of ingestion of rocks and earthy substances. The term was introduced in 1922 by geologist P.L. Dravert [8].

It is known that without the participation of minerals some life processes such as the construction of proteins, vitamins, hematopoiesis, digestion, etc. can't be carried out. In geophagy we can see a vivid example of a direct relationship between two global cycles of geological and biological matter. However, the phenomenon of geophagy has been studied extremely poorly despite the great importance and widespread occurrence [3].

Geophagy is most specific for animals that have a muscular stomach. These include birds, reptiles, amphibians and some fish. These animals, especially herbivores, almost always have gastroliths (little pebbles) in their stomachs.

Bird gastroliths consist of variously rounded quartz crystals or fragments of siliceous rocks of sandy fraction. The second most important mineral in gastroliths is feldspar.

Terrestrial mammals, more often herbivores and omnivores, also take to geophagy, but it is noted mostly in some habitats such as mountain-folded areas i.e. tectonically active zones. And it is registering only during certain periods of the annual cycle, mainly in spring. As a result of long visits of animals of the same places for the purpose of eating minerals, can be formed unique landscape complexes - kudurs (it also calls "mineral lick"). They are most often found in mountain-steppe and mountain-forest habitats of herbivores among acid volcanic rocks of Mesozoic-Cenozoic formation and Paleozoic and Pre-Paleozoic metamorphic petrocomplexes [7]. The location of such natural biomineral complexes (NBCs) on outcrops of parental rocks with sparse soil cover is noted [3].

The composition of lithogenic substances eaten is dominated not by pebbles, but by earthy substances more often with silt-clay particle size. The amount of such substances eaten once, as well as the mass of gastroliths in the



stomachs of birds, is 1-5% of the body weight of a particular animal. For example, a hundred-kilogram deer can eat from 1 to 5 kg of clay at a time.

The composition of lithogenic substances consumed by animals depends not only on the geology of a particular area, but also on the climate zone, which determines the nature of weathering of rocks and, accordingly, the composition of secondary (hypergenic) minerals. The most common soils consumed by mammals consist of clay minerals. Animals inhabiting temperate and high latitudes, where different in age metamorphic rocks are spread, eat mainly clay minerals from hydromica and chlorite groups; in the tropics and subtropics - from kaolinite group; in places of accumulation of young volcanic rocks, regardless of geographical zone - from smectite group. The eaten smectite clays often contain zeolites, predominantly clinoptilolite and heulandite. The proportion of zeolites sometimes reaches 50% or more [8].

The amount of water-soluble salts in the eaten rocks is, as a rule, negligible. The composition of absorbed cations is quite typical for the surrounding loose sediments, sometimes with a predominance of sodium ions. The maximum of exchangeable cations contains zeolites, the minimum - hydromica. The composition of trace elements can be very different. As a rule, it is inherited from primary (lithified) rocks, but sometimes some macro- and microelements are brought in by groundwater inflow.

Observation of moose (*Alces alces*) visiting kudurs in central Yakutia by using camera traps allowed scientists to draw some conclusions about moose geophagy: 1) The duration of geophagia of moose takes from 1 to 40 minutes. Cows use licks 13.1% longer than bulls; 2) Moose come to the mineral licks mainly during the dark hours from 20.00 to 8.00. Cows are more cautious than bulls, and they are usually observed at the mineral licks after the midnight; 3) In our case, the percentage of attendance was high in June-July, though in June the number of cameratraps-days halved compared with the following months. This fact is explained by the greatest requirement of wild ungulates in mineral nutrition

during the growth of antlers and during lactation for cows. In the following months (August–September), the geophagia of moose fell sharply and it dropped to zero in October; 4) In June, cows visit the salt licks more frequently than bulls, which are caused by calving and lactation of the cows. In July, on the contrary, bulls prevail, which is associated with the ossification of antlers this month. In August and September, males are registered on the mineral licks twice as often as cows, which may be explained by the preparation of males for the upcoming rut, fattening up and long migration passages; 5) Cows with calves, whose lactation just starts in June, visit the mineral licks more in June than cows without calves, which come to the mineral licks evenly within the two months [33].

Also, in Yakutia some scientists made observations of red deer (*Cervus elaphus*) and their geophagy in native and invasive habitats. It was found that the most concentrations of chemical elements were higher in the soils of the kudurs in the native part of the range than in the soils of the invasive part of the range. In the southwest of Yakutia, red deer willingly visited kudurs of various types located in the floodplains of large rivers and upper reaches of rivers, while in the north of the range they preferred kudurs located on the slopes of hills and highlands. The frequency of visiting kudurs on the developed territories was 53.6% lower than on the settled territories.

