

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) Экология и природопользование

Кафедра ГЭГХ

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Эколого-геохимическая оценка состояния территории Мало-Тарынского рудного поля на предэксплуатационной стадии горных работ по данным изучения компонентов природных сред (Республика Саха (Якутия))

УДК 533.3:504:550.4(571.56)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Меховников Сергей Анатольевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Филимоненко Е.А.	к.г.н.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цибулькикова М.Р.	к.г.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой	Язиков Е.Г.	д.г.-м.н.		

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

Запланированные результаты обучения по программе
05.04.06. «Экология и природопользование»

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять глубокие базовые и специальные, естественно-научные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач, связанных с рациональным природопользованием и охраной окружающей среды	Требования ФГОС (ПК-1, 2, 8, 9; ОК-1), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.1-5.2.3., 5.2.5, 5.2.9)
P2	Разрабатывать природоохранные мероприятия, практические рекомендации по охране природы и обеспечению устойчивого развития, проводить оценку воздействия планируемых сооружений на окружающую среду, диагностировать проблемы охраны природы.	Требования ФГОС (ПК-5, 6, 7, 12) Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4, 5.2.7-5.2.8)
P3	Организовывать и проводить экологическую экспертизу различных видов проектного задания, осуществлять экологический аудит любого объекта, владеть основами проектирования	Требования ФГОС (ПК-3, 4, 10, 11, ОК-4) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.6, 5.2.10, 5.2.14.-5.2.15)
P4	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации	Требования ФГОС (ПК 11, ОК-3, 5, 6) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.16)
P5	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в сфере охраны окружающей среды	Требования ФГОС (ПК 11, ОК-3,) Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12-5.2.16)
P6	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-1, 8, 11, ОК-2-4) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.13-5.2.16)

<i>Универсальные компетенции</i>		
P7	Использовать <i>глубокие знания по проектному менеджменту</i> для ведения <i>инновационной инженерной деятельности</i> с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС (ПК-3 8, 13), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	<i>Активно владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности	Требования ФГОС (ПК-7, ОК-3), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве <i>члена и руководителя группы</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации	Требования ФГОС (ПК-9, ОК-4, 5), Критерий 5 АИОР (п. 1.6, 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Демонстрировать <i>глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов</i> инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах <i>устойчивого развития</i>	Требования ФГОС (ПК-5, 6, 10), Критерий 5 АИОР (п. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	<i>Самостоятельно учиться</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-11, ОК-1, 2, 6), Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Взаимное соответствие целей ООП и результатов обучения и кредитная стоимость результатов обучения представлены в следующих таблицах.

Взаимное соответствие целей ООП и результатов обучения

Результаты обучения	Цели ООП				
	Ц1	Ц2	Ц3	Ц4	Ц5
P1	+	+	+		
P2	+	+	+	+	+
P3	+	+	+	+	
P4		+		+	+
P5	+	+	+	+	+
P6	+	+			+

Кредитная стоимость результатов обучения

Кредиты	<i>Профессиональные компетенции</i>			<i>Общекультурные компетенции</i>		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	40	8	32	23	7	10

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) Экология и природопользование

Уровень образования Магистратура

Кафедра ГЭГХ

Период выполнения осенний / весенний семестр 2016/2017 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:

01.06.2017

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.09.2016	1. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ МАЛО-ТАРЫНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ	
30.01.2017	2. ОБЪЕМЫ И МЕТОДЫ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ РАБОТ НА ТЕРРИТОРИИ МАЛО-ТАРЫНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ	
30.04.2017	3. МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАЛО-ТАРЫНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ	
	4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ МАЛО-ТАРЫНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ	
10.04.2017	5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	
15.05.2017	6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	
15.04.2017	7. ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ЯГЕЛЮ КАК ИНДИКАТОРУ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Филимоненко Е.А.	к.г.-м.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ГЭГХ	Язиков Е.Г.	д.г.-м.н.		

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) Экология и природопользование

Кафедра ГЭГХ

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Язиков Е.Г.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Меховникову Сергею Анатольевичу

Тема работы:

Эколого-геохимическая оценка состояния территории Мало-Тарынского рудного поля на предэксплуатационной стадии горных работ по данным изучения компонентов природных сред (Республика Саха (Якутия))

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Материалы научно-исследовательской работы по эколого-геохимическому исследованию Мало-Тарынского рудного поля;
Фондовые материалы ООО «Богуславец»;
Научная опубликованная литература.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).

1. Характеристика территории
2. Объемы и методы эколого-геохимических работ
3. Методика обработки результатов
4. Результаты эколого-геохимической оценки;
5. Социальная ответственность;
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;
7. Обзор литературных источников на английском языке.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Кырмакова О.С.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Цибульникова М.Р.
Обзор литературных источников (на английском языке)	Матвеевко И.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: Обзор литературных источников	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Филимоненко Е.А.	к.г.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Меховников Сергей Анатольевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Меховникову Сергею Анатольевичу

Институт	ИПР	Кафедра	ГЭГХ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Рабочее место расположено в 20м корпусе ТПУ, на 5м этаже в аудитории 541.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке

1. Производственная безопасность: 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	Рассмотреть вредные факторы: показатели микроклимата в помещении, плохое освещение, запыленность, превышение уровня шума, превышение уровней электромагнитных излучений, монотонный режим работы. Рассмотреть опасные факторы – пожарная опасность, электрический ток Предложены меры предосторожности.
2. Экологическая безопасность	Рассмотреть влияние карьеров на литосферу, гидросферу и атмосферу. Выявить методы по предупреждению и ликвидации последствий.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Рассмотреть возможные ЧС, в частности, пожар в здании. Выявить методы по предупреждению и ликвидации последствий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Проанализировать организационные мероприятия, направленные на формирование корпоративной ответственности компаний

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова Ольга Сергеевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Меховников С. А.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Меховникову Сергею Анатольевичу

Институт	ИПР	Кафедра	ГЭГХ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Экология и природопользование

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

Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой техники и технологии
Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Технико-экономическое обоснование целесообразности внедрения новой техники или технологии выполнения работ
Планирование и формирование бюджета научных исследований	Линейный график выполнения работ
Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет экономической эффективности внедрения новой техники или технологии

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Организационная структура управления организацией	
Линейный календарный график выполнения работ	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цибульникова М.Р.	к.г.н, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Меховников Сергей Анатольевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 124 с., 24 рис., 36 табл., 87 источников литературы, 1 прил.

Ключевые слова: эколого-геохимическая оценка; золоторудное месторождение; почва; донные отложения; ягель; лиственница даурская

Объектом исследования является территория Мало-Тарынского золоторудного месторождения, расположенного в Яно-Колымской золотоносной провинции.

Цель работы – проведение эколого-геохимической оценки территории Мало-Тарынского рудного поля на предэксплуатационной стадии разработки месторождения.

В процессе исследования проводились отбор проб компонентов природной среды, комплексные лабораторно-аналитические работы и эколого-геохимическая обработка результатов.

В результате исследования выяснены средние концентрации широкого спектра химических элементов в компонентах природной среды Мало-Тарынского рудного поля; литогеохимическая, гидролитогеохимическая и биогеохимическая специализация территории Мало-Тарынского рудного поля, установлены пространственные ореолы распределения химических элементов по площади рудного поля

Область применения: исходные данные для осуществления геоэкологического мониторинга на стадии добычи коренного золота на территории МТРП.

Экономическая эффективность/значимость работы: дана количественная характеристика стоимости полевых (при составе полевой группы из 2-х человек) и лабораторно-аналитических работ.

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	2
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ МАЛО- ТАРЫНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ	8
1.1 Природные условия.....	9
1.2 Минерагения Якутии	13
1.3 Геологическая характеристика	20
1.4 Геохимическая характеристика	24
1.5 Эколого-геохимическая характеристика	26
1.6 Обзор геоэкологических проблем территорий, где ведется и/или велась добыча благородных металлов из россыпных месторождений	27
2 ОБЪЕМЫ И МЕТОДЫ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ РАБОТ НА ТЕРРИТОРИИ МАЛО-ТАРЫНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ	33
3 МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКОЛОГО- ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАЛО-ТАРЫНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ.....	41
4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ МАЛО-ТАРЫНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ	43
4.1 Литогеохимическая характеристика	43
4.2 Гидролитогеохимическая характеристика	52
4.3 Биогеохимическая характеристика	61
4.3.1 Биогеохимическая характеристика по данным изучения коры лиственницы даурской (<i>L. dahurica Turcz.</i>).....	61
4.3.2 Биогеохимическая характеристика по данным изучения ягеля (<i>Cladonia rangiferina</i>)	68
4.4 Комплексная эколого-геохимическая оценка	75

5	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОБЕСПЕЧЕНИЕ	84
5.1	Технико-экономическое обоснование продолжительности и объемы работ	84
5.2	Расчет затрат времени и труда на научно-исследовательскую работу	85
5.3	Расчет затрат на материалы для научно-исследовательской работы	87
5.4	Расчет затрат на оплату труда.....	88
5.5	Расчет амортизационных отчислений.....	89
5.6	Расчет затрат на подрядные работы.....	89
5.7	Расчет затрат на транспортные расходы.....	89
5.8	Общий расчет сметной стоимости научно-исследовательской работы	90
6	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	92
6.1	Производственная безопасность.....	92
6.2	Экологическая безопасность.....	98
6.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	100
6.4	Правовые вопросы социальной ответственности	101
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	103
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	105
	Приложение 1	

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ААС – атомно-абсорбционная спектрометрия;
ВЯМП – Восточно-Якутский металлогенический пояс;
ГН – гигиенические нормы;
ГОСТ – государственный стандарт;
ГСО – государственный стандартный образец;
ГУГПП – государственное унитарное горно-геологическое предприятие;
ЛБ – лист березы;
ЛЭП – линия электропередачи;
МТРП – Мало-Тарынское рудное поле;
МС-ИПС – масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой;
МЭД – мощность экспозиционной дозы;
НПБ – нормы пожарной безопасности;
ООО – общество с ограниченной ответственностью;
ПДК – предельно допустимые концентрации;
ПНД Ф – природоохранные нормативные документы федеративные;
ПО – программное обеспечение;
РД – руководящий документ;
СанПиН – санитарные правила и нормы;
СМЗ – структурно-металлогенические зоны;
СНиП – строительные нормы и правила;
СПЗ – суммарный показатель загрязнения;
ССБТ – система стандартов по безопасности труда;
ССН – сборник сметных норм;
СФЗ – структурно-формационные зоны;
ТБО – твердые бытовые отходы;
ЧС – чрезвычайная ситуация;
ЭВМ – электронно-вычислительная машина;
ЭМП – электромагнитное поле.

ВВЕДЕНИЕ

Золото – драгоценный металл, он служит источником валютных поступлений, используется в ключевых отраслях промышленности. Порядка 70% разведанных мировых запасов золота сосредоточено в восьми странах мира – это Россия, Китай, Узбекистан, Австралия, ЮАР, Канада, США, Индонезия. По объему добычи золота Россия занимает шестое место в мире.

Состояние и структура минерально-сырьевой базы золота показывают, что увеличение добычи будет основываться на рудных месторождениях, поскольку именно в них заключена основная доля запасов, и они определяют дальнейший ход развития добычи. Среди твердых полезных ископаемых по объему финансирования в геолого-разведочные работы золото занимает доминирующее положение – около 50%.

Значительная часть сырьевой базы золота России сконцентрирована в шести регионах Сибири и Дальнего Востока: Иркутской и Магаданской области, Красноярском и Забайкальском крае, Республике Саха (Якутия) и Чукотском автономном округе. Яно-Колымская золотоносная провинция обладает значительной коренной золотоносностью в терригенных комплексах. Здесь разведанные запасы коренных месторождений золота составляют более 2 тыс. т (примерно 32% от всех запасов РФ) [52].

Объектом исследования настоящей работы является территория Мало-Тарынского золоторудного месторождения, расположенного в Яно-Колымской золотоносной провинции.

Предмет исследования – компоненты природной среды Мало-Тарынского рудного поля – почвенный покров, донные отложения водотоков, кора лишайницы даурской (*L. dahurica Turcz.*) и ягель (*Cladonia rangiferina*).

Цель работы – проведение эколого-геохимической оценки территории Мало-Тарынского рудного поля на предэксплуатационной стадии разработки месторождения. Достижение поставленной цели позволит сформировать базу

данных фонового состояния компонентов природной среды для проведения геоэкологического мониторинга территории при ведении добычи полезных ископаемых на Мало-Тарынском месторождении.

Задачи исследования:

1 – Проведение отбора проб компонентов природной среды (почвенный покров, донные отложения водотоков, кора лишайницы даурской (*L. dahurica Turcz.*) и ягель (*Cladonia rangiferina*)) на территории МТРП, пробоподготовки и лабораторно-аналитических исследований всех отобранных образцов;

2 – Математико-статистическая обработка результатов лабораторно-аналитических исследований;

3 – Установление геохимической специализации рассматриваемых компонентов природной среды МТРП на основе расчета комплекса эколого-геохимических и санитарно-гигиенических критериев;

4 – Выявление пространственной структуры геохимических аномалий в различных природных средах на территории МТРП;

5 – Проведение расчета финансовых затрат на выполнение эколого-геохимических работ;

6 – Установление опасных и вредных факторов, возникающих при выполнении работ, а также мер их предупреждения.

Актуальность работы. На территории Мало-Тарынского рудного поля в 40-60 годы XX века велась подземная отработка россыпей золота, а в более поздние годы XX века добыча осуществлялась уже открытым раздельным способом. В результате чего территория Мало-Тарынского рудного поля сохранила следы ранее проведенных работ по извлечению золота из россыпей – отвалы перемытых горных пород, технологические пруды-отстойники и др.

В настоящее время сформированы задачи на дальнейшее освоение территории МТРП – добыча коренного золота открытым горным способом (ООО «Богуславец»). Исходя из выше сказанного, площадь лицензионного

участка МТРП является зоной повторной отработки полезных ископаемых. С целью устранения уже имеющихся, а также предупреждения новых геоэкологических проблем, в рамках Договора на выполнение научно-исследовательской работы № 1-38/16 от 01.06.2016 г. по теме ««Эколого-геохимическая оценка территории Мало-Тарынского рудного поля (площадь 37 км²) на предэксплуатационной стадии работ по данным изучения компонентов природных сред (Республика Саха (Якутия))»» между НИ ТПУ и ООО «Богуславец» проведена эколого-геохимическая оценка территории Мало-Тарынского рудного поля на предэксплуатационном этапе работ, результаты которой являются основой для написания настоящей выпускной квалификационной работы.

1 ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ МАЛО-ТАРЫНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Мало-Тарынское рудное поле (МТРП) расположено в Оймяконском районе (улусе) Республики Саха (Якутия) в 70 км южнее административного центра района – п. Усть-Нера (рисунок 1). Географические координаты угловых точек лицензируемого участка МТРП приведены в таблице 1.



Рисунок 1 – Схема расположения Мало-Тарынского золоторудного месторождения на территории Республики Саха (Якутия)

Таблица 1 – Географические координаты угловых точек МТРП

№ точки	Широта	Долгота
1	63° 51' 20"	143° 16' 25"
2	63° 51' 11"	143° 13' 11"
3	63° 54' 33"	143° 04' 39"
4	63° 56' 20"	143° 08' 52"
5	63° 54' 11"	143° 12' 27"

Мало-Тарынское рудное поле находится в 120 км от автодороги II класса «Колыма», круглогодично соединяющая п. Усть-Нера с городами Якутск и Магадан, расстояния соответственно 1042 и 1056 км. На территории рудного поля хорошо развита инфраструктура временных дорог. В 20 км восточнее проходит высоковольтная ЛЭП-35 кВ и автодорога III класса.

ООО «Богуславец» выиграло аукцион на право пользования недрами для геолого-разведочных работ и добычи рудного золота и серебра на месторождении Мало-Тарынское (согласно лицензии на 25 лет) с запасами золота: категории С2 — 12 540 кг, категории С2 (забалансовые) — 518 кг, прогнозные ресурсы категории Р1 — 38 т, категории Р2 — 70 т, серебра: прогнозные ресурсы категории Р1 — 2 717 кг [17].

1.1 Природные условия

Оймяконский район характеризуется резко континентальным климатом. В этом суровом крае период с положительной среднесуточной температурой не превышает 3-3,5 месяца, а среднегодовая температура воздуха достигает минус 15⁰С. Наиболее низкие температуры приходятся на декабрь-январь, достигая среднемесячных значений минус 48⁰С.

Участок МТРП не опасен для схода лавин и возникновения селевых потоков, потому что среднегодовое количество осадков составляет 250 – 300мм, большая часть их выпадает в летний период. Снеговой покров ложится в начале сентября и сходит в начале июня.

Для Мало-Тарынского рудного поля характерен среднегорный, средне расчленённый рельеф, нередко крутые склоны с углами 20-30°. Абсолютные отметки от 740-760 до 1200-1300м, относительные превышения 350-450м.

В районе работ развита многолетняя мерзлота. В летний период величина оттаивания мёрзлых пород с дневной поверхности за сутки составляет 0,05 – 0,1м, в среднем 0,08м. Максимальная глубина оттаивания мерзлоты за сезон не превышает 0,5 – 1,0м. В летний период отмечается водоприток в горные выработки, составляющий 0,3 и более м³/час.

Почвенный покров представлен преимущественно криоземами – почвами с криогенным горизонтом, сформированным мерзлотными перемещениями переувлажненной почвенной массы. Криогенный горизонт представляет собой грязно-бурую или серовато-бурую не глеевую или слабо оглеенную, бесструктурную или слабо оструктуренную минеральную массу суглинистого гранулометрического состава, подстилаемого льдистой мерзлотой. Признаки мерзлотных нарушений проявляются в виде фрагментов органогенных горизонтов и вихревого рисунка минеральной массы в надмерзлотной части профиля.