So, Yakutian scientists determined that the following ecological-behavioral changes are present in the area of expansion of the red deer habitat in Yakutia during geophagy act: preference for lithomorphic kudurs and an increase in the single duration of geophagy act due to the low content of soil micronutrients in the pale soils of Central Yakutia; an increase in geofagical activity period (up to 5 months) associated with late plant vegetation and climatic factors; shift in the peak of daily attendance of kudur to the darkest time due to human population density in Central Yakutia, coinciding with the behavior of moose from the previous study. In clay feces from kudurs in the native part of the deer habitat, the content of chlorine, magnesium, and sodium decreases relative to solonchak soil samples, while the

content of other elements increases. In contrast, only sodium decreases in the feces from the kudurs of the invasive part of the range. The content of all other elements increases [14].

The massive study of scientific articles was provided by international research group. From 287 cases reviewed, the authors of the articles hypothesized the causes of geophagy in less than half (127/287). Forty-six researchers were in favor of the defense hypothesis, 53 were in favor of the additive hypothesis, and 28 researchers believed that geophagy had several positive effects on the organism.

It is noted that geophagy has been practiced by leaf-eating species, frugivores, grain-eaters, and omnivores, but none by insect-eaters. The researchers hypothesized that geophagy is more common in leaf-eating species because leaves and other nonproductive plant parts presumably contain more secondary metabolites than fruits, grains, and insects. Secondary metabolites (SMs) are organic substances synthesized by an organism but not involved in growth, development, or reproduction. For example, alkaloids (a frequent cause of livestock poisoning in many countries), isoprenoids (some compounds are poisonous), and phenolic compounds (many are poisonous) [32].

However, such a hypothesis is an overgeneralization, since SM vary greatly depending on leaf maturity, and many fruits and their seeds also contain SM. The relationship between SM and primate digestion is complex, dynamic, and depends on the type of protective compounds produced by the plant and the primate digestive system.

On the other hand, some studies on lemurs claim that geophagy ceases in summer, when lemurs eat large amounts of leaves with high concentrations of potassium and magnesium, and in winter, when zoo keepers supplemented the animal's diet with magnesium chloride ( $MgCl_2$ ).

When it comes to different primate species, females are twice as likely to resort to geophagy as males. In some cases, no significant difference in the frequency of geophagy between males and females is established. Moreover, it has

been recorded that the older an individual is, the more often it engages in geophagy. Some studies have established periods of increased frequency of geophagy during pregnancy in females and during the breeding season [32].

Primates consumed various materials, such as forest litter, bases of uprooted trees, termites, bird nests, and others. Of the 202 reports documenting sources of earth material, 27% were from forest floor and 35% were from termite mounds and arboreal termitarias.

Evidence was found that various primate species are susceptible to geophagy. In addition, the 287 geophagy descriptions studied indicate that geophagy may be adaptive in many ways. Patterns of geofagial behavior support the defense and augmentation hypotheses, but the limited data obtained are better consistent with the defense hypothesis. Despite much interest in geophagy in general and primate geophagy in particular, there is still insufficient data to rigorously test the best-known hypotheses about its causes [32].

Understanding the causes of geophagy is important because it can provide insight into the species conservation initiatives needed to help animals cope with increasing dietary problems due to habitat destruction, climate change, and concomitant interspecific competition for limited food resources. It can also help keep captive populations healthy.

There are several hypotheses explaining the causes of geophagy, but among them there has not yet been one that can be applied simultaneously to all animal groups, including humans.

In the case of herbivorous mammals, the "sodium" hypothesis was popular. The essence of it is that animals experiencing a lack of sodium entering their bodies with food and drinking water are forced to seek out and ingest not only plants enriched with the deficient element, but also rocks and soils. However, after a detailed study, it turned out that in most cases (more than 50% of mammals and 100% of birds) the sodium deficiency cannot be compensated for by lithogenic

substances, since the amounts of biologically available forms of this element in them are too insignificant [8].

According to another version, geophagy in both mammals and birds may be caused by the desire to normalize acidity in the digestive tract. This antacid effect of minerals may be due to the sorption effect of the absorbed minerals with respect to, for example, phosphorus in the slightly acidic electrolyte in the digestive tract.

The third hypothesis is related to the biochemical specificity of the immune system of animal organisms, determined by the participation in its work of chemical elements that perform important biological functions in the reaction of the body to environmental stimuli. The main such stimulus is stress, i.e., states when the immune system under the influence of external factors cannot ensure the course of the whole range of biochemical and neuropsychological processes. Which may be due to a set of trace elements from the composition of rare and rare earth elements. All lanthanides have high biological activity.

The essence of the hypothesis is that animals (as well as humans in archaic conditions of life) are constantly exposed to the harsh impact of various environmental factors. The resistance of the organism to such an impact depends to a large extent on the resistance of the immune system. Among the particularly important elements for the immune system are In, Sc, La and the lanthanides - Ce, Pr, Nd, Pm, Sm. Elevated concentrations of these chemical elements are regularly found in geophagy sites [8].

The very possibility of correction of the organism through geophagy is due to the same properties possessed by many hypergenic minerals (formed in the weathering zone of rocks) in terms of regulation of physiological and energetic processes in living organisms. Instinctive eating of weathered rocks by wild animals is associated with complex reactions, such as an increase in the adsorption and catalytic activity of mineral particles and grains, occurring under the influence of the internal environment of the body on their surface.

Studies confirming the positive effect of geophagy on animals are being carried out. For example, the work of a group of Far Eastern scientists has shown the effect of consumption of zeolites on the search activity of rats in an artificial instrumental environment under defensive motivation [12].

46 animals were divided into control and experimental groups. The experimental subjects received zeolite-containing tuff from the Lyulinskiy deposit (Khanty-Mansi Autonomous Okrug). The rats were placed in the problem chamber, after 4 seconds painful irritation with a current of up to 3 mA lasting 1 s was applied. After that, the time of search activity on the solution to the problem of avoiding electric shocks was measured.

It turned out that in control animals the time to develop the avoidance reflex was 1.5 times longer. This proves that zeolite has an activating effect on conditioned reflex activity.

Geophagy is also found in humans. And yet, geofagial behavior among people is still regarded as something extraordinary, exotic and is perceived by most of us extremely negatively. Nevertheless, descriptions of this phenomenon can be found in many ethnographers who have studied aboriginal populations of different regions of the world. Geophagy is ascribed the ability to cure various diseases, first of all, gastrointestinal disorders; there is evidence of treatment of syphilis and even AIDS [8].

Geophagy is most common among people in Africa and African communities in the West. One study by South African scientists examined clays eaten and sold in some markets in Cameroon to determine their origin, contamination and potential risk to human health. To do this, 40 samples from 13 markets in Cameroon were purchased and analyzed using X-ray diffractometry and laser ablation inductively coupled plasma mass-spectrometry (ICP-MS). The geofagial clays were dominantly made up of kaolinite and quartz. Their chemistry was dominated by  $\text{SiO}_2$  and  $\text{Al}_2\text{O}_3$  with means of 48.76 wt% and 32.12 wt%, respectively. The major, trace and rare earth elements data showed that these

geofagial clays were predominantly derived from felsic rocks. Contamination assessment showed no anthropogenic contamination of clays or moderate contamination (Zn was detected in three samples). The non-carcinogenic index values for heavy metals (TM) were generally less than 1, suggesting no non-carcinogenic risk exposure to children and adults consuming the geofagial clays from these metals. The carcinogenic risk index (TCR) for Ni and Cr were above  $10^{-6}$ , which implies that children and adults are vulnerable to minimal carcinogenic health risk. [24].

In Mashau, South Africa, a survey of 200 local residents about geophagy was conducted. 91% of the participants were geophagous, of whom 98.5% were women. The craving to consume land was the main reason (31.2%) why Mashau residents consume it. Also, geophages in Mashau were drawn to the land during pregnancy (22.5%) and when insomnia occurred (21%).

The most preferred substance to consume was soil from termites: 30.6% of geophages consumed only it, followed by soil (16.0%) and only 1.7% of respondents preferred to consume only clay. 27.4% of participants preferred to consume both regular soil and termite soil, while others (24.3%) consumed all geofagial materials (soil, clay, and termite soil). Only 6.1% of study participants admitted to consuming other non-food substances, including ice, glycerin, and candle wax.