Главным водным объектом является р. Малый Тарын, ширина русла которой достигает 40м, средняя глубина 0,7-1,2 м. Её притоки, дренирующие площадь участка, ручьи Ненадежный, Кус-Юрие, Маскыл, Эгелях, Голубичный, Зелёный, Ягодный, Пологий (рисунок 2) характеризуются скоростью течения 1-2м/сек и расходом воды 0,2-2,0м³/сек. Все водотоки характеризуются непостоянным режимом, скорость течения и водный режим зависит от времени года и атмосферных осадков.

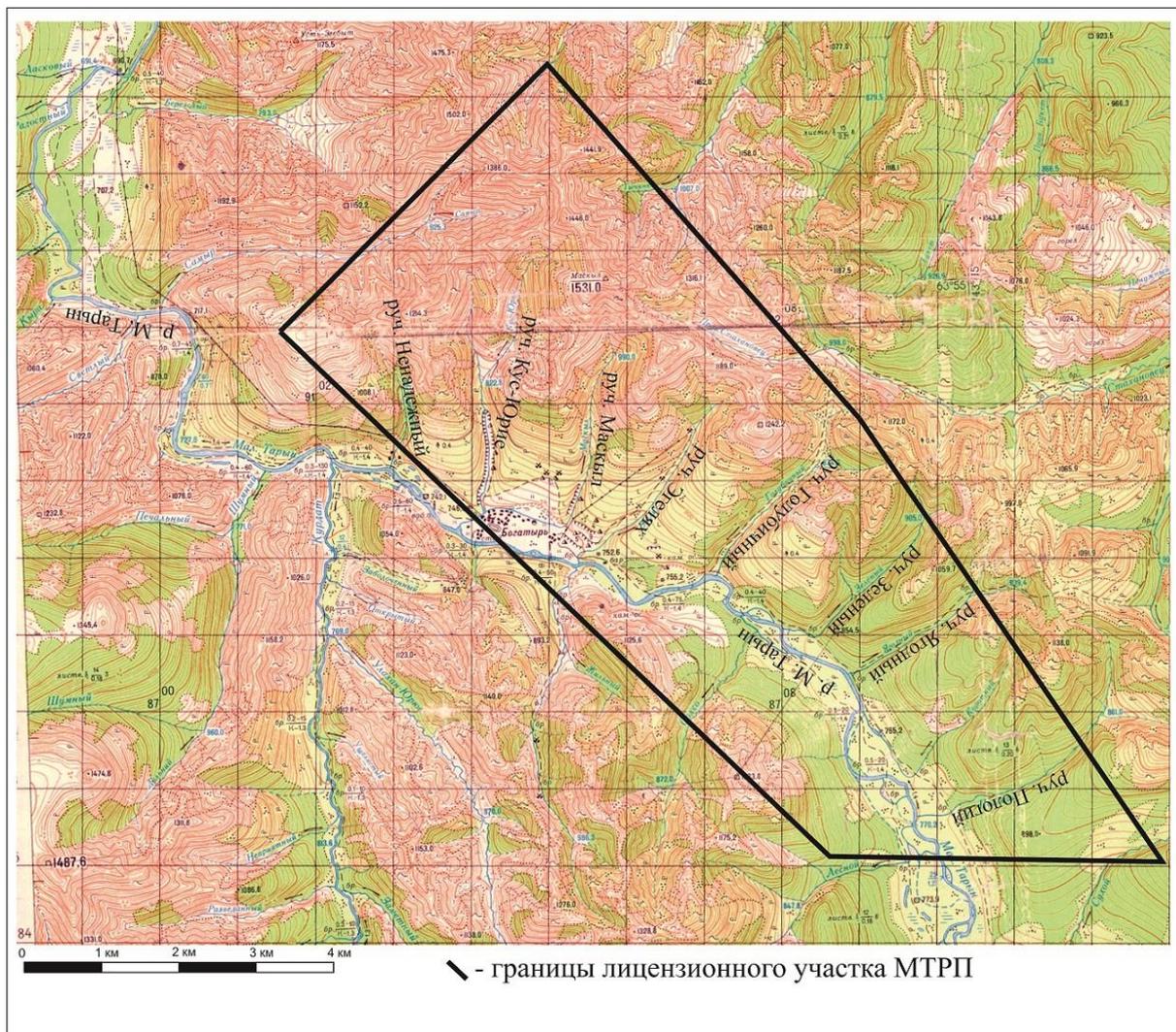


Рисунок 2 – Расположение лицензионного участка МТРП на фрагменте топографической карты района работ

Питание рек и ручьев происходит за счёт атмосферных осадков, вод деятельного слоя, таяния льда и снега. Поверхностный сток начинается в первой декаде июня и прекращается в начале сентября. В зимнее время ручьи промерзают до дна. В пределах отработанных россыпей в долине р. Малый Тарын имеются отстойники, образованные отработкой россыпей золота. Объём воды в отстойниках достигает десятков тысяч кубических метров. По своему качеству вода ручьёв пригодна для бытовых и технических нужд.

Долины основных водотоков представлены техногенным ландшафтом (рисунок 3). Мощность элювиально-делювиальных образований на

водоразделах и склонах от 3,0 м до 6,0 м, а аллювиальных отложений в долинах ручьев до 30,0 м.

Древесная растительность в долине р. Малый Тарын и большинстве её притоков практически уничтожена при отработке россыпей. Лес, пригодный для отопления, имеется в небольшом количестве на склонах долин и в верховьях ручьёв. Строчевой лес произрастает в долине р. Малый Тарын, ниже и выше по течению от описываемой площади, в местах, не затронутых отработкой россыпей.

Заповедные зоны, охотничьи и пастбищные угодья в районе отсутствуют. Животный мир представлен бурыми медведями, лосями, оленями, зайцами, белками, горностаем и другими. Из птиц – куропатки, утки, чайки и другие. В основных водотоках водится хариус и другие.



Рисунок 3 – Техногенные ландшафты в русле р. Малый Тарын, сформированные после отработки россыпей

В процессе золотодобычи из россыпей Мало-Тарынского рудного поля были вскрыты и переработаны миллионы кубометров грунтов, уничтожены растительный и почвенный покровы, загрязнены большие пространства технологическими водами и т.д. Это повлекло за собой изменение исконного русла реки Малый Тарын. В настоящее время долина реки и прилегающие к ней территории представляют мозаику антропогенных ландшафтов. Здесь присутствуют водоемы-отстойники, каменистые терриконы, на которых в течение многих лет не происходит возобновления растительности, а также участки, где изменение растительных сообществ находится на разных этапах процесса сукцессии [17].

1.2 Минерагения Якутии

Металлогения Якутии в соответствии с разнородным геологическим строением представлена в форме трех частей: Южная (Алданский щит), Западная (Восточная половина Сибирской платформы) и Восточная (мезозойская складчатая область).

Металлогенические подразделения Восточной Якутии пространственно идентифицированы и соразмерны с тектоническими. Территория региона частично охватывает крупные третьепорядковые складчатые и одновременно металлогенические системы: Верхояно-Колымскую, Новосибирско-Чукотскую и Чукотскую, которые вместе составляют Верхояно-Чукотскую складчатую область и одновременно металлогеническую провинцию (второй порядок), составную часть первопорядкового Тихоокеанского тектонического и металлогенического пояса. Подразделениями четвертого порядка являются структурно-металлогенические (СМЗ) и структурно-формационные (СФЗ) зоны.

В Верхояно-Колымской системе это Верхоянская, Сетте-Дабанская, Яно-Полоусненская, Алазейская, Иньяли-Дебинская и другие зоны.

В районах сконцентрированы рудные коренные и россыпные объекты – представители 55 видов полезных ископаемых и 196 типов рудных

формаций. Наиболее распространены золото-кварцевая малосульфидная, свинцово-цинковая, серебросодержащая, хрусталеносная терригенная, касситерит-сульфидная, касситерит-силикатная, касситерит-кварцевая, золото-редкометальная, киноварная терригенная формации.

Геологическая и металлогеническая характеристика региона поделена на этапы, эпохи, мега- и суперэпохи, отвечающие соответственно формациям, рядам формаций (структурным рядам), комплексам рядов формаций (структурным этажам) и слоям земной коры (сериям структурных этажей). Поскольку перечисленные структурно-вещественные подразделения представляют собой разнопорядковые циклокомплексы, история их возникновения, развития и смены одним другим рассматривается как сложный циклический (периодический) процесс.

Наиболее древние геологические образования и связанные с ними полезные ископаемые относятся к среднепротерозойской суперэпохе, которая представлена в Сетте-Дабанской СМЗ своим (низы рифея) структурным этажом, состоящим из формационных рядов платформенного типа.

Позднепротерозойская (рифей-венд) суперэпоха в Сетте-Дабанской, Хараулахской, Селенняхской, Омудевской, Алазейской и Приколымской СМЗ делится на мегаэпохи: таловскую, ясенскую, лахандинскую и кыллахскую, близкие по времени к готской, гренвильской, делийской и байкальской тектоническим эпохам.

Стратиформная металлогения рифея и венда – золотоносные, медистые, хромистые песчаники, оолитовые железные руды, черные металлоносные и медистые сланцы, медно-эпидотовые руды в вулканогенно-терригенных породах нижних частей формационных рядов и свинцово-цинковые, баритовые, флюоритовые - в доломитах верхних частей. Магматогенное оруденение ассоциировано с ультрамафическими (Cr, Ni) и мафическими (Cu, Ti) комплексами начала циклов, а так же со щелочно-ультрамафическими (Nb, Ta, Tr) и салическими (Pb, Zn, F) – поздних этапов.

В фанерозойской мегаэпохе выделены сеттадабанская, верхоянская и колымская мегаэпохи, условно сопоставляемые с каледонской, герцинской и альпийской тектоническими эпохами.

В сеттадабанскую мегаэпоху (кембрий-карбон) сформировались плитные и парагеосинклинальные комплексы Сетте-Дабана и антиклинарного обрамления колымского блока, эвгеосинклинальные комплексы Алазейской зоны и орогенные – Охотского и Омолонского массивов. В эвгеосинклинальных известны медно-колчеданные и медно-порфировые проявления, в орогенных – золото-серебрянные и медно-молибдено-порфировые.

Верхоянская эпоха (карбон-юра) – время формирования одноименного миогеосинклинального комплекса. В регрессивных формационных рядах его базальтоиды и золото, медно-сульфидные руды связаны с апсидными; андезит-липаритовые вулканиты, полиметаллические и сурьмяно-ртутные стратиформные руды – с флишевыми и моласновыми частями; с последними ассоциированы палеороссыпи.

Колымская мегаэпоха (юра-кайнозой) наиболее полно проявилась в Новосибирско-Чукотской системе и во внутренней части Колымского блока. Орогенные вулканоплутонические и плутонические комплексы меловой эпохи широко проявлены во многих СМЗ. Эта важнейшая в металлогеническом отношении эпоха отличается обилием и разнообразием рудных формаций, среди которых ведущая роль принадлежит формациям секущего типа, ассоциированным с плутонами и субвулканами. С кайнозойскими эпохами связаны россыпи региона [5, 22].

Ртутная специализация является одной из характерных особенностей Восточно-Якутского металлогенического пояса (ВЯМП).

Рифтогенные структуры шельфа сопрягаются на континенте с металлогеническими зонами постаккреционного Восточно-Якутского металлогенического пояса. В краевых зонах этого пояса – Нижнеянской-Селенняхской на востоке, и Екюччу-Чекурдахской, Хандыгской на западе,

соответствующих ртутнорудным поясам (рисунок 4), локализуется основная часть известных ртутных и ртуть-содержащих месторождений числом около 40. Второй ртутнорудный пояс тяготеет к западной периферии Верхояно-Колымской орогенной области – к интенсивно дислоцированному Верхоянскому складчато-надвиговому поясу. Во втором поясе ртуть накладывается на более раннюю серебро-полиметаллическую минерализацию [3].

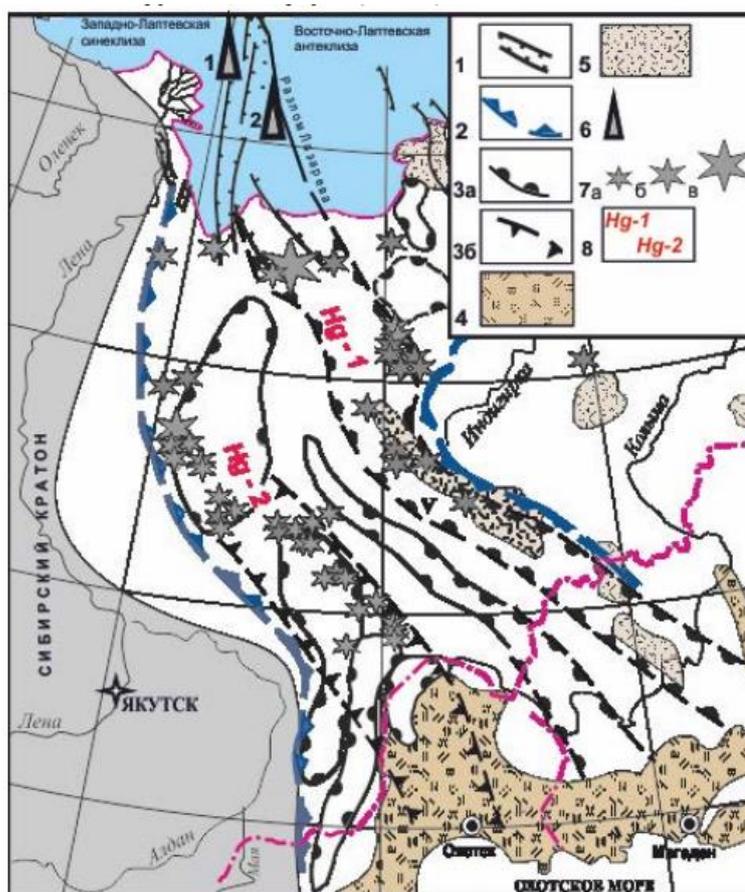


Рисунок 4 – Схема размещения проявлений ртути Восточно-Якутского металлогенического пояса [3]

Условные обозначения: 1–рифтогенные структуры, 2–границы постааккреционного апт-позднемелового ВЯМП, 3а–металлогенические зоны, 3б–Нежданкинско-Хаканджинский структурно-металлогенический тренд, 4–Охотско-Чукотский окраинно-континентальный позднемеловой вулканический пояс, 5–вулканические пояса юрского возраста, 6–перспективные нефтегазоносные области, 7–ртутные и ртуть-содержащие месторождения, 8–названия ртутнорудных поясов (Hg-1, Hg-2).

Одним из наиболее распространенных элементов в рудах Якутии, обнаруживаемым во многих кварцевых и кварц-карбонатных жилах золоторудных, полиметаллических, оловорудных и других месторождениях Верхояно-Колымской складчатой области и Алданского щита является мышьяк (рисунок 5) [20].

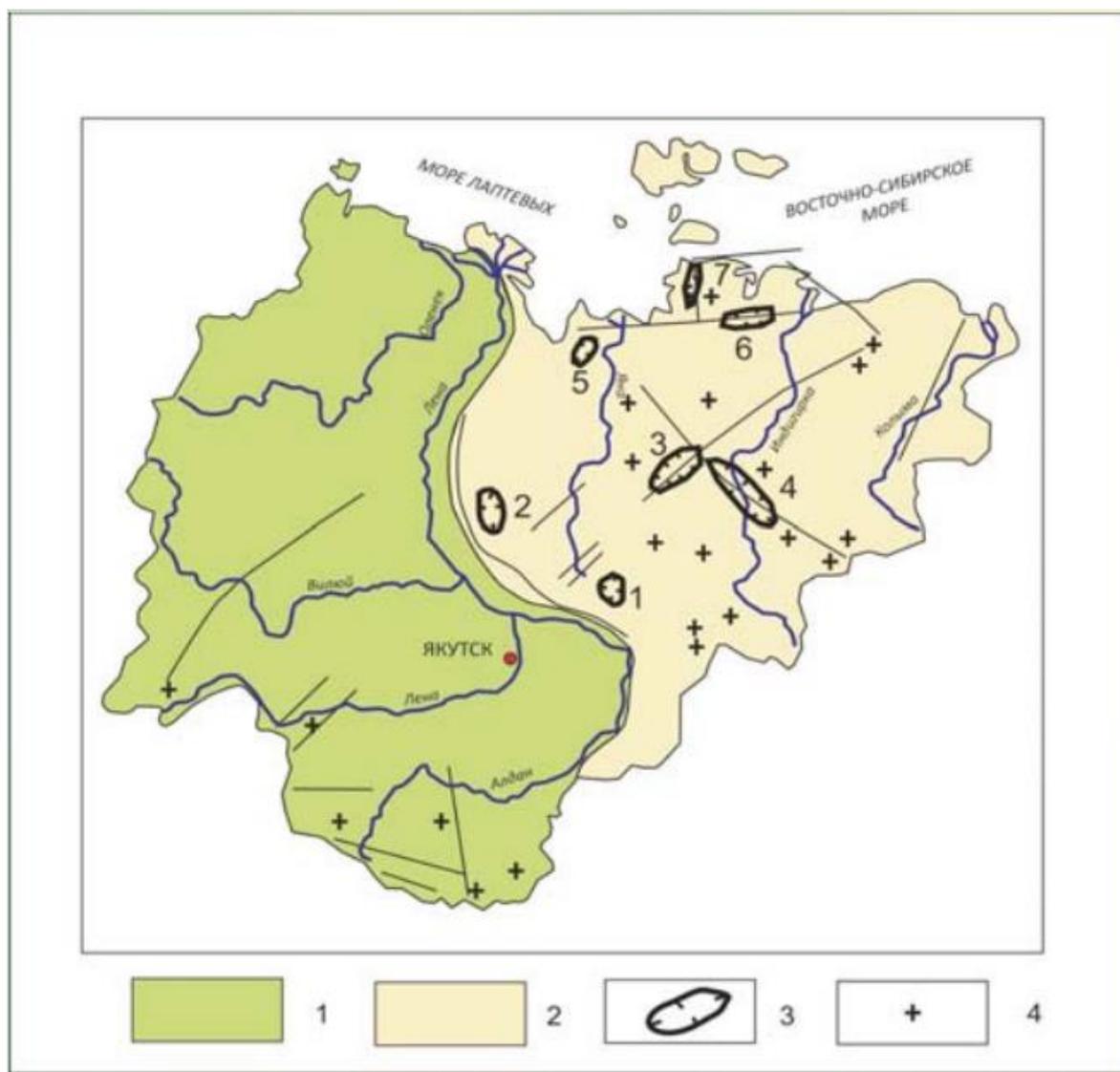


Рисунок 5 – Размещение основных зон рудной минерализации и геохимических аномалий мышьяка на территории Якутии [20]

Условные обозначения: 1 – Сибирская платформа; 2 – область мезозойской складчатости; 3 – рудные зоны с проявлениями мышьяка: 1 – Южно-Верхоянская, 2 – Западно-Верхоянская, 3 – Дербек-Нельгехинская, 4 – Адыча-Тарынская, 5 – Куларская, 6 – Полоусненская, 7 – Чохчур-Чокурдахская; 4 – крупные геохимические аномалии мышьяка.

Территория, охватывающая зону сочленения Верхояно-Колымской металлогенической провинции с Охотско-Чукотским рудным вулканоплутоническим поясом, совмещает традиционные для провинции виды оруденения в связи с орогенными гранитоидами (золото, олово, вольфрам, полиметаллы, ртуть) и вкрапленные в кислых вулканитах золото, серебро, теллур (рисунок 6).

Структурное районирование поля силы тяжести открывает дополнительные возможности прослеживания рудоносных таксонов по их генеральному простиранию (Тас-Кыстабытская рудно-россыпная зона и Сунтаро-Юдомский рудно-россыпной район) из детально изученной и опоискованной территории Магаданской области в относительно слабо исследованную часть Южного Верхоянья [6].

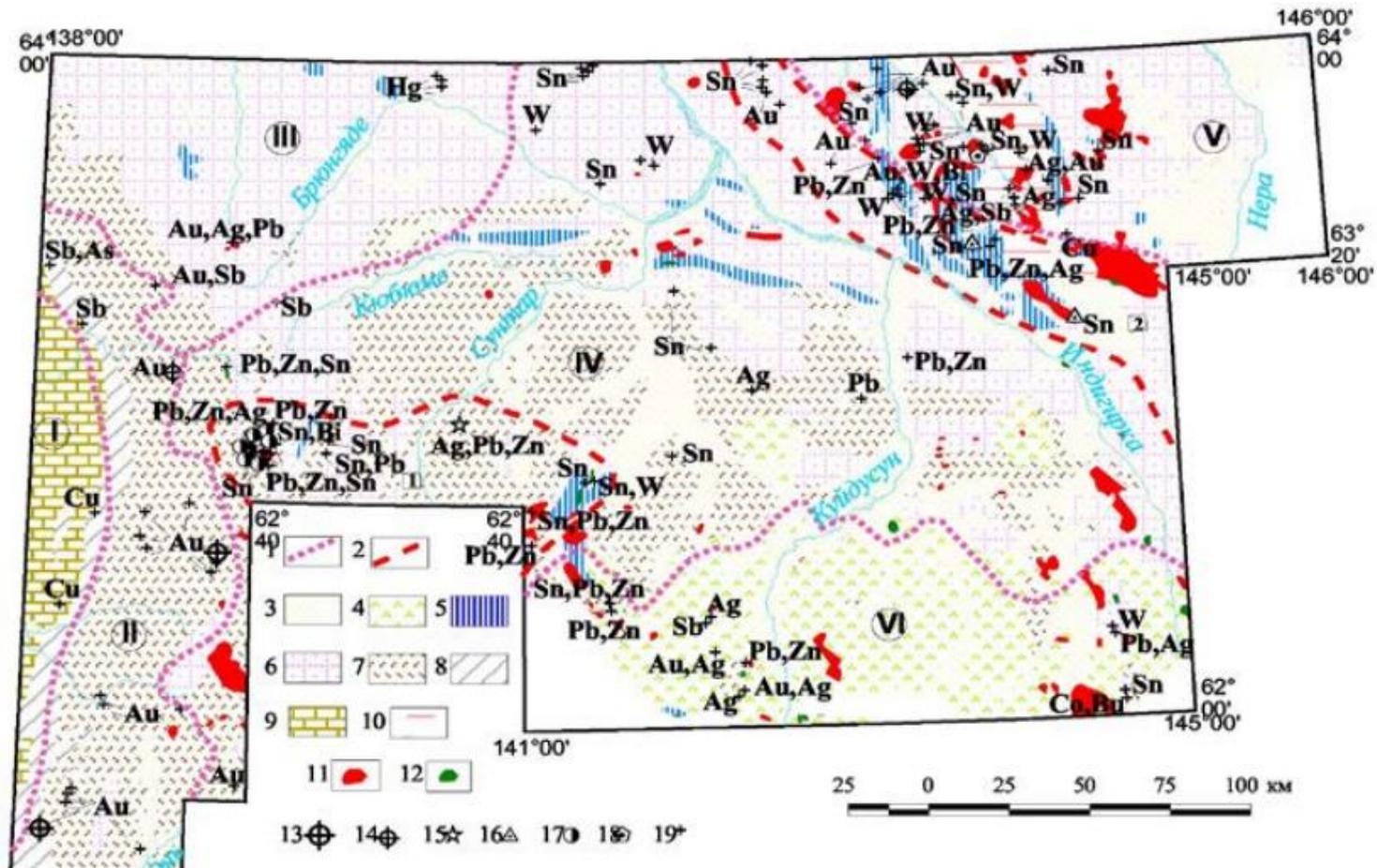


Рисунок 6 – Схема минерагенического районирования Южного Верхоянья [6]

Условные обозначения: I – Сетте-Дабанская PZ; К/медь, ангидрит, гипс (золото); II – Аллах-Юньская С2-Р1-2; К/золото; К/сурьма, мышьяк, свинец, вольфрам, молибден, серебро; III – Брюнгандинская К/золото, сурьма; К-КZ/ртуть; IV – Юдомо-Кулинская К/олово, свинец, цинк, серебро, вольфрам (молибден, золото, сурьма, бериллий, мышьяк, висмут, медь); V – Яно-Колымская P2-J2; J3- К/золото, олово, свинец, цинк, вольфрам (сурьма, висмут); VI – Куйдусунская К/ золото, серебро, молибден, медь, марганец (олово, вольфрам, свинец, цинк, кобальт, висмут, редкиеземли, камниподелочныетехнические).

В рудах золото-кварцевой формации золото способно ассоциироваться со всеми присутствующими в них минералами. Предложено понятие «продуктивная минеральная ассоциация» имеющая в виду не вообще полный набор минералов-спутников в рудах, а те из них, с которыми золото связано тесно и постоянно. Если кварцевые жилы содержат хотя бы ничтожную долю сульфидов и других минералов, золото непременно входит с ними в ассоциации, и его выделение легче всего отыскать именно в них.

В каждом месторождении ассоциации золота индивидуальны, зависят от набора, количества и размещения минералов-спутников, текстурных особенностей жил, их морфологии, мощности, характера вмещающих пород [28].

Мало-Тарынское золоторудное месторождение расположено в Яно-Колымской мезозойской складчатой зоне. На юге района основные складчатые структуры ориентированы в меридиональном направлении, к северу они постепенно разворачиваются до северо-западного простирания. Площадь рудного поля расположена в зоне сочленения Колымо-Омолонского микроконтинента и Верхоянской континентальной окраины в пределах Верхне-Индибирского мегасинклинория выделяемого в составе Верхояно-Колымской складчатой системы.

Площадь Мало-Тарынского месторождения сложена терригенными породами норийского возраста, среди которых выделяются песчанистые алевролиты; алевролиты; аргиллиты; мезомиктовые тонкозернистые, мелкозернистые, редко среднезернистые песчаники; олигомиктовые гравелиты и конгломераты, горизонты подводно-оползневых брекчий (микститов). Преобладают песчанистые алевролиты и аргиллиты, вмещающие серии сближенных пластов мезомиктовых, преимущественно мелкозернистых песчаников. Последние имеют рудоконтролирующее значение.

Магматические образования в пределах рудного поля развиты незначительно и представлены единичными мелкими дайками андезитовых,

диоритовых, кварцевых, диоритовых порфиритов позднеюрского возраста, установленными в бассейне руч. Зелёный, на водоразделе Кус-Юрье – Самыр, в северо-западной части площади. Первичные магматические минералы в них полностью замещены тонкой смесью вторичных образований, среди которых диагностированы серицит, хлорит, актинолит, карбонат и кварц. Очень редко в породах наблюдаются реликты офитовой (долеритовой) структуры, выраженные наличием тонкопризматических полизернистых серицитовых псевдоморфоз (предположительно по плагиоклазу) на фоне тонкозернистой минеральной массы. В плотике низовьев руч. Зелёный обнажается весьма изменённая дайка андезитовых порфиритов зеленовато-серого цвета прожилковоокварцованная с вкрапленностью пирита. На западе в лицензионную площадь частично попадает гранитоидный Самырский массив.

Структура месторождения определяется расположением его на северо-восточном крыле антиклинальной складки, осложнённой Мало-Тарынской зоной разрывов. Антиклинальная складка имеет восток-северо-восточное простирание.

Складчатые структуры осложнены довольно широко развитой сетью дизъюнктивных дислокаций, принадлежащие системам различной ориентировки: северо-западной, субмеридиональной и субширотной.

Основной рудовмещающей структурой Мало-Тарынского месторождения является рудная зона, принадлежащая Мало-Тарынской зоне разрывов, прослеженная до 4,5 км на правом берегу Малого Тарына от его южных полигонов до верховий руч. Эгелях. Рудная зона представлена минерализованной зоной дробления сложной морфологии с многочисленными ответвлениями, оперяющимися трещинами, развитыми в полосе до 150 и более метров [30].

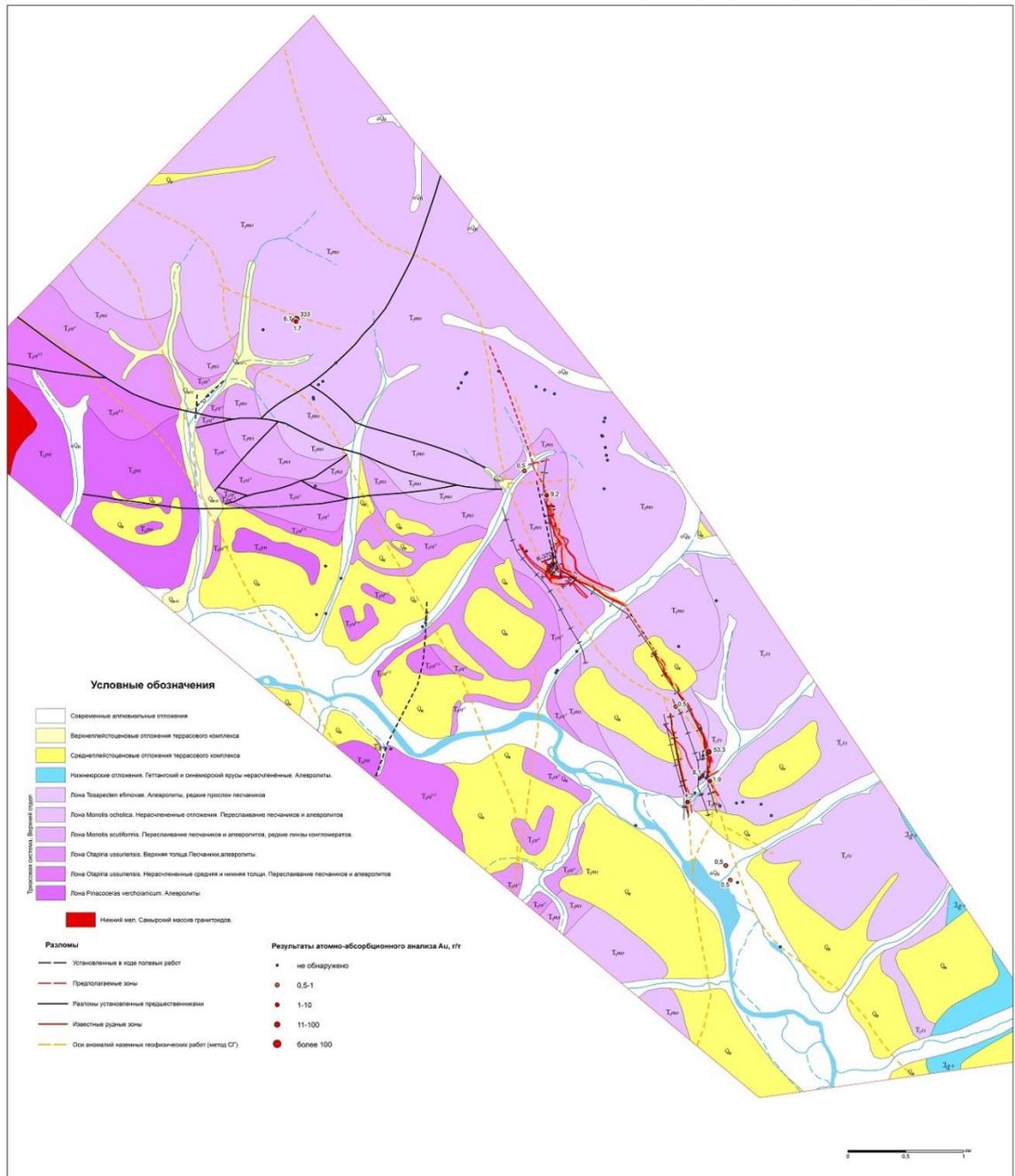


Рисунок 8 – Геолого-структурная схема Мало-Тарынского рудного поля [30]

Основным полезным компонентом месторождения является золото, попутным – серебро. По сложности геологического строения месторождение Мало-Тарынское отнесено к 3 группе согласно «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» [72].

1.4 Геохимическая характеристика

Мало-Тарынское месторождение относится к золото-кварцевому типу месторождений, локализованных в условиях сплошной мерзлой зоны Северо-Восточной Якутии [20]. Руды отличаются высокими содержаниями золота при компактных размерах рудных залежей. По предварительным результатам поисков, проведенных ГУГГП «Якутскгеология» на территории Республика Саха (Якутия), перспективами выявления крупных богатых золото-кварцевых месторождений штокверкового типа обладает именно Тарынский рудный узел [17].

Исследователи предполагают образование месторождений в два этапа, когда первой формируется малосульфидная золото-кварцевая минерализация, а затем сурьмяная, разделенные значительным временным интервалом, но совмещенные в длительно развивающихся тектонических зонах [29]. Это говорит о возможном наличии в золото-кварцевом месторождении схожего химического состава с золото-сурьмяным месторождениям, только на разных стадиях формирования.

Для таких месторождений характерен близкий комплекс распространенных микроэлементов Cr, Mn, Ti, Cu, Pb, Zn и постоянное присутствие As, Sb, Co, Ga, Ag – элементов характерных для золоторудной минерализации.

Золоторудное месторождение Бадран расположено в бассейне Индигирки в 134 км к западу от пос. Усть-Нера, недалеко от МТРП (рисунок 1). По результатам КР-спектроскопии, газовой хроматографии, термо- и криометрических анализов флюидных включений в кварце и физико-химического моделирования процессов минералообразования Бадранского золото-кварцевого поднадвигового месторождения установлено, что оно является золото-кварцевым малосульфидным метаморфогенно-гидротермальным месторождением. Данное месторождение локализовано в надвиговых структурах, что позволяет отнести данный тип объектов к типичным орогенным месторождениям в понимании Д. Гровса и др. [39].

Формирование месторождений описанного типа происходит за счет вещества низкохлоридно-сульфидного слабощелочного раствора содержащего кроме Au, As, Sb еще и Hg, Ag с дополнением Sb [24].

Литогеохимическое опробование по вторичным ореолам рассеяния, проведенное на площади Бетюгенского рудного поля, близ поселка Батагай – административный центр Верхоянского улуса Якутии, схожего по геохимическим особенностям с МТРП, выявило, что Au проявляет устойчивую положительную корреляционную связь с Sb и As. Также установлено, что мышьяк проявляет значимую положительную связь с бором, который в свою очередь пространственно ассоциирует с комплексом аномалий Ni, Mn, Co, Sn, Cu, Pb [8].

Для золото-кварцевых месторождений, локализующихся в северо-восточной части Арктической зоны России, характерно высокое обогащение Si, Fe, S, B, Au и Ag, умеренно — Cu, Mg, Ca, Zn, Cd, Pb, Sb, W и Mn и низко — Hg, V, Li, Bi, Se, Te, Mo, F, Co и Ni. Например, для месторождения Совиное (коренное месторождение золота у побережья Чукотского моря в пределах Иультинского района Чукотского автономного округа) характерен бедный спектр элементов-индикаторов: Au, Ag, As, W, Pb и слабые аномалии Sn, Mo, Ba, Cu, Zn, Mn. Заметной вертикальной и латеральной зональности в распространении элементов индикаторов не установлено. Золоторудные тела характеризуются дифференцированными аномалиями Au и As и менее контрастными Ag и W, что является типоморфным для метаморфогенных золото-кварцевых месторождений. Максимальные содержания элементов халькофильной группы (Pb, As, Cu, Ag, Zn) наблюдаются на северном и центральном участках месторождения, W — на южном фланге, Sn — на северном фланге. Фланги месторождения характеризуются заметным снижением содержания всех элементов [7].

Территория МТРП, согласно карте геохимической специализации структурно-формационных комплексов территории России, геохимически специализирована на Au, Ag, Pb, Sn, Cu [11].

1.5 Эколого-геохимическая характеристика

Эколого-геохимическая специализация ландшафтов Верхнеиндигирского золотоносного района обусловлена металлогеническим потенциалом территории. Так, для компонентов природной среды на данной территории характерны высокие уровни обогащения широким комплексом халькофильных элементов – Au, Sb, As, W, Sn, Ge, Hg, Bi, что связано с повышенными содержаниями этих элементов в рудах, эндогенных ореолах.