More than half of the geophages (56.9%) had chronic illnesses. The most frequent chronic illness was dizziness, complained of by 41.7% of geophages, followed by headaches (38.8%). Blood in the stool (13.6%) and nosebleeds (5.8%) were infrequent. Low hemoglobin was noted in 29.9% of respondents, iron deficiency in 12%, and high blood pressure in 7.7%. At the same time, more than half of the respondents suggested that geophagy could be harmful to their health, but 2/3 of the respondents were not aware of possible parasites found in soils. Nevertheless, a  $p > 0.05$  value was obtained when comparing data on the frequency of soil eating and the diagnosed health conditions reported by geophages, meaning

that there was no clear pattern between the two variables. However, there was a significant relationship ( $p < 0.05$ ) between diagnosed health conditions and duration of geophagy practice, and between diagnosed health conditions and geophages age. Headaches, iron deficiency, and low hemoglobin levels were most frequently reported by people who had practiced geophagy for one to 15 years. Geophages aged 18 to 53 years mostly experienced constipation, headaches, and iron deficiency, while low hemoglobin levels were more common among geophages aged 18 to 35 years.

It is also noted that hunger or beliefs (cultural, spiritual and traditional) did not influence the practice of geophagy, as reported in some other studies. Significant correlations have also been found between diagnosed diseases in geophages and their age and frequency of eating soil [30].

In a recent study of 552 pregnant women in Benin, West Africa, the prevalence of geophagy was 31.9% (i.e. geophagy during at least one trimester). Researchers studied the relationship between prenatal geophagy and maternal prenatal hematological parameters, malaria, helminth infections and cognitive and motor development of the offspring. The majority of geophagous pregnant women preferred processed clay (kaolin) to earth. The prevalence of geophagy was highest during the second trimester (21.4%). 54.2% of the geophagous pregnant women at first trimester remained geophagous during second trimester. Polygeophagy was rare among pregnant women and no pregnant woman consumed all three soil-types. About half of one-year-old children were reported to be geophagous by their mothers, of whom 37.6% were geophagous during pregnancy.

There were significantly more housewives than employed women among those who practiced geophagy during the second trimester. Pregnant women who practiced geophagy during the first trimester were more likely to be anemic and less likely to have malaria than those who did not. Geophagy in pregnancy was not associated with maternal hematological indices, malaria or helminth infections during pregnancy in the multilevel analysis.



Children were more likely to be geophagous at age 1 year if their mothers had practiced geophagy at any trimester during pregnancy. Children of mothers who practiced geophagy during the third trimester had lower motor function at age one year compared to those whose mothers did not practice geophagy during the third trimester [31].

A recent study by French scientists on the awareness of geophagous natives of sub-Saharan Africa, South America, and the Caribbean attending medical consultations in France found that, despite a high level of awareness of the practice of geophagy (85.1% of the respondents) and a generally high frequency of prior or current geophagy (41.6%, most of whom are women), people's knowledge of the potential adverse health consequences of geophagy in general was quite low. The only symptomatic side effect that geophagy respondents were well aware of was constipation (69% of respondents). At the same time, people who engaged in geophagy were more likely to have iron deficiency anemia (impaired hemoglobin synthesis due to iron deficiency) and constipation: 50% versus 8.5% and 47% versus 15%, respectively. It was also noted that people with a low level of education and low awareness of the possible consequences of geophagy were more prone to geophagy. Despite a long period of residence in France (an average of 15 years), geophagy was still relevant among 10.9% of the African and South American residents surveyed [22].

The same authors reported that geophagy was associated with a two-fold increase in the risk of human ascaris (*Ascaris lumbricoides*) infection among HIV-infected pregnant women in Tanzania and toxocarids (*Toxocara spp.*) among Brazilian schoolchildren. Geophagy can also affect nutrient absorption and drug bioavailability. Approximately one quarter of the world's population is infected with at least one soilborne helminth species [22].

The results obtained in the study of geophagy in the territories of biosphere reserves in Primorsky Krai, Altai, and the Caucasus concern the peculiarities of life of rare animal species and can be useful in planning measures for their

protection. In addition, in the current conditions, when the human body experiences a lack of necessary macro- and microelements, the study of the phenomenon of geophagy can have a positive impact on improving public health by understanding the processes and new drugs.

Based on theoretical developments in the study of geophagy (in particular, A.M. Panichev's studies):

- a number of new, previously unknown deposits and promising occurrences of zeolites and other natural sorbents were revealed;
- scientists made an inventory and map of kudurs, some of which have been declared nature monuments;
- the first domestic therapeutic and prophylactic food supplements such as "Kudyurit" and "Litovit" were created;
- the use of mineral food additives in animal husbandry for fattening cattle, pigs, chickens, as well as in fur farming for raising fur-bearing animals has been extended [10].