Рассматривая миграционную способность микроэлементов в водах горно-таежных ландшафтов, такие исследователи как Ферсман А.Е., Побынов Б.Б., Перельман А.И., Поликарпочкин В.В. и др. отмечали, что здесь наиболее подвижны Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Co, то есть типичные катионы; As, Ag, Sb, Ba, Hg также характеризуются высокой миграционной способностью, тогда как Ga, Co, Cr, Mn, Pb – слабой.

Общей чертой гидрогеохимии месторождений золоторудного и золото-сурьмяного типа являются слабокислая и нейтральная реакция (рН 5-7) природных поверхностных вод [19].

Для компонентов природной среды Восточной Якутии характерны геохимические аномалии мышьяка. Так, например, содержание мышьяка в растениях, распространенных в среднем течении реки Индигирки, изменяется в пределах 4 – 50 мг/кг, это связано с накоплением мышьяка растениями в районах, содержащих природные скопления этого металла. Наибольшей способностью среди растений концентрировать мышьяк обладает ягель, в зольной части которого содержание металла в 2-12 раз выше, чем в других растениях (Таблица 2). По уменьшению степени биологической аккумуляции мышьяка можно сформировать следующий ряд: ягель > кукушкин лен > брусника > лиственница > березка > багульник [20]. Также активно накапливает мышьяк ягель, произрастающий вблизи хвостохранилищ горно-обогатительных комбинатов. Уровни содержания Pb, As, Cd, Hg в сухой массе такого ягеля находятся в пределах гигиенических нормативов (Таблица 3) [4].

Таблица 2 – Содержание мышьяка в золе растительности среднего течения реки Индигирки [20]

Растение	As, мг/кг	Количество проб
Лиственница, хвоя	16	10
Березка Миддендорфа	4	10
Брусника	20	12
Багульник	40	6
Мох (Кукушкин лен)	25	7
Ягель	50	14

Таблица 3 – Содержание токсичных элементов в сухой массе ягеля, мг/кг [4]

Определяемые показатели	Содержание, мг/кг	Гигиенические нормативы мг/кг
Свинец	0,97	Не более 6,0
Мышьяк	0,21	Не более 0,5
Кадмий	0,007	Не более 1,0
Ртуть	0,002	Не более 0,1

Лишайники рода *Cladonia Rangiferina*, произрастающие в южной Якутии, отличаются высокой вариабельностью микроэлементного состава, обобщённый ряд биологического поглощения микроэлементов лишайниками имеет $Pb > Ag > Mo > Zn > Cu > Sn > Cr > Ni > V > Co$.

В гольцовых ландшафтах золоторудных полей (на примере Восточного Саяна) содержание золота в ернике, смородине, рододендроне и коре сибирской лиственницы достигает 1,7-5 г/т ($A_{Au} = 250-1000$), в ягеле и мхах 1-2 г/т ($A_{Au} = 100-500$), соответственно отражая высокие содержания золота в суффозионных ореолах, на которых они растут. В суффозионном ореоле преобладает тонкое золото, которое при криогенном выветривании легко переходит в растворимые формы и хорошо поглощается растениями [27].

1.6 Обзор геоэкологических проблем территорий, где ведется и/или велась добыча благородных металлов из россыпных месторождений

Золотоносные россыпи Восточной Сибири и Дальнего Востока разрабатываются более 100 лет. Месторождения россыпного золота

занимают пойменную и русловую части рек [14], при этом подавляющее количество разведанных месторождений золота, свинца, серебра, угля, олова, других редких металлов располагаются в долинах малых и средних рек.

Россыпная золотодобыча осуществляется карьерным способом, драгами или промывающими приборами различных типов и сопровождается вырубкой лесов, снятием торфов, устройством дренажей и отстойников [25].

Пока целью природопользования остается извлечение золота, будет продолжаться опустынивание территории без компенсации восстановления почвы и растительности. Воздействие на территорию складывается из нарушения земель, изменения качества и режима поверхностного стока, уничтожения сопутствующих природных ресурсов и изменения состояния территории.

Экологические проблемы разработки золоторудных месторождений усиливаются вовлечением в разработку месторождений с малым содержанием золота, что требует применения мощной техники и увеличения объемов добычи [18].

При разработке месторождений наибольшую опасность для окружающей среды представляют гидро- и литохимические техногенные потоки рассеяния. Все виды техногенного воздействия на компоненты окружающей среды при отработке россыпей золота могут быть классифицированы следующим образом:

1. **Разрушение речных русел.** Руслу рек и ручьев на всем протяжении золотоносной россыпи разрушаются в силу отсутствия условий для русловедения [2].
2. **Формирование техногенных ландшафтов.** Россыпи занимают все днища долин рек и ручьев, отвалы породы вскрыши приходится размещать на склонах долин [2]. Рыхлые отложения аккумулируются в терриконы высотой от 5 до 30 м. Все техногенные отложения перемешаны, что указывает на их многократную переработку [10]. После окончания работ формируется совершенно новый тип местности: техногенные воронки (карьеры), отвалы различного генетического типа, техногенные водоемы [25].

3. **Деградация криолитозоны.** Особенностью россыпных месторождений северных районов области является их размещение в зоне многолетней мерзлоты. Под влиянием отработок на нарушенных днищах долин отмечается увеличение глубины сезонного протаивания и формирование техногенных таликовых зон, происходит глубокая водно-тепловая мелиорация речных долин, не возникающая не при каких других способах освоения. В процессе добычи коренного золота открытым способом так же происходит изменение мерзлотного режима склонов и вершинных поверхностей [25]. Уничтожение многолетнемерзлотных почв отражается на режиме водотоков и влияет на экосистемы течения рек и ручьев [2]. Также изменение форм рельефа речной долины при отработке россыпей золота сказывается на таком инженерно-геологическом процессе, как наледеобразование. Например, наледей в естественных условиях в долине р. Омчак (Магаданская область, Яно-Колымский золоторудный пояс, месторождение Наталкинское) по наблюдениям первопроходцев Е.П. Машко и П.Г. Сурикова не было. При вскрытии золотоносных россыпей они стали формироваться повсеместно, создавая к концу зимнего периода ледяные потоки по руслам преобразованных боковых притоков [10].
4. **Трансформация флоры и фауны.** При отработке россыпных месторождений наблюдается уничтожение растительного покрова, изначально отличающегося большой мозаичностью и видовым разнообразием. Также уничтожаются уникальные растительные формации, снижается биоразнообразие, смещаются границы высотных поясов, уменьшается биопродуктивность, увеличивается число интродуцированных видов растений, происходит деградация оленьих пастбищ. Наиболее болевая точка, характеризующая трансформацию зоогенофонда при разработке месторождений золота, – истощение рыбных запасов и уничтожение нерестилищ. Кроме того, в результате освоения территории происходит снижение численности диких животных и птиц, усиливается фактор беспокойства [25].

5. **Загрязнение вод.** При разработке россыпных месторождений золота нарушается как гидрологический, так и гидрохимический режимы водотоков. Изменение гидрохимического режима водотоков может быть следствием любой технологической операции по разработке россыпного месторождения: вскрышных, подготовительных, транспортных добычных, промывочных, рекультивационных работ, осушения разрезов, обслуживания землеройнотранспортной техники и утилизации отходов обогащения [31]. Наибольшая степень загрязнения технологических вод при разработке золота происходит вследствие их физического загрязнения тонкими твёрдыми взвесями. После завершения работ взвеси продолжают оказывать негативное воздействие на качество воды в реках в течение многих лет, что обусловлено уничтожением растительного покрова и взрыхлением аллювиальных отложений [25]. Основными загрязняющими веществами на водосборах притоков являются нефтепродукты; взвешенные вещества, тяжелые металлы и фенолы [31].
6. **Загрязнение атмосферного воздуха.** При горных работах происходит загрязнение атмосферы пылью, соединениями углерода, азота и свинца. Наиболее существенное влияние оказывают хвостохранилища, поверхность которых подвергается ветровой эрозии [25].
7. **Поступление высокотоксичных соединений в окружающую среду.** Десятилетиями для увеличения степени извлечения золота применялась металлическая ртуть. Большое количество ртути вместе с золотом поступало на доводочные устройства, затем попадала в «хвосты» и сбрасывалась в хвостохранилища [25]. Стоит отметить применение цианистых технологий для извлечения золота, которое приводит к загрязнению водоемов ионами синильной кислоты. Жидкая фаза хвостов в последствие содержит такие химические компоненты, как цианид- и роданид- ионы, комплексные цианистые анионы железа, цинка, никеля, а также мышьяк, свинец и других тяжелых металлов [1].

8. **Образование свалок.** При добыче полезных ископаемых в условиях крайнего севера проблема накопления и складирования различных видов отходов (ТБО, металлолом, аккумуляторы, покрышки и др.) имеет особое значение, в том числе и для территорий, где велись отработки россыпей золота. Сложность утилизации отходов обусловлена труднодоступностью территории.

Перечисленные проблемы, характерные для территорий добычи россыпного золота в условиях криолитозоны, проявлены и на территории МТРП (рисунок 9).

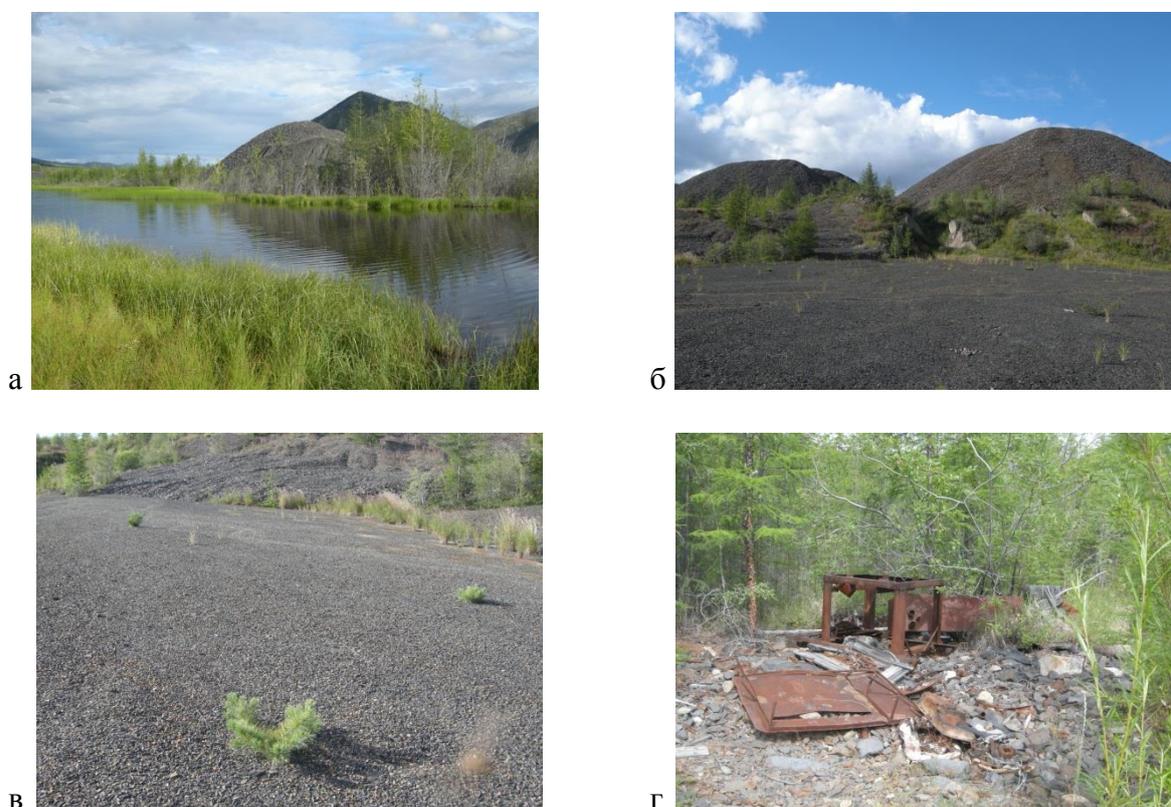


Рисунок 9 – Геоэкологические проблемы на территории Мало-Тарынского рудного поля, сформированные в результате отработки россыпных месторождений золота

а – пруды-отстойники, б – отвалы перемытых горных пород, в – деградация растительного покрова, г – образование свалок

Таким образом, эксплуатация россыпных месторождений наложила отпечаток на ландшафтный облик обширных территорий. На участках

золотодобычи выделяются наиболее уязвимые площади, рекомендуемые для охраны – водоохранные зоны и участки охраны генофонда; средоформирующие формации, обеспечивающие выполнение основной эколого-стабилизирующей функции.

Экологическое состояние территории обрабатываемых месторождений россыпного золота, определяемое степенью трансформации природно-территориальных комплексов, дифференцируется в пространстве и времени и зависит от ландшафтных особенностей территории, стадии освоения месторождения и технологических особенностей функционирования золотодобывающих предприятий [13].

2 ОБЪЕМЫ И МЕТОДЫ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ РАБОТ НА ТЕРРИТОРИИ МАЛО-ТАРЫНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Эколого-геохимические исследования на территории Мало-Тарынского рудного поля на предэксплуатационной стадии работ проведены согласно требованиям методических рекомендаций [72].

Отбор проб компонентов окружающей среды осуществлялся в строгом соответствии с нормативными документами, регламентирующими процедуры пробоотбора, с фиксацией координат расположения точек опробования и погодных условий на момент проведения работ. Лабораторно-аналитические работы для установления химического и элементного составов отобранных проб производились в аккредитованной лаборатории (г. Томск) по аттестованным методикам.

В рамках выполнения работ по эколого-геохимической оценке территории МТРП были проведены комплексные работы, включающие в себя следующие позиции:

1. литогеохимическое опробование почв;
2. литогеохимическое опробование почвенных разрезов;
3. гидролитогеохимическое опробование донных отложений из водотоков;
4. гидролитогеохимическое опробование донных отложений из прудов-отстойников;
5. гидрохимическое опробование воды из водотоков;
6. гидрохимическое опробование воды из прудов-отстойников;
7. биогеохимическое опробование ягеля (*Cladonia rangiferina*);
8. биогеохимическое опробование коры лиственницы даурской (*L. dahurica Turcz.*);
9. опробование отвалов горных пород;
10. замеры концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе;

11. отбор проб вскрышных горных пород с бортов геолого-разведочных траншей;

12. гамма-радиометрические измерения МЭД.

В рамках настоящей работы обсуждаются результаты литогеохимического, гидролитогеохимического и биогеохимического изучения МТРП.

Технология проведения литогеохимических исследований на территории МТРП.

Почвенный покров является идеальной депонирующей средой при проведении экогеохимических исследований. В составе почв фиксируются как природные составляющие, которые характерны для почвообразующих пород, так и частицы техногенного происхождения. Почвенный покров представляет собой сложную природно-антропогенную систему [81].

Отбор проб почвы на территории МТРП проводился в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 [64], ГОСТ 17.4.4.02-84 [65], ГОСТ 2517-85 [66], ГОСТ 28168-89 [67] и Методическими рекомендациями [73] с одного горизонта (0-10 см) методом конверта. Местом отбора пробы являлась площадка размером 10×10 метров. Проба с каждой площадки представляет собой объединенную пробу, состоящую из 5 точечных проб, отобранных в углах площадки и в ее центре.

Перед отбором проб почвы осуществлялось очищение от растительного покрова поверхности почвенного покрова в месте отбора точечной пробы. Отбор проб почвы производился при помощи лопатки из нержавеющей стали из прикопок. Отобранные пробы упаковывались в чистые полиэтиленовые пакеты, маркированные записками с шифром пробы, датой и местом отбора. Масса объединенной пробы почвы составляла не менее 1 кг.

Общее количество отобранных проб почв из приповерхностного горизонта (с учетом проб, отобранных с горизонта (0-10 см) при опробовании почвенных разрезов) на территории МТРП составило 23 образца (рисунок

10). Сеть отбора проб почв максимально возможно приближена к сети опробования природных поверхностных вод из водотоков.

После отбора пробы почвы высушивались до воздушно-сухой массы в чистых стальных поддонах при комнатной температуре, подвергались ручному измельчению, удалению крупных посторонних включений, просеиванию через сито с размером ячейки 1мм; выделенная фракция менее 1мм подвергалась измельчению на истирателе вибрационном ИВ-МИКРО, после чего упаковывалась в пакеты из крафт-бумаги для хранения и транспортировки.

Пробы почв подвергались количественному химическому анализу на 61 химический элемент (Li, Be, Na, Mg, Al, P, K, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ru, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Th, U) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, в химико-аналитическом центре «Плазма» (аттестат аккредитации № RA.RU516895 от 05.05.2016 г.).

Измерения ртути проводились в лаборатории микроэлементного анализа природных сред Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов Томского политехнического университета. Методом беспламенной атомной абсорбции на анализаторе ртути «РА-915+» с зеемановской коррекцией и пиролизным разложением проб согласно методике ПНД Ф 16.1:2.23-2000 [77]. Использован ГСО-2500-83 (СДСП-3).

Технология проведения гидролитогеохимических исследований донных отложений из водотоков на территории МТРП

Донные отложения являются важной составляющей водных экосистем, где аккумулируется большая часть органических и неорганических веществ, в том числе наиболее опасных и токсичных. Кроме того, донные отложения являются средой обитания многочисленных классов бентофауны, и

накопление токсичных загрязняющих веществ может привести к изменению их видового состава и нарушению трофической цепи биоценоза. Информация о состоянии водных объектов, анализируемая без учета сведений о загрязненности донных отложений, может привести к ошибочным выводам [81].

Отбор проб донных отложений проводился в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01-80 [63], РД 52.24.609-2013 [80]. Отбор проб донных отложений обязательно сопровождался записями в журнале опробования согласно ГОСТ 17.1.5.01-80 [63].

Пробы донных отложений отбирались без стратификации из приводного слоя. Отбор проб производился на участках водотоков с установившимся динамическим равновесием между взвешенными частицами и донными отложениями, где отсутствует смыв последних.

Пробы донных отложений отбирались при помощи лопатки из нержавеющей стали, упаковывались в чистые полиэтиленовые пакеты, маркированные записками с шифром пробы, датой и местом отбора. Масса каждой отобранной пробы составляла не менее 1 кг.

Общее количество отобранных проб донных отложений из водотоков на территории МТРП составило 22 образца (рисунок 10). Сеть отбора проб донных отложений водотоков совпадала с сетью отбора проб воды из водотоков.

Пробоподготовка, количественный анализ методами МС-ИСП и ААС донных отложений водотоков проводились аналогично изучению образцов почв.

Технология проведения биогеохимического опробования растительности на территории МТРП

Для биогеохимических поисков золоторудных зон рекомендован ягель (олений мох), который образует сомкнутые сообщества и покровы интересен для выделения аномалий золота погребенных золото-сульфидных зон надсолифлюкционными покровами [27]. При биогеохимических поисках

рудных месторождений уместно использовать многолетние растения с глубоко проникающими корневыми системами. К таким биообъектами опробования относится лиственница даурская (*Larix daurica*), а также сосна обыкновенная (*Pinus silvestris*) и береза плосколистная (*Betula platypholla*) [32].

Для проведения биогеохимических исследований на территории МТПП были выбраны ягель (*Cladonia rangiferina*) и кора лиственницы даурской (*L. dahurica Turcz.*). Лиственница - главная, наиболее распространенная лесообразующая порода России. Широкое распространение лиственницы даурской (*L. dahurica Turcz.*) в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке обуславливает ее хозяйственное и экологическое значение. Встречается повсеместно в чистых и смешанных древостоях [21]. Лиственница даурская (*L. dahurica Turcz.*) имеет корневую систему, почти идеально приспособленную к холодным переувлажненным почвам. Она отличается большой длиной корней и массовым образованием придаточных корней. Последнее позволяет ей успешно произрастать на моховых болотах с интенсивным нарастанием торфа и постепенным повышением уровня многолетней мерзлоты. Корневые окончания у лиственницы трогаются в рост при небольшой отрицательной температуре (при которой почвенная влага находится в жидком состоянии), что дает возможность этому виду произрастать в наиболее континентальных и холодных районах Северного полушария [53]. Ягель – достаточно широко используемый биологический вид в практике эколого-геохимических работ. Так в частности ягель может являться индикатором золоторудных зон. Ягель является золото аккумулялирующим растением, а распределение мышьяка в ягеле используют при геохимических поисках рудных месторождений [27].

Отбор проб растительности проводился согласно Методическим рекомендациям по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами [73]. При этом, в виду характерных особенностей произрастания ягеля и

лиственницы, точки опробования ягеля (*Cladonia rangiferina*) располагались преимущественно в верховьях ручьев, а точки отбора проб коры лиственницы даурской (*L. dahurica Turcz.*) распределены относительно равномерно по площади Мало-Тарынского рудного поля.

Биогеохимические пробы коры лиственницы даурской отбирались с нескольких (3–5) взрослых деревьев с 4-х сторон ствола на высоте 1,5 метра от земли в каждой точке. Пробы ягеля отбирались не менее чем с 4 пробных площадок на каждой точке опробования. Омертвевший материал, частицы почвы, и мусор были удалены вручную из образцов. Общее количество отобранных проб ягеля (*Cladonia rangiferina*) на территории МТПП составило 14 образцов, проб коры лиственницы даурской (*L. dahurica Turcz.*) – 22 образца (рисунок 10). Сеть отбора проб растительности максимально совпадала с сетью отбора проб почвы. Отобранные пробы растительности помещались в пакеты из крафт-бумаги, в которых впоследствии высушивались до состояния воздушно-сухого вещества, после чего измельчали до состояния мелкого однородного порошка.

Пробы ягеля (*Cladonia rangiferina*) и коры лиственницы даурской (*L. dahurica Turcz.*) подвергались количественному химическому анализу на 53 химических элемента (Li, Be, B, Na, Mg, Al, P, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Rb, Sr, Y, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ir, Au, Tl, Pb, Bi, Th, U) методом МС-ИСП в химико-аналитическом центре «Плазма» (аттестат аккредитации № RA.RU516895 от 05.05.2016 г.). Измерения ртути проводились в лаборатории микроэлементного анализа природных сред Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов Томского политехнического университета. Методом беспламенной атомной абсорбции на анализаторе ртути «РА-915+» с зеемановской коррекцией и пиролитическим разложением проб согласно методике ПНД Ф 16.1:2.23-2000 [77]. Использован ГСО-8923-2007 (ЛБ-1).

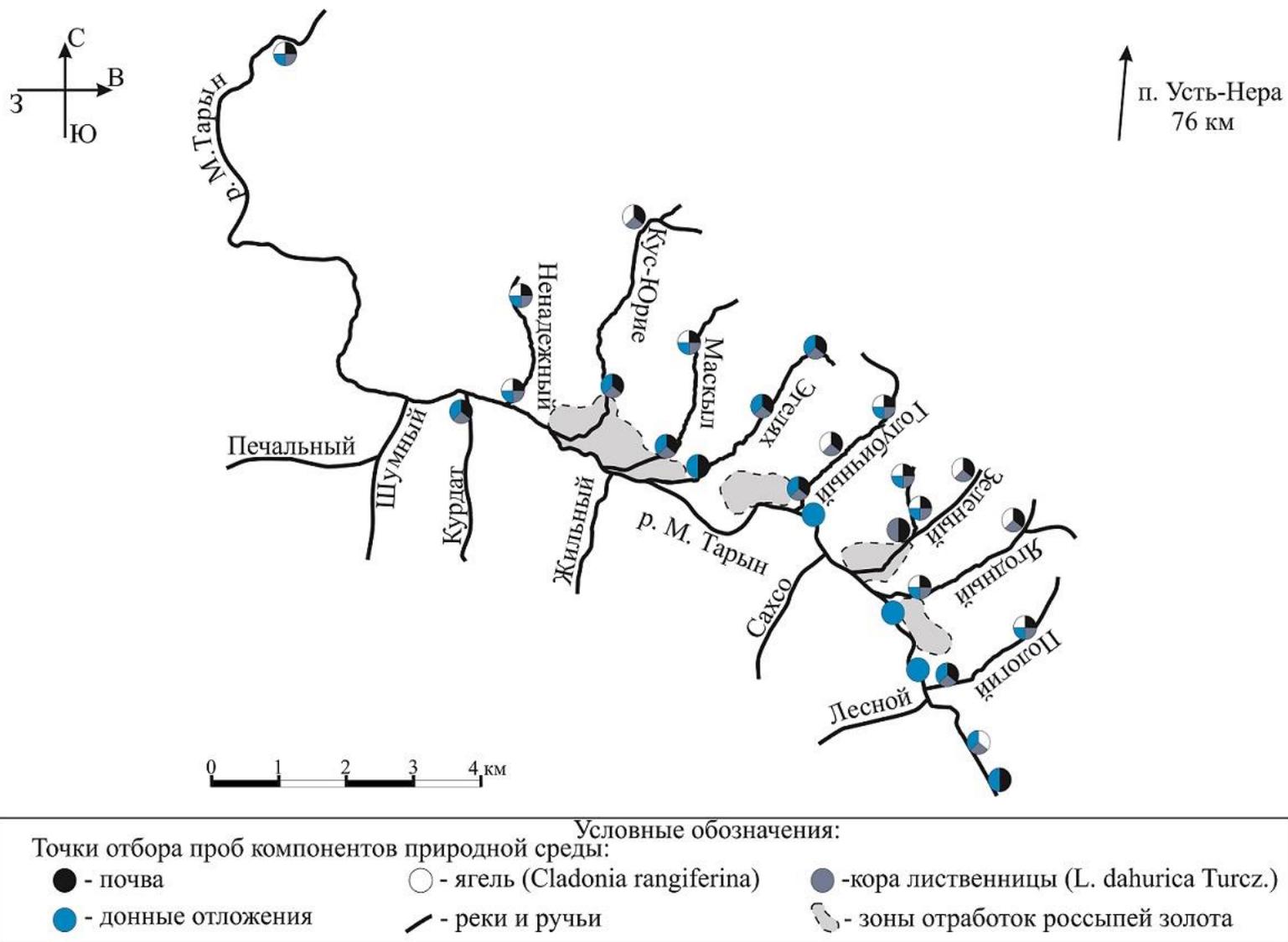


Рисунок 10 – Карта-схема комплексных эколого-геохимических исследований на территории МТРП

Общий объем лабораторно-аналитических работ представлен в таблице

4.

Таблица 4 – Объем лабораторно-аналитических работ

Природная среда	Почва (0-10 см)	Донные отложения водотоков	Ягель (<i>Cladonia rangiferina</i>)	Кора лиственницы (<i>L. dahurica Turcz.</i>)	Общечисло проб
Количество проб	23	22	14	22	81
Количество анализируемых химических элементов	62	62	54	54	-
Количество элементо- определений	1426	1364	756	1188	473 4
Аналитический метод	масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, беспламенная атомная абсорбция				

3 МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАЛО-ТАРЫНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Математико-статистическая обработка экспериментальных эколого-геохимических данных производилась с использованием ПО Statistica 8.0.

Для выборок по природным средам на исследуемой территории были определены основные параметры распределения химических элементов: максимальные, минимальные, средние арифметические значения, средние геометрические, мода, медиана, стандартное отклонение, дисперсия выборки, коэффициент вариации, асимметрия, ошибка асимметрия, эксцесс, ошибка эксцеса.

Также применялись методы корреляционного и кластерного анализов. Задача кластерного анализа сводится к разбиению множества химических элементов на группы, в которые объединяются элементы с наивысшими значениями меры сходства. А метод корреляционного анализа предназначен для обработки статистических данных, на основе изучения коэффициентов корреляции между переменными [23].

Для обработки данных применялись расчеты эколого-геохимических критериев: коэффициент концентрации, геохимические ряды ассоциаций, сумарный показатель загрязнения, коэффициент биологического перехода, а также уровни содержания тяжелых металлов в почвах и донных отложениях сопоставлялись с гигиеническими нормативами [55].

- Расчёт коэффициента концентрации химических элементов в почвах и донных отложениях:

$$K = \frac{C}{C_k}; \quad (1)$$

где K – коэффициент концентрации,

C – содержание химического элемента в пробе, мг/кг;

C_к – кларк химического элемента в верхней части континентальной земной коры [12], мг/кг.

Расчет коэффициента концентраций химических элементов в почвах и донных отложениях водотоков произведен относительно кларка верхней части континентальной земной коры [12], согласно рекомендаций [15].

- Расчёт коэффициента концентрации химических элементов в сухом веществе ягеля (*Cladonia rangiferina*) и коры лиственницы даурской (*L. dahurica Turcz.*):

$$K = \frac{C}{C_k}; \quad (2)$$

где K – коэффициент концентрации,

C – содержание химического элемента в пробе, мг/кг;

C_к – содержание химического элемента в образце референтного растения [42], мг/кг.

- Построение геохимических рядов ассоциаций химических элементов проводилось для каждой из 4-х рассматриваемых природных сред, для этого полученные коэффициенты концентрации располагались последовательно по мере уменьшения значений.
- Расчёт суммарного показателя загрязнения для всех природных сред:

$$Z_{снз} = \sum K - (n-1); \quad (3)$$

где Z_{снз} – суммарный показатель загрязнения,

K – коэффициент концентрации,

n – количество элементов, принимаемых в расчете.

Для определения степени загрязненности территории [26] используется специальная градация величины суммарного показателя загрязнения (таблица 5).

Таблица 5 – Градация величины суммарного загрязнения [26]

Суммарный показатель загрязнения	Степень загрязнения территории
< 16	Низкая
16–32	Средняя
32–128	Высокая
> 128	Очень высокая

- Расчет коэффициента биологического перехода химических элементов из почвы в вещество ягеля (*Cladonia rangiferina*) и коры лиственницы даурской (*L. dahurica Turcz.*):

$$A_i = \frac{C_z}{C_n}; \quad (4)$$

где A_i – коэффициент биологического перехода,

C_z – содержание химического элемента в сухой массе растений, мг/кг,

C_n – содержание химического элемента в почве, мг/кг.

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСООБЕСПЕЧЕНИЕ

5.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности и объемы работ

Целью выпускной квалификационной работы является обработка и интерпретация результатов анализов для эколого-геохимической оценки территории Мало-Тарынского рудного поля. Площадь лицензионного участка работ составляет – 37 км². Протяженность пеших маршрутов – 30 222 метра. Точки опробования привязаны к ручьям, притокам реки М. Тарын.

Объектами исследования являются почва, донные отложения, кора лиственницы и ягель. В июле 2016 на территории работ были отобраны: 23 пробы почвы, 22 пробы донных отложений водотоков, 14 проб ягеля и 22 пробы коры лиственницы.

Полевые работы. Во время полевого периода производился отбор проб. Опробование проводится по ранее определенной сети отбора проб. Период работ составлял с 18 июля по 27 августа 2016 года.

Лабораторные работы включали сушку и измельчение сухих проб, затем пробы отправлялись на анализ. Элементный состав проб был определен методом масс спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в химико–аналитическом центре «Плазма».

Камеральные работы. Формирование базы по результатам проведенных анализов, сопоставление с литературными данными, составление наглядных графиков, диаграмм, карт презентаций. Отчет предоставляется в соответствии с техническим заданием и требованиям к эколого-геохимическим исследованиям. Период работ составлял с сентября 2016 года по май 2017 года.

Календарный план отражает отдельные этапы и виды планируемых работ, общую их продолжительность и распределение этого срока по месяцам. Виды и объем научно-исследовательской работы представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Виды и объемы работ

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Эколого–геохимические работы литогеохимическим методом по почвам	проба	23	Отбор проб почвы	Блокнот Ручка Пакеты Лопата
2	Проведение маршрутов при эколого–геохимических работах литогеохимическим методом по почвам	км	30,2	Пеший маршрут	Снаряжение
3	Эколого–геохимические работы литогеохимическим методом по донным отложениям	проба	22	Отбор проб донных отложений	Блокнот Ручка Пакеты Кольцо
4	Проведение маршрутов при эколого–геохимических работах литогеохимическим методом по донным отложениям	км	30,2	Пеший маршрут	Снаряжение
5	Эколого–геохимические работы биогеохимическим методом по коре	проба	22	Отбор проб коры лиственницы	Блокнот Ручка Крафт пакеты Нож
6	Проведение маршрутов при эколого–геохимических работах биогеохимическим методом по коре	км	30,2	Пеший маршрут	Снаряжение
7	Эколого–геохимические работы биогеохимическим методом по ягелю	проба	14	Отбор проб ягеля	Блокнот Ручка Крафт пакеты
8	Проведение маршрутов при эколого–геохимических работах биогеохимическим методом по ягелю	км	30,2	Пеший маршрут	Снаряжение
9	Камеральная обработка	проба	81	Формирование базы данных. Построение карт, графиков, и др.	Персональный компьютер

5.2 Расчет затрат времени и труда на научно-исследовательскую работу

Расчет затрат времени определен с помощью «Инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» и ССН-93 выпуск 2 «Геоэкологические работы» [69].

Расчет затрат времени производится по формуле:

$$N=Q \cdot H_{\text{ВР}} \cdot K,$$

где

N-затраты времени,

Q-объем работ,

$H_{\text{ВР}}$ - норма времени,

K - коэффициент за ненормализованные условия.

Результаты расчетов затрат времени по видам планируемых работ представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Затраты времени по видам работ

№	Вид работ	Объем		Норма времени (Н)	Коэф-т	Нормативный документ	Итого смен на объем
		Ед. изм.	Кол-во (Q)				
1	Эколого–геохимические работы литогеохимическим методом по почвам	проба	23	$4.03/100=0,0403$	1	ССН, вып. 2, табл. 23	0,92
2	Эколого–геохимические работы литогеохимическим методом по донным отложениям	проба	22	$3.54/100=0,0354$	1	ССН, вып. 2, табл. 32	0,77
3	Эколого–геохимические работы биогехимическим методом по коре	проба	22	$4.48/100=0,0448$	1	ССН, вып. 2, табл. 41	0,98
4	Эколого–геохимические работы биогехимическим методом по ягелю	проба	14	$4.48/100=0,0448$	1	ССН, вып. 2, табл. 41	0,62
5	Проведение маршрутов при эколого–геохимических работах литогеохимическим методом по почвам и эколого–геохимических работах биогехимическим методом по ягелю и коре	км	30,2	$1,91/10=0,191$ + $2,07/10=0,207$	0,75	ССН, вып. 2, табл. 30 ССН, вып. 2, табл. 44	9,01
6	Проведение маршрутов при эколого–геохимических работах литогеохимическим методом по донным отложениям	км	30,2	$1,66/10=0,166$	1	ССН, вып. 2, табл. 35	5,01
7	Камеральная обработка	проба	81	$23.2/1000=0,0232$	1	ССН, вып. 2, табл. 61	1,87
Итого смен на выполнение работ							19,18

Результаты расчетов затрат времени по сотрудникам представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Затраты времени по сотрудникам

№	Вид работ	Т общ.	Геоэколог	Рабочий
1	Эколого-геохимические работы литогеохимическим методом по почвам	1,84	0,92	0,92
2	Эколого-геохимические работы литогеохимическим методом по донным отложениям	1,54	0,77	0,77
3	Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом по коре	1,96	0,98	0,98
4	Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом по ягелю	1,24	0,62	0,62
5	Проведение маршрутов при эколого–геохимических работах литогеохимическим методом по почвам и эколого–геохимических работах биогеохимическим методом по ягелю и коре	18,02	9,01	9,01
6	Проведение маршрутов при эколого–геохимических работах литогеохимическим методом по донным отложениям	10,02	5,01	5,01
7	Камеральная обработка	1,87	1,87	–
Итого		36,49	19,18	17,31

5.3 Расчет затрат на материалы для научно-исследовательской работы

Расчет затрат материалов для камерального периода осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества. Нормы расхода материалов определяются согласно ССН, вып. 2 «Геоэкологические работы» [69]. Результаты расчета затрат материалов представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Расход материалов на проведение исследований

№	Наименование и характеристика изделия	Единица	Норма	Цена, руб.	Сумма, рублей
1	Папка для бумаг	шт.	4,0	75	300
2	Блокнот малого размера	шт.	2,0	60	120
3	Бумага копировальная	Пачка (100 л)	0,1	230	23

Окончание таблицы 29

4	Карандаш простой	шт.	5,0	15	75
5	Кнопки конторские	коробка (150 шт.)	0,4	186	74,4
6	Скрепки канцелярские	коробка (250 шт)	0,5	130	65
7	Ручка шариковая (без стержня)	шт.	2,0	90	180
8	Стержень для ручки шариковой	шт.	6,0	10	60
9	Скоросшиватель	шт.	1,0	54	54
	Итого:				951,4

5.4 Расчет затрат на оплату труда

Оплата труда зависит от оклада и количества отработанного времени, при расчете учитываются премиальные начисления и районный коэффициент. Фонд заработной платы формируется с учетом дополнительной заработной платы и страховых взносов. Расчет оплаты труда представлен в таблице 30.

Таблица 30 – Расчет оплаты труда

Наименование расходов		Един. измер.	Затраты труда	Дневная ставка, руб	Сумма основных расходов
Основная заработная плата:					
Геозолог	1	чел-см	19,18	692	13273
Рабочий	1	чел-см	17,31	360	6232
И Т О Г О:	2		36,49		19505
Дополнительная зарплата	7,9%				1541
И Т О Г О:					21046
И Т О Г О: с р.к.=	1,3				27360
Страховые взносы	30,0%				8208
И Т О Г О:					35568
Материалы, $K_{ТЗР}=1,0$					0
И Т О Г О основных расходов					34 802,35

5.5 Расчет амортизационных отчислений

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Расчет амортизационных отчислений представлен в таблице 31.

Таблица 31 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол-во	Балансовая стоимость, руб.		Годовая норма амортизации, %	Время полезного использования, %	Сумма амортизации, рублей/год
		одного объекта	всего			
Аспиратор	1	71 500	71 500	20	100	14 300
Газоанализатор Ока-Т	1	123 000	123 000	20	100	24 600
Газоанализатор на NO2	1	29 000	29 000	20	100	5 800
ИТОГО	3	223 500	223 500	20	100	44 700

5.6 Расчет затрат на подрядные работы

Лабораторно-аналитические исследования производятся в химико-аналитическом центре «Плазма». Расчет затрат на подрядные работы представлен в таблице 32.

Таблица 32 – Затраты на подрядные работы

№	Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость, руб.	Итого, рублей
1	Масс спектрометрия с индуктивно связанной плазмой	81	2000	162 000
Итого:				162 000

5.7 Расчет затрат на транспортные расходы

Отбор проб проведен на территории Мало-Тарынского рудного поля (Республика Саха(Якутия)) Расчет затрат на транспортные расходы представлен в таблице 33.

Таблица 33 – Расчет транспортных расходов

Виды расходов	Стоимость единицы	Количество дней	Общая стоимость	
			Человек	Рублей
Транспортные услуги командировки (Томск - Новосибирск - Томск (автобус))	3 000 руб.		2	6000
Транспортные услуги командировки (Новосибирск - Якутск - Новосибирск (самолет))	35 000 руб.		2	70000
Транспортные услуги командировки (Якутск - Усть-Нера - Якутск (самолет))	40 000 руб.		2	80000
Транспортные услуги командировки (оплата сверхнормативного багажа (транспортировка оборудования для выполнения работ и отоборанных проб))	30 000 руб.		2	60000
Проживание в командировке (Гостиница (Якутск))	3 000 руб.	1	2	6000
Прочие выплаты (суточные)	100 руб.	37	2	7400
Итого в рублях				229 400

5.8 Общий расчет сметной стоимости научно-исследовательской работы

Общий расчет сметной стоимости оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в этой документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ. Общий расчет сметной стоимости работ отображен в таблице 34.

Таблица 34 – Общий расчет сметной стоимости работ

№		Ед. изм.	Кол-во	Единичная расценка	Полная сметная стоимость, руб.
I Основные расходы					
1	Материальные затраты			951,4	
2	Затраты на оплату труда с учетом страховых взносов			34 802,35	
3	Амортизационные отчисления			3 725	
4	Транспортные расходы			229 400	
Итого основных расходов (ОР):					268 878,35

Окончание таблицы 34

II Накладные расходы (НР)	%	10	от ОР	26 887,83
Итого основных и накладных расходов (ОР+НР):				295 766,18
III Плановые накопления	%	15	от (ОР+НР)	44 364,92
IV Подрядные работы				162 000
V Резерв	%	3	от ОР	8 066,35
Итого сметная стоимость				510 197,45
НДС	%	18		91 835,54
Итого с учетом НДС:				602 050,99

Таким образом, стоимость полевых работ на территории Мало-Тарынского рудного поля и лабораторно-аналитических работ в аккредитованной лаборатории составляет **602 050,99** рублей с учетом НДС.

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

6.1 Производственная безопасность

Работа проводится в 3 этапа и включает отбор проб, лабораторные исследования и камеральный этап. Опасные и вредные факторы возникающие при выполнении работ приведены в таблице 35.

Таблица 35 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ

Этап работ	Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999г.) [57]		Нормативные документы
		Вредные	Опасные	
Полевой	Отбор проб	– Пониженная влажность воздуха; – Пониженная температура поверхностей материалов	– Пожарная опасность, – Движущиеся машины и механизмы	ГН 2.2.5.686-98 [56] СанПиН 2.2.4.548-96 [84] ГОСТ 12.1.003-83 [58]
Лабораторный	Пробоподготовка, измельчение проб	– Превышение уровня шума;	– Пожарная опасность	СанПиН 2.2.2.542-96 [82]
	Проведение рентгено-структурного анализа	– Превышение уровней электромагнитных излучений;	– Электрический ток;	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [83]
	Исследование микроминеральных фаз в составе проб с помощью электронного микроскопа	– Запыленность – Микроклимат – Недостаток освещенности		РД 2.2.2006-05 [79] ГОСТ 12.1.038-82 [62]
Камеральный	Обработка результатов с использованием персонального компьютера	– Превышение уровня шума – Монотонный режим работы – Превышение уровней электромагнитных излучений;	– Пожарная опасность – Электрический ток;	ГОСТ 12.1.019-79 [60] ГОСТ 12.1.030-81 [61] НПБ 105-03 [76] ГОСТ 12.1.004-91 [59]

К основным вредным факторам при проведении работ относятся: пониженная влажность воздуха, пониженная температура поверхностей материалов, превышение уровня шума, превышение уровней электромагнитных излучений, запыленность, нарушение микроклимата, недостаточная освещенность и монотонный режим работы.

Более подробно остановим наше внимание на источниках формирования факторов, их воздействии на организм человека и нормативы факторов соответствующих лабораторному и камеральному этапам работ.

Превышение уровня шума. Повышенный уровень шума на рабочем месте может привести к раздражительности, головным болям, быстрой утомляемости, нарушению слуха, возникновению профессиональных заболеваний.

Основные источники шума в лаборатории – стиратель вибрационный, вакуумный насос, являющийся составной частью электронного микроскопа. Источниками шума в компьютерном классе является работа вентилятора, охлаждающего системный блок и работа принтера.

Шумовое воздействие нормируется в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 “Шум. Общие требования безопасности”[58].

Уровень шума не должен превышать 50 дБА. В рабочей зоне стирателя вибрационного уровень шума не должен превышать 75 дБА.

При воздействии шума необходимо минимизировать возможные негативные последствия путем выполнения следующих мероприятий:

- а) подбор рабочего оборудования, обладающего меньшими шумовыми характеристиками;
- б) информирование и обучение работающего таким режимам работы с оборудованием, которое обеспечивает минимальные уровни генерируемого шума;
- в) ограничение продолжительности работы и интенсивности воздействия до уровней приемлемого риска;
- г) использование индивидуальных средств защиты.

Превышение уровней электромагнитных излучений. Источниками электромагнитных излучений являются компьютеры, сетевые фильтры и электронный микроскоп. Данное оборудование при работе формирует сложную электромагнитную обстановку на рабочем месте.

Электромагнитное поле воздействует на организм человека, приводя к ослаблению иммунитета, нарушению клеточного обмена, возникновению различных заболеваний, в том числе психологических (депрессия, нервозность) и др.

С увеличением продолжительности работы на компьютере соотношения здоровых и больных среди пользователей резко возрастает. Особенно ярко и устойчиво эти эффекты проявляются у женщин [54].

Допустимые нормы электромагнитного излучения при работе с оборудованием обозначены в СанПиН 2.2.2.542-96 [82] и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [83] и представлены в таблице 36.

Таблица 36 – Временные допустимые уровни ЭМП при работе с ПЭВМ [82, 83]

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Основными средствами защиты от электромагнитного излучения при работе с компьютером являются использование качественной техники, соответствующей стандартам качества, а также использование экранных фильтров, ослабляющих электростатическое и электромагнитное поле. Для того, чтобы у монитора работали защитные экранирующие свойства, при подключении его необходимо заземлить.

Запыленность. Содержание пыли в воздухе рабочей зоны определяется на основании расчетов или непосредственных измерений. В

соответствии с ГН 2.2.5.686-98 [56] пыль растительного или животного происхождения с содержанием SiO₂ от 2 до 10% относится к 4 классу опасности (вещества малоопасные), с предельно допустимой концентрацией 4 мг/м³.

Воздействие пыли на организм человека зависит, во многом от её химического состава, но зачастую может вызывать такие заболевания как бронхит и аллергия, а также вызвать такие симптомы как кашель, затрудненное дыхание, ощущение дискомфорта в глазах. Особенно опасно вдыхание пыли для людей, больных астмой, так как может вызывать приступы удушья.

Пробы почвы, донных отложений водотоков, ягеля и коры лиственницы при измельчении вызывают пыление. Мелкие частицы пробы, размером от 100 до 1 мкм попадают в воздух рабочей зоны. При этом пыль попадает в организм человека с дыханием, накапливается на слизистых оболочках и коже. Для предотвращения негативного влияния пыли на организм человека необходимо в процессе измельчения проб пользоваться индивидуальными средствами защиты (респиратором или маской), а также проводить проветривание помещения лаборатории, ежедневно проводить влажную уборку помещения.

Микроклимат. Параметры, определяющие микроклимат помещения: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха и интенсивность теплового облучения. Отклонение данных параметров ведет к чрезмерной утомляемости, возникновению болезней, снижению работоспособности и т.д.

Обработка результатов с помощью ЭВМ относится к Ia категории по уровню энергозатрат (работа, проводимая сидя, с небольшим уровнем физических затрат). Микроклиматические условия рабочей зоны для данного вида работ нормируются согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [84] и соответствуют 22-25 °С температуры воздуха и поверхностей, 40–60% относительной влажности воздуха, 0,1 м/с скорость движения воздуха.

В качестве мероприятий по предотвращению отклонений параметров микроклимата могут быть использованы системы вентиляции, кондиционирования и отопления воздуха использование теплоизолирующих экранов для защиты от источников теплового излучения, а также правильная организация режима труда при соответствующих условиях труда.

Недостаток освещенности ведет к повышенной утомляемости, развитию болезней, снижению зрения. Кроме того, из-за этого повышается общая утомляемость и снижается работоспособность, увеличивается вероятность производственного травматизма [50].

Освещенность в общественных помещениях нормируется согласно СНиП 23-05-95 [85]. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк [85]. Местное освещение не должно давать блики. Предпочтение должно отдаваться лампам дневного света, установленным в верхней части помещения. При этом показатель дискомфорта и коэффициент пульсации должны быть равны не более 15 и 10 соответственно.

В качестве мер по защите от недостаточного освещения предлагается мыть окна и подстригать ветви деревьев, которые закрывают доступ к окну. Кроме того, следует производить своевременную замену перегоревших ламп.

Монотонный режим работы. Истирание проб, работа на электронном микроскопе, а также внесение результатов и обработка баз данных являются монотонным процессом [71].

Монотонность труда может привести к возникновению неприятных ощущений у работников, таких как снижение уровня бодрствования, снижение тонуса скелетной мускулатуры, снижении тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы (снижение частоты пульса и артериального давления, увеличение аритмии пульса и др.). Основными последствиями монотонного труда являются: снижение работоспособности и производительности труда, производственный травматизм, повышенная заболеваемость и т.д. [71].

Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды РД 2.2.2006-05 [79] относит работу по микроскопическому исследованию образцов к классу вредных напряженных условий труда 1 степени.

Рекомендации предполагают введение частых (через 60 - 120 мин.), но коротких (5 - 10 мин.) регламентированных перерывов при факторе монотомии. Полезным является введение физической активности (гимнастика) продолжительностью 7-10 минут в начале смены, а также физкультурных пауз один-два раза за рабочую смену.

Электрический ток. Источником тока являются провода и розетки, к, а также части оборудования, находящиеся под напряжением в результате повреждения изоляции. Источником травм может быть замыкание через тело человека электрической цепи.

ГОСТ 12.1.038-82 [62] устанавливает следующие нормативы напряжения прикосновения силы тока, протекающие через тело человека при нормальном режиме работы электроустановки. При переменном токе частотой 50 Гц напряжение не должно превышать 2В (при силе тока 0,3 мА), при постоянном токе напряжение не должно превышать 8В (при силе тока 1 мА).

По опасности поражения электрическим током лаборатории относятся к помещениям без повышенной опасности, так как в данных помещениях преобладают следующие условия: относительная влажность составляет 50-60%; температура воздуха в помещениях не превышает 25°C; отсутствуют токопроводящие полы [78].

Для предотвращения электротравматизма при эксплуатации оборудования необходимо соблюдать следующие требования:

- 1) Запрещается работа на неисправном оборудовании;
- 2) Заземлить технику;
- 3) Не ставить системный блок в зоне повышенной влажности;

4) Температура воздуха в помещении допускается в пределах 20-25 °С при относительной влажности до 75 %; резкие перепады температуры не допускаются;

5) Необходимо ежедневно протирать салфеткой экран, клавиатуру [60].

Кроме того, особо важным для предотвращения травматизма является соблюдение правил электробезопасности и контроль за их выполнением. Также помещения, где размещаются рабочие места, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации [61].

Пожарная опасность. Анализ пожароопасности как опасного фактора, а также меры по устранению данного ЧС описаны в разделе 6.3 Безопасность в чрезвычайных условиях.

6.2 Экологическая безопасность

В данном разделе будут рассмотрены возможные воздействия на окружающую среду в процессе отработки рудного золота открытым способом.

Основные источники негативного воздействия на окружающую среду при функционировании карьеров:

- изъятие из оборота земель, необходимых для добычи материалов, а также для подъездных путей;
- изменение гидрологического режима, загрязнение стоков подземных вод;
- пылеобразование при дроблении, сортировке, перегрузке и транспортировке материалов;
- выделение в атмосферу отработавших газов двигателей автомобилей и специальной техники (экскаваторов, бульдозеров, дробильных и сортировочных установок и др.);
- шумовое и вибрационное воздействие машин и механизмов.

В результате окружающая среда загрязняется вредными веществами: оксидом углерода, углеводородами, оксидами азота, серы, твердыми

частицами. Объем загрязнений зависит от объема карьера, вида добываемого минерального материала, типа используемого оборудования, экологической уязвимости территории. Основные методы снижения неблагоприятного воздействия карьеров на окружающую среду:

- обустройство и рекультивация земель;
- пылеподавление водовоздушными смесями;
- пылеудаление путем применения циклонов, рукавных фильтров, укрытий источников пылеобразования;
- регулировка двигателей используемой техники;
- очистка стоков вод;
- корректировка режима работы предприятия в соответствии с климатическими и метеорологическими условиями.

Вода, удаляемая из карьера, должна сбрасываться в ближайший водоток или в место, исключающее возможность ее обратного проникновения через трещины, провалы или водопроницаемые породы в выработки и заболачивание прилегающих территорий. Сброс карьерных и подземных вод, полученных в результате осушения, должен производиться только после их осветления, а в необходимых случаях - после очистки от вредных примесей. Места сброса согласовываются заранее.

Состав атмосферы карьеров должен отвечать установленным нормативам по содержанию основных составных частей воздуха и вредных примесей. На дробильно-сортировочных установках, а также на участках перегрузки горной массы с конвейера на конвейер места образования пыли должны быть изолированы от окружающей атмосферы с помощью кожухов и укрытий с отсосом запыленного воздуха из-под них и его последующей очисткой. На предприятиях (организациях) должен быть организован систематический контроль токсичности отработавших газов [51].

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее распространенной чрезвычайной ситуацией можно назвать пожар. К мерам, повышающим устойчивость объекта к воздействию пожара относятся:

- 1) Мероприятия организационного характера, к которым относятся заблаговременная разработка и планирование действий органов управления, сил и средств, всего персонала объектов при угрозе возникновения и возникновении ЧС;
- 2) Инженерно-технические мероприятия, к которым относится повышение физической устойчивости зданий, сооружений, оборудования;
- 3) Специальные мероприятия, к которым относятся создание благоприятных условий для проведения успешных работ по защите и спасению людей, попавших в опасные зоны, и наиболее быстрой ликвидации ЧС и их последствий.

По классам пожароопасности лаборатория относится к категории В - производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов, к которым относятся мебель, техника и т.д [76]. Источниками возникновения пожара на рабочем месте может быть: искры, возникшие в результате возникновения короткого замыкания, искры статического электричества, курение, неисправность техники, наличие легковоспламеняющихся материалов на рабочем столе и т.д.

Особо важным для предупреждения пожара является соблюдение правил противопожарной безопасности, правил эксплуатации оборудования.

Кроме того, существуют требования к системе противопожарной безопасности, к которым относятся [59]:

- Размещение в здании средств пожаротушения (огнетушители и т.д.);
- Устройство систем оповещения о пожаре (противопожарной сигнализации);
- Устройство систем, ограничивающих распространение пожара;
- Размещение планов эвакуации на видном месте;
- Применение средств коллективной и индивидуальной защиты.

6.4 Правовые вопросы социальной ответственности

Специалист должен вести комплексную инженерную деятельность, учитывая 3 уровня социальной ответственности. Социальная ответственность понимается в широком смысле, как добровольный вклад в развитие общества в социальной, экономической и экологической сферах, зачастую не связанный напрямую с основной деятельностью компании.

В качестве базового уровня предполагается своевременная выплата работникам заработной платы, уплата налогов, соблюдение законодательства в области охраны окружающей среды, техники безопасности и здоровья работников. Правовой основой законодательства на первом уровне социальной ответственности является Конституция Российской Федерации [70], обладающая высшей юридической силой и закрепляющая права и свободы человека и гражданина, Трудовой кодекс РФ [86], определяющий трудовые отношения между работниками и работодателями, Налоговый кодекс РФ [75], устанавливающий систему налогов и сборов Российской Федерации. Приоритетным документом в области охраны окружающей среды является Федеральный закон «Об охране окружающей среды» [87], регулирующий общественные отношения в сфере взаимодействия общества и природы. Кроме того, правовую основу обязательного уровня социальной ответственности составляют различные законы и постановления, принятые представительными органами Российской Федерации и входящих в нее республик, а также подзаконные акты.

Социальная ответственность также предполагает второй и третий уровни социальной ответственности, к которым относятся благотворительность (адресная помощь, программы спонсорства и помощи), социальные инвестиции, а также обеспечение расширенного пакета социальных услуг работникам (создание пенсионного фонда, организация питания, медицинского обслуживания) и т.д. Второй и третий уровень социальной ответственности, зачастую, не регламентируется на законодательном уровне, а относятся к добровольной составляющей. Однако,

на данный момент многие компании уже внедрили кодексы корпоративного управления, в которых прописаны такие мероприятия. Только стратегия корпорации, основанная на этике, согласно институциональной теории, может обеспечить компромисс между интересами акционера, менеджера, работников и потребителей посредством получения прибыли и защиты окружающей среды, высокой рентабельностью и социальной справедливостью [16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эколого-геохимическая оценка территории Мало-Тарынского рудного поля была проведена на основании комплексного изучения компонентов природной среды: почвенного покрова, донных отложений водотоков, коры листовенницы даурской (*L. dahurica Turcz.*) и ягеля (*Cladonia rangiferina*).

Были проведены комплексные лабораторно-аналитические работы, включающие определение элементного состава указанных проб компонентов природной среды методами масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и атомно-абсорбционной спектрометрии.

Основные полученные результаты выпускной квалификационной работы:

1. Определены средние концентрации широкого спектра химических элементов в компонентах природной среды Мало-Тарынского рудного поля (почвы, донные отложения, биообъекты) на предэсплуатационной стадии работ, что является основой для последующего проведения геоэкологического мониторинга на этапе разработки Мало-Тарынского месторождения;
2. Установлена эколого-геохимическая специализация изученных компонентов природной среды Мало-Тарынского рудного поля; химическими элементами, концентрации которых наиболее контрастно превышают кларки земной коры, являются As-Sb-Se;
3. Превышения санитарно-гигиенических нормативов по уровню содержания тяжелых металлов в почвах Мало-Тарынского рудного поля установлены для всей территории рудного поля по Sb (до 22,2 долей ПДК) и As (до 60 долей ПДК), что является следствием проявленности природных геохимических факторов и не является техногенным загрязнением территории;

4. Выявлена пространственная приуроченность наиболее контрастных геохимических аномалий As, Sb, Se в различных природных средах к участкам локализации рудных тел;
5. Рассчитана стоимость полевых работ (при составе полевой группы из 2-х человек) и лабораторно-аналитических работ – 602 050,99 рублей с учетом НДС;
6. Определены вредные факторы, возникающие при выполнении работ, которым относятся пониженная влажность воздуха, пониженная температура поверхностей материалов, превышение уровня шума, превышение уровней электромагнитных излучений и монотонный режим работы, а так же вредные факторы – пожарная опасность и электрический ток.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Александрова Т.Н. Обоснование методов обезвреживания цианистых стоков при переработке золотосодержащих руд / Т.Н. Александрова, Л.Н. Липина // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – №9. – С. 116–121.
2. Алешичев А.Н. Анализ естественного формирования леса после добычи золота в Сковородинском районе Амурской области / А.Н. Алешичев, И.Ф. Савченко // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2011. – №8. – С. 60–72.
3. Антонов А.Е. Особенности металлогении и минералогии ртути Восточной Якутии / А.Е. Антонов, Г.Н. Гамянин // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Якутск: Изд-во СВФУ имени М.К. Аммосова. – 2015. – С. 33-36.
4. Аньшакова В.В. Биотехнологическая переработка возобновляемого сырья Якутии / В. В. Аньшакова, А. В. Степанова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. – С 409.
5. Ахметов Р.Н. Прогнозно-металлогеническая карта Южной Якутии масштаба 1:500 000 / Р.Н. Ахметов, Г.В. Бирюлькин и др. // / Якутск: ЦКТ ПГО «Якутскгеология», 1984.
6. Бабкина Т.Г. Дополнительные возможности гравиметрии для решения задач металлогенического районирования в условиях южного Верхоянья / Бабкина Т.Г., Бузикова О.Г. и др. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Якутск: Изд-во СВФУ имени М.К. Аммосова. – 2015. – С. 48-51.
7. Волков А.В. Золото-кварцевые месторождения в турбидитах северо-восточной части Арктической зоны России / А.В. Волков и др. // Арктика: экология и экономика. – 2015. – №4. – С. 48-60.

8. Гаврилов Р.Ю. Геолого-геохимическая модель Бетюгенского золото-сурьмяного рудного поля (Республика Саха (Якутия)) / Р.Ю. Гаврилов, В.Г. Ворошилов // Известия ТПУ. – 2015. – № 4. – С. 19-29.
9. Глазовский Н.Ф. Техногенные потоки веществ в биосфере / Н.Ф. Глазовский // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – 1982. – С. 7–28.
10. Глоткова Л.П. Техногенные изменения природной среды в районе Наталкинского золоторудного месторождения / Л.П. Глоткова // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. – 2011. – №1. – С. 10-19.
11. Головин А.А. Геохимическая карта России масштаба 1:2500000 / А.А. Головин, Л.А. Кривоносов и др. // Разведка и охрана недр. – 2010. – №5. – С. 14-21.
12. Григорьев Н.А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих нижнюю часть континентальной коры / Н.А. Григорьев // Геохимия. – 2003. – № 7. – С. 785–792
13. Дебелая И.Д. Карта экологического состояния территории обрабатываемого месторождения россыпного золота: опыт составления / И.Д. Дебелая, З.Г. Мирзаханова // Геодезия и картография. – 2014. – №10. – С. 9-15.
14. Ельчанинов Е.А. Изменение стока малых рек восточного Забайкалья при добыче россыпного золота / Е.А. Ельчанинов, В.И. Коннов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – №4. – С. 116–122.
15. Касимов Н.С. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии / Н.С. Касимов, Д.В. Власов // Вестник Московского университета. – 2015. – №2. – С. 7-17.
16. Киварина М.В. Корпоративная социальная ответственность / М.В. Киварина // Экономический журнал. – 2011. – №23. – С. 116-121.
17. Крючков А.В. Отчёт о результатах поисковых работ на рудное золото в пределах Мало-Тарынского рудного поля (Республика Саха (Якутия)) за 2003-2006гг / А.В. Крючков, Н.Н. Крючкова // Государственный контракт № ПС 02-07/1808 от 15.09.2003г.

18. Логачев А.В. Минимизация вредных последствий добычи золота на Дальнем Востоке / А.В. Логачев, В.И. Голик // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2009. – №4. – С. 97-102.
19. Макаров В.Н. Геохимия окружающей среды Верхнеиндигирского золотоносного района / В.Н. Макаров // Наука и образование. – 2008. – №4. – С. 45-49.
20. Макаров В.Н. Мышьяк в растительности природных и техногенных ландшафтов Якутии / В.Н. Макаров // Наука и техника в Якутии. – 2012. – №1. – С. 41-46.
21. Максис О.А. Особенности состава экстрактивных веществ древесины лиственницы различных эколого-географических условий / О.А. Максис, Е.В. Харук // Химия растительного сырья. – 2002. – №4. – С. 39-41.
22. Металлогения Сибири: Т. I; Тез. докл XI Всесоюз. Металлогенич. Совещ., 19-21 авг. 1987 г. Новосибирск. - 251 с.
23. Михальчук А.А. Статистический анализ эколого-геохимической информации / А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков, В.В. Ершов // Учебное пособие. Изд-во ТПУ. – 2014. – 102 с.
24. Оболенский А.А. Физико-химическое моделирование процессов минералообразования Бадранского золоторудного месторождения (Якутия) / А.А. Оболенский, Л.В. Гущина и др. // Геология и геофизика. – 2011. – №3. – С. 373-392.
25. Пискунов Ю.Г. Экологические проблемы золотодобычи на примере Амурской области / Ю.Г. Пискунов, И.В. Кузнецова // Экология и промышленность России. – 2008. – №1. – С. 32-35.
26. Саэт Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич и др. // М.: Недра, 1990. – 335 с.
27. Биогенная концентрация золота в гольцовых ландшафтах золоторудных полей на примере Восточного Саяна / Т.Т. Тайсаев // «Современные проблемы геохимии» Всероссийское совещание (с участием иностранных

- ученых), посвященное 95-летию со дня рождения академика Л.В. Таусона. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН. – 2012. – С. 145-148.
- 28.Фирсов П.В. Золото-кварцевая формация Яно-Колымского пояса / П.В. Фирсов // автореф. дис.: ... доктора геолого-минералогических наук. – Новосибирск. – 1974. – 48 с.
- 29.Фридовский В.Ю. Золото-кварцевая и сурьмяная минерализация месторождения Малтан (Северо-восток России) / В.Ю. Фридовский, Г.Н. Гамянин, Л.И. Полуфунтикова // Тихоокеанская геология. – 2014. – №4. – С. 50-62.
- 30.Фридовский В.Ю. Структуры, минералогия и флюидный режим формирования руд полигенного Малотарынского рудного поля (Северо-Восток России) / В.Ю. Фридовский, Г.Н. Гамянин, Л.И. Полуфунтикова // Тихоокеанская геология. – 2015. – №4. – С. 39-52.
- 31.Шарапов Н.М. Влияние добычи россыпного золота на качество природных водотоков в Забайкалье / Н.М. Шарапов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – №12. – С. 27-33.
- 32.Юсупов Д.В. Применение биогеохимического и минералого-геохимического методов поисков в золотоносных районах Верхнего Приамурья / Д.В. Юсупов // Изд-во АмГУ. – 2013. – 136 с.
- 33.Языков Е.Г. Геоэкологический мониторинг / Е.Г. Языков, А.Ю. Шатилов // Учебное пособие для вузов. Изд-во ТПУ. – 2003. – 336 с.
- 34.Aristov V.V. Gold–quartz deposits of the Zhdaninsky ore–placer cluster, eastern Yakutia: Structural control and formation conditions / V.V. Aristov, I.I. Babarina et. al. // *Geology of Ore Deposits*. – 2017. – V. 59. – P. 68–101.
- 35.Pavlova G.G. Physicochemical factors of formation of Au-As, Au-Sb, and Ag-Sb deposits / G.G. Pavlova, A.A. Borovikov // *Geology of Ore Deposits*. – 2008. – V. 50. – P. 433
- 36.David R. Marpies Environmental and Health Problems in the Sakha Republic / David R. Marpies // *Eurasian geography and economics*. – 1999. – V. 40. – P. 62-77

37. Emilie Maj The Horse of Sakha: Ethnic Symbol in Post-Communist Sakha Republic (Iakutiia) / Emilie Maj // *Sibirica*. – 2009. – V. 16. – P. 68-74.
38. Fedorov A. N. Effects of recent climate change on permafrost landscapes in central Sakha The study was made with the financial support of the Russian Fund for Basic Research / A. N. Fedorov // *Polar Geography*. – 1996. – V. 20. – P. 99-108.
39. Groves et al. Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types / Groves et al., // *Ore Geology*. – 1998. – V. 13. – P. 7–27.
40. Helle T. The growth rate of *Cladonia Rangiferina* and *C. Mitis* in relation to forest characteristics in northeastern Finland / T. Helle, J. Asp & L. Tarvainen // *Rangifer*. – 1983. – V. 3. – P. 2-5.
41. Kuznetsova L.V. et al. Flora of Yakutia: Composition and Ecological Structure / L.V. Kuznetsova et al. // *The Far North*. – 2009. – V. 3. – P. 24-140.
42. Markert B. Establishing of 'reference plant' for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting / B. Markert // *Water, Air, and Soil Pollution*. – 1992. – V. 64. – P. 533–538.
43. Paul C. Stoy Temperature, Heat Flux, and Reflectance of Common Subarctic Mosses and Lichens under Field Conditions: Might Changes to Community Composition Impact Climate-Relevant Surface Fluxes? / P.C. Stoy, L.E. Street et. al. // *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*. – 2012. – V. 44. – P. 500-508.
44. Sarangi N. P. Athukorala Effect of temperature and pH on the early stages of interaction of compatible partners of the lichen *Cladonia rangiferina* (Cladoniaceae) / N. P. Sarangi Athukorala et. al. // *Symbiosis*. – 2014. – V. 64. – P. 87-93.
45. Savvinova G.M Pollen records from archaeological sites in the Aldanskiy region, Sakha Republic / G.M. Savvinova, S.A. Fedoseeva // *American Beginnings The prehistory and palaeoecology of Beringia*. – 1998. – P. 600.
46. Susan A. Crate Gone the Bull of Winter? Grappling with the Cultural Implications of and Anthropology's Role(s) in Global Climate Change / A. Susan // *Current Anthropology*. – 2008. – V. 49. – P. 588-589.

47. Wojtuń A. B. Samecka-Cymerman Metals in some dominant vascular plants, mosses, lichens, algae, and the biological soil crust in various types of terrestrial tundra, SW Spitsbergen, Norway / Wojtuń A. B. Samecka-Cymerman // *Polar Boilogy*. –2013. – V. 36. – P. 1799–1809.
48. Xin Yu Wang The genus *Cladonia* (lichenized Ascomycota, Cladoniaceae) in South Korea / Xin Yu Wang , Yogesh Joshi & Jae Seoun Huri // *Mycotaxon*. – 2011. – V. 117. – P. 405–422.
49. Ying Li Growth Rate of *Usnea aurantiacoatra* (Jacq.) Bory on Fildes Peninsula, Antarctica and Its Climatic Background / Ying Li, Bernd Kromer, Gerd Schukraft et. al. // *PLoS One*. –2014. – V. 9.

Интернет ресурсы

50. Безопасность на производстве и охрана труда. Действие света на организм человека [Электронный ресурс]. URL: http://bezopasnost-info.ru/dejstvie_sveta_na_organizm_cheloveka.html (дата обращения: 04.05.2017).
51. Воздействие карьеров на окружающую среду [Электронный ресурс]. URL: http://studopedia.ru/3_5498_vozdeystvie-karerov-na-okruzhayushchuyu-sredu.html (дата обращения: 04.05.2017).
52. Золото России. 2012 год. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2012 году» от 11 апреля 2014 года [Электронный ресурс]. URL: <http://nedradv.ru/mineral/resources/> (дата обращения: 24.05.2017).
53. Лиственница [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wood.ru/ru/opislis1.html> (дата обращения: 04.05.2017).
54. Научно-исследовательский институт охраны труда [Электронный ресурс]. URL: http://www.niiot.su/?option=com_content&view=article&id=47 (дата обращения: 04.05.2017).

Нормативно-методические документы

55. ГН 2.1.7.2041 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.

- 56.ГН 2.2.5.686-98 Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
- 57.ГОСТ 12.0.003–74.(с изм. 1999 г.) Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 58.ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования к безопасности.
- 59.ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
- 60.ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 61.ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление и зануление.
- 62.ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
- 63.ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.
- 64.ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
- 65.ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
- 66.ГОСТ 2517-85 Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб.
- 67.ГОСТ 28168-89 Почвы. Отбор проб.
- 68.ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности.
- 69.Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы и ССН-93 выпуск 2 «Геоэкологические работы».
- 70.Конституция Российской Федерации (1993). Конституция Российской Федерации: принята всенар. голосованием 12.12.1993 г. / Российская Федерация. Конституция (1993). – М. : АСТ : Астрель, 2007. – 63 с.

71. Методические рекомендации №2257-80 по устранению и предупреждению неблагоприятного влияния монотомии на работоспособность человека в условиях современного производства / М: Госкомсанэпиднадзор, 1980. – 10 с.
72. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (золото рудное) (п. 54)», утвержденных распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р (2007).
73. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. Под ред. Зырина Н.Г., Малахова С.Г. – М.: Гидрометиздат, 1981. – 108 с.
74. Методические указания по выполнению в дипломных проектах и работах раздела «Безопасность объектов» Электробезопасность при работе оператора ПЭВМ: Протодьяконов И. О. / СПб: СПбГТУРП, 2013. –13 с.
75. Налоговый кодекс Российской Федерации: По состоянию на 1 января 2001 года, с учетом изменений и дополнений. Ч. 1-2. – Москва: Юрайт, 2001. – 276 с.
76. НПБ 105-03 Нормы пожарной безопасности "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" (утв. приказом МЧС РФ от 18 июня 2003 г. N 314) / М, -2003, с. 35.
77. ПНД Ф 16.1:2.23-2000 (с изм.) Методика выполнения измерений массовой доли общей ртути в пробах почв и грунтов на анализаторе ртути РА-915+ с приставкой РП-91С.
78. ПУЭ Правила устройства электроустановок (6-ое издание) / М: Госэнергонадзор, - 2000 г., 260 с.
79. РД 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
80. РД 52.24.609-2013 Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов.

- 81.РД 52.24.609-99 Методические указания. Организация и проведение наблюдений за содержанием показателей загрязняющих веществ в донных отложениях.
- 82.СанПиН 2.2.2.542-96 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
- 83.СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы.
- 84.СанПиН 2.2.4.548-96 Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 85.СНиП 23-05-95 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
- 86.Трудовой кодекс Российской Федерации (по состоянию на 20 октября 2013 года). — Новосибирск: Норматика, 2013. – 206 с.
- 87.Федеральный закон Об охране окружающей среды :. – Москва: Омега-Л, 2006. – 24 с.

Приложение 1

Раздел 1

Ягель как индикатор состояния окружающей среды

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Меховников Сергей Анатольевич		

Консультант – лингвист кафедры иностраных языков (ИЯ):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Матвеев И.А.	д.филол.н., доцент		

Environment of Yakutia

Geographical situation

The Republic of Sakha (Yakutia) occupies most of the Northeastern part of the Asian continent. It extends 2000 kilometers from north to south and 2500 kilometers from east to west. It occupies an area of 3 103 200 square kilometers forming 1/5 of the territory of Russia. The territory of Yakutia is larger than the territories of France, Austria, Germany, Italy, Sweden, UK, Finland, and Greece put together.

The Novosibirskie Ostrova and some other Arctic islands are part of the territory of the Republic. More than 40 per cent of the territory is above the Arctic Circle. There are three time zones – six, seven, and eight hours ahead of Moscow. The capital of the Republic – Yakutsk – is 6875 kilometers from Moscow and 1814 kilometers from Vladivostok. The difference between Yakutsk and Greenwich time is 8 hours.

Climate

Winter in Yakutia is continuously cold but with little snow accumulation, while the summer is short and dry with high temperatures prevailing through most of the territory during this time. Also, the air is fresh and clean.

During winter, the low altitude of the sun determines a short day over most of the territory of Yakutia. The Polar Nights begin on the territory which is above the Arctic Circle. The Sun seems to forget about that area. Darkness and twilight take charge for several months. Some nights are lit up by the Aurora Borealis, the natural phenomenon that can only be observed along the latitudes occupied by this territory. Due to the comparatively high altitude of the Sun, and the dryness and clarity of the air, summers are mostly sunny; the Polar Days begin. A day can last up to 20 hours along the latitude of Yakutsk, while farther North, the Sun never drops below the horizon.

Landscape

The Laptev Sea and the East Siberian Sea wash the Northern shores of Yakutia. Nine to ten months a year the seas are covered with a 1.5 to 2 meter-thick ice crust. There are vast numbers of lakes and rivers of which the Lena River is the most beautiful. It is one of the ten greatest rivers on the planet. Besides the Lena River, the Indigirka, Yana, and Kolyma rivers are some of the largest in Yakutia. There are hundreds of glaciers and ice crusts. The largest ice crust in the world is located in Yakutia. Its name is Ulakhan Taryn. The potency of the ice and its dimensions concede only to the Fedchenko glacier on the Pamirs.

Almost the entire territory of Yakutia is located in the continuous permafrost zone. During the summer the upper layer of soil thaws to a depth of about 3.5 meters. Numerous well-preserved remnants of pre-historic giant animals have been found in Yakutia. The Berelekh burial site is unique; the remnants of 150 mammoths have been found here. The largest permafrost area in the world of 1500 meters lies in the Western part of Yakutia. The phenomenon of permafrost is studied at the Permafrost Institute and its sub-terrain laboratory, here in Yakutsk. 72 per cent of the territory is covered with taiga. The rest is forest-tundra, tundra, and arctic semi-desert. Two thirds of the territory is mountainous with a typical Alpine landscape. Large mountain systems prevail in the Eastern part of Yakutia. These are the Verkhoyansky range and the Chersky range, where Peak Pobeda is location, the highest mountain of Yakutia, at 3147 meters.

Flora and fauna

Yakutia is one of the rare places on Earth where the purity of nature and a correspondingly amazing variety of flora and fauna are left untouched.

The northern tundra is covered with moss and reindeer moss. It is a region of tundra birch that can easily fit in the palm of one's hand. In the taiga, there are pine, spruce, larch, cedar, aspen, and birch trees. The northern flowers are bright and intensely colored.

The northern berries are rich in taste. *Lilium pensylvanicum* is a favorite flower of the people of Yakutia. It is called sardaana and grows only in Yakutia. *Rhodiola rosea*, *Aconogonon amgense*, *Krascheninnikovia lenensis*, *Redowskia sophiifolia*, *Oxytropis scheludjakovae*, are also endemic.

The inhabitants of the vast lands of Yakutia – moos, fox, sable, wolverine, brown bear, polar bear, walrus, Manchurian deer, northern deer, musk deer, and bighorn sheep – live freely. Numerous rivers and lakes are rich with fish, omul (*coregonus autumnalis*), chir (*coregonus nasus*), muksun (c. muksun), white salmon nelma (*stenodus lencichthys nelma*), sturgeon (*acipenser baeri*), taimen (*hucho taimen*), and karas (c. *carassius*) to name but a few.

There are about 250 avian species in Yakutia. The tundra is a habitat for rare birds, sterkh (Siberian white crane), sandhill crane, loon, Ross's goose, golden eagle, white-tailed eagle, etc. The Arctic shore is famous for the noisy and spectacular seashore bird colonies. Yakutia is the only place on the planet with Siberian black crane and Ross's gull habitats.

Specially protected nature territories of Yakutia

The Ytyk Kere Sirder network of specially protected nature territories has been under development since 1994. At present 26 unique lakes have become the common property of the people. There are 4 national nature parks, 38 resource reserves, 38 reserved territories forming a total area of 53427 acres. This is 17.1 percent of the entire territory of the republic.

Literature review

Ying Li, Bernd Kromer, Gerd Schukraft, Olaf Bubenzer, Man-Rong Huang, Ze-Min Wang, Lin-Gen Bian, Cheng-Sen Li in their work "Growth Rate of *Usnea aurantiacoatra* (Jacq.) Bory on Fildes Peninsula, Antarctica and its climatic background describes the dual nature of lichens. They conclude that lichens, as a unique organism of dual nature, are composed of fungi (mycobionts) and algae or

cyanobacteria (photobionts) in a symbiotic relationship and became the most prominent component in vegetation. Lichens adapt to the extremely adverse ecological conditions from warm and wet areas along of Equator to cold land in polar region, occupying the natural substrates of rock, soil, trees, etc. in the different habitats of plains, mountains and deserts. Because of their vitality, lichens colonize the de-glaciated landscapes in alpine and polar areas. Authors have found that the growth rate of lichen depends on habitat structure, climatic conditions, nutritional uptake and their metabolism. The most lichen species under enriched environmental conditions show poor growth. Lichens grow extremely slowly with their relatively longevity, and are useful for dating in investigating landscapes, earthquakes, glaciers and archeological remains. Lichens are also sensitive to air quality, especially to pollutions, and thus become a congenital bio-monitor for environmental changes. Authors conclude that lichens can promote the weathering of rocks and pedogenesis, and create appropriate conditions for the growth of subsequent plants in the harsh environments, like desertification land and polar areas. The weathering action can be a series of physical, chemical or combined processes. Comparing with bryophytes and vascular plants, the growth of lichens is very slow, especially, when they live in the extremely arid and cold habitats, such as Antarctic areas

Sarangi N. P., Athukorala M.D. in their work “Effect of temperature and pH on the early stages of interaction of compatible partners of the lichen *Cladonia rangiferina* (Cladoniaceae)” describes that reindeer lichens (such as *Cladonia rangiferina*) are important winter forage for caribou and reindeer and are widely distributed in the northern ecosystems. Widespread lichen communities may be explained by dispersal from thallus fragments or by fungal ascospores interacting with algal cells. They point attention to the fact that *Cladonia* is one of most common lichen genera, widely distributed all over the continents and including more than 400 species worldwide. The growth rate of reindeer lichens is influenced by several climatological and other environmental factors. They have observed that *C. rangiferina* grows fastest during moist periods. In works of other authors they

have found evidences that the net assimilation rate of *C. rangiferina* correlates with the moisture content of the thallus. As poikilohydric organisms the water content of lichens is largely depending on the atmospheric humidity. They conclude that the strong positive correlation between the relative growth rate and precipitation is shown for various lichen species.

Helle, T., Asp1, J., Tarvainen, L. in the article “The growth rate of *Cladonia Rangiferina* and *c. Mitis* in relation to forest characteristics in northeastern Finland” report the growth rate of *Cladonia rangiferina* and *C. mitis* in dry pine forests of different ages in northeastern Finland. There, as well as elsewhere in the central and southern part of the Finnish reindeer management area, these two species share the greatest proportion of the total lichen biomass. The study was carried out in the herding association of Alakitka situated in Kuusamo, northeastern Finland. The area belongs to the north boreal section of the boreal coniferous forest zone. The material was collected from 5 sites of different ages situated in the valley of Oulanka River. The main characteristics of these sites are given in the article. In mid May 1982, just after the melting of the snow and just before the onset of a new growing season a great number of *C. rangiferina* and *C. mitis* were collected from each site. For both species the age of 52 - 60 randomly selected individuals per site was determined and the length measured with an accuracy of ± 0.5 mm; however, individuals having signs of interference from grazing or trampling by reindeer were excluded. The linear growth rate was determined by dividing the length of the living part of the podetium by the number of the internodes on it. For *C. rangiferina* the greatest growth rate was found in a younger, very dense forest (site IV), where it was about 8 percent higher than in a clear-felled area (I) and in an old, already thinned forest (V).

Xin Yu Wang , Yogesh Joshi, Jae-Seoun Hur in the article “The genus *Cladonia* (lichenized Ascomycota, Cladoniaceae) in South Korea” are describing that *Cladonia* is one of most common lichen genera, widely distributed on all continents and including more than 400 species worldwide. They have found that the first work conducted by an expert study of lichens in South Korea was done in

1990s. The research ‘Macrolichen flora of South Korea,’ however, included only 22 *Cladonia* species, and the omission of many species authors have since collected has made identification difficult. Thus, authors began comprehensive research on the genus in South Korea with extensive field surveys from 2003 to 2010 and found several *Cladonia* species previously not known in this country. Here authors provide information for 41 *Cladonia* taxa and a key to the South Korean species. Here they follow the taxonomic system set forth separating South Korean *Cladonia* into five sections based on the secondary metabolites as identified by High Performance Liquid Chromatography (HPLC): *Cladonia*, *Cocciferae*, *Helopodium*, *Perviae*, and *Unciales*. Authors examined 496 *Cladonia* specimens collected during 2003–2010 in South Korea, and deposited in the Korean Lichen Research Institute (KoLRI), Sunchon National University. External morphological descriptions were based on air-dried material, and 406 specimens were observed under a Nikon SMZ645 stereomicroscope. The chemical characters were determined by color reaction according to Yoshimura (1974): K (10% aqueous KOH solution), C (saturated aqueous NaOCl solution), KC (10% KOH followed by C solution), P (5% alcoholic solution of para-phenylenediamine). Chemical compounds were identified using Thin Layer Chromatography

B. Wojtuń in the article “Metals in some dominant vascular plants, mosses, lichens, algae, and the biological soil crust in various types of terrestrial tundra, SW Spitsbergen, Norway” describes that the arctic environments are commonly considered to be relatively pristine because of minimal local human activity. However, these areas receive air pollution from lower latitude regions. Author was to determine concentrations of metals (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, and Zn) in dominant species of vascular plants, mosses, lichens, algae, and in the biological soil crust (BSC), and topsoil (0–3 cm) from various types of tundra in the southwestern part of Spitsbergen, Norway. Results indicate that mosses are more efficient bioaccumulators of Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, and Zn than lichens. The highest levels of Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, and Pb were found in the BSC, and the moss species *Racomitrium lanuginosum*, *Sanionia uncinata*, and

Straminergon stramineum from the polygonal tundra, initial cyanobacteria-moss wet tundra, snow bed cyanobacteria-moss tundra, and flow water moss tundra alimanted by melting ice or snow. The observed higher concentrations of Cu and lower concentrations of Hg in mosses, lichens, and vascular plants compared with values observed 20 years earlier were apparently associated with changes in the atmospheric deposition of contaminants over Spitsbergen due to changes in the long-distance transport of anthropogenic emissions from industrialized areas. Prasiola crispa and Salix polaris may be useful bioindicators of Cd and Zn, and the BSC, R. lanuginosum, S. uncinata, and S. stramineum as bioindicators of Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, and Pb. Author concludes that these results may be extrapolated across other areas of Spitsbergen with similar climates. The site study was conducted in the southwestern area of Spitsbergen on Wedel Jarlsberg Land, on the northwest side of Hornsund fjord, in vicinity of the Polish Polar Station (77°00'N; 15°33'E), and investigated during the summer of 2011. The region is a typical Arctic tundra ecosystem and is located in the Fuglebekken catchment area. A total of 35 sites were selected representing ten types of tundra. Author describes that Svalbard belongs to the bioclimatic subzone of the Arctic, and this part of Spitsbergen is classified as a physiognomic category of sedge/grass moss wetland. Author collected vascular plants: Cerastium arcticum, Cochlearia groenlandica, Poa alpina, Salix polaris, and Saxifraga oppositifolia; mosses: Aulacomnium palustre, Bryumpseudotriquetrum, Plagiomnium ellipticum, Racomitrium lanuginosum, Sanionia uncinata, Straminergon stramineum, Tetraplodon mnioides, and Warnstorfia sarmentosa; lichens: Flavocetrarianivalis, Cetrariella delisei, and *Cladonia rangiferina*; algae: Prasiola crispa; and the biological soil crust (BSC). At each site within a 25 m × 25 m square, five replicates per species were randomly collected. Dead material, soil particles, and litter were manually removed from the samples. In addition, topsoil samples (depth of 0–3 cm) in five replicates were collected from each square. Each sample consisted of a mixture of three subsamples. Plant remains and stones were removed from the soil. A comparison of median metal concentrations of Flavocetraria nivalis with those reported by

author previously for this species (in mg kg⁻¹: Cd 0.1, Co < 0.5, Cr 0.9, Cu 1.4, Fe 237, Hg 0.1, Mn 14.9, Ni 1.6, Pb 4.9, Zn 13.4) revealed that concentrations of Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, and Zn have decreased. Multiple comparisons of mean ranks for lichens revealed that *C. delisei* contained significantly higher concentrations of Mn, Pb, and Zn ($P < 0.05$) than *C. rangiferina* and significantly higher concentrations of Cr, Cu, and Fe ($P < 0.05$) than *F. nivalis*. The comparison of the metal concentrations between mosses and lichens by the Mann–Whitney U Test ($P < 0.05$) revealed that mosses contained significantly higher concentrations of Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, and Zn. There was no difference in concentration of Hg, Ni, and Pb.

L.V. Kuznetsova in her work “Flora of Yakutia: Composition and Ecological Structure”. The author describes the Yana-Indigirka Floristic Region (Ya-I) as one of the largest floristic region of Yakutia that occupies almost the whole basins of the Yana and Indigirka Rivers. It is situated in the eastern part of Yakutia and is strictly separated from the other floristic regions by the Verkhoyansk mountainous system. The flora and vegetation of the floristic region have been studied since 1806. At different periods the Region was visited by M. Adams, N.S. Gorokhov, G. Maydell, A.K. Cajander, etc. (Komarov 1926). In the twentieth century the Yana-Indigirka mountainous country was covered in the following works: Sokolov (1923); Birkengof (1932); Yarovoy (1939); Sheludyakova (1938, 1943, 1948a, b, 1957b); Kuvaev (1956); Karavaev (1958); Karavaev and Dobretsova (1964); Prakhov (1957); Yurtsev (1968, 1981); Kildyushevsky (1966); Skryabin (1968); Perfilyeva (1977); Volotovskiy (1987); Nikolin (1991, 1992); Nikolin and Petrovskiy (1988); Nikolin and Baryshev (1992); Perfilyeva and Shurduk (1999), etc. The author assumes that following species play a major role in the formation of ground lichen synopsise: *Cladonia rangiferina*, *C. arbuscula*, *C. amaurocraea*, *C. coccifers*, *C. gracilis*, *C. macroceras*, *C. pyxidata*, *Cetraria cucullata*, *C. delisei*, *C. islandica*, *C. laevigata*, *C. nivalis*, *Dactylina arctica*, *D. ramulosa*, *Alectoria nigricans*, *A. ochroleuca*, *Bryocaulon divergens*, *Asahinea chrysantha*, *Thamnolia*

vermicularis, *Ochrolechia frigida*, *O.upsaliensis*, *Sphaerophorus globosus*, *Stereocaulon alpinum*.

P.C. Stoy, L.E. Street, A.V. Johnson, A. Prieto-Blanco, S.A. Ewing in the article “Temperature, Heat Flux, and Reflectance of Common Subarctic Mosses and Lichens under Field Conditions: Might Changes to Community Composition Impact Climate-Relevant Surface Fluxes?” argue on the topic that bryophytes and lichens are ubiquitous in subarctic ecosystems, but their roles in controlling energy fluxes are rarely studied at the species level despite large, recent observed shifts in subarctic vegetation. Authors quantified the surface and subsurface temperatures and spectral reflectance of common moss and lichen species at field sites in Alaska and Sweden. They also used MODIS observations to determine if the removal of *Cladonia* spp. by reindeer overgrazing impacts land surface albedo and temperature. Radiometric surface temperature of a feather moss (*Pleurozium schreberi*) exceeded 50 °C on occasion when dry, up to 20 °C higher than co-located *Sphagnum fuscum* or *C. rangiferina*. Spectral reflectance of *S. fuscum* was on average higher than *Polytrichum piliferum* across the 350–1400 nm range, with substantial within-species variability. MODIS albedo was significantly higher on the Norwegian (relatively undisturbed) side versus the Finnish (disturbed) side of a border reindeer fence by an average of 1% during periods without snow cover. MODIS nighttime land surface temperatures were often significantly higher on the Norwegian side of the fence by an average of 0.7 °C despite higher albedo, likely due to poor conductance of heat to the subsurface as observed in *C. rangiferina* in the field. Changes to bryophyte and lichen community composition alter the surface energy balance, and future work must determine how to best incorporate these effects into Earth system models.