

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

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

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
<b>Индикаторная роль химических элементов в компонентах природной среды территорий с различной геоэкологической ситуацией</b>

УДК 504:550.4(571.151)(594)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ71	Садидан Икхвануссафа		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Барановская Наталья Владимировна	доктор биологических наук, доцент		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Трубникова Наталья Валерьевна	доктор исторических наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Будницкая Юлия Юрьевна	кандидат технических наук		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Барановская Наталья Владимировна	доктор биологических наук, доцент		

Томск – 2019 г.

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

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

Планируемые результаты обучения

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки (специальности)		
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 ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС ВО), ОПК- 1, 2, 3, 6, 7, 8, ПК-1, 2, 4, 6, 10), CDIO Syllabus (1.1, 1.2, 2.2, 2.3, 2.4), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.1-5.2.3., 5.2.5, 5.2.9), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P2	Разрабатывать природоохранные мероприятия, практические рекомендации по охране природы и обеспечению устойчивого развития, диагностировать проблемы охраны природы, проводить оценку воздействия планируемых сооружений на окружающую среду с учетом российских и международных стандартов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС ВО), УК-2 (соотв. ОК-2 из ФГОС ВО), ОПК- 2, 6, 7, 8, ПК - 2, 3, 4, 5, 6, 9), CDIO Syllabus (1.2, 2.1, 4.1, 4.3, 4.4), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4, 5.2.7-5.2.8), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P3	Организовывать и проводить экологическую экспертизу различных видов проектного задания, осуществлять экологический аудит любого объекта, владеть основами проектирования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС), УК-2 (соотв. ОК-2 из ФГОС), ОПК-6, 7, 8, ПК- 3, 4, 5, 7, 8, 9), CDIO Syllabus (2.1, 3.1, 3.2, 4.1, 4.3, 4.4, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.6, 5.2.10, 5.2.14.-5.2.15), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P4	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-5, ОПК-3, 5, 7, 9, ПК- 9, 10), CDIO Syllabus (2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1, 3.2, 4.1, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по

	следовать корпоративной культуре организации	экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
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, в том числе на иностранном языке	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, УК-5, УК-6 (соотв. ОК-3 из ФГОС), ПК- 1, ПК-2, ПК-4, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-6, ОПК-8), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12-5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P6	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС), УК-6 (соотв. ОК-3 из ФГОС), ОПК-2, 3, 4, 5, 6, 8, ПК-1, 3, 4, 6, 10), CDIO Syllabus (2.2, 2.4, 2.5, 3.2, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.13-5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование», профиль «Геоэкология»  
 Уровень образования магистратура  
 Отделение школы (НОЦ) геологии  
 Период выполнения (весенний семестр 2018/2019 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы студента гр. 2ГМ71 Садидан И.  
 на тему: «Индикаторная роль химических элементов в компонентах природной среды  
 территорий с различной геоэкологической ситуацией»

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.10.2018	<i>Глава 1. Использование индикаторных свойств элементного состава волос в геоэкологических исследованиях</i>	10
11.03.2019	<i>Глава 2. Геоэкологическая характеристика района отбора проб</i>	10
11.03.2019	<i>Глава 3. Методика исследования</i>	20
26.04.2019	<i>Глава 4. Особенности накопления химических элементов в волосах человека территорий районов вулканической активности</i>	10
26.04.2019	<i>Глава 5. Особенности накопления химических элементов в почве территорий районов вулканической активности</i>	10
13.05.2019	<i>Глава 6. Ртуть в почве и волосах человека и ей влиянии на здоровье население</i>	20
24.05.2019	<i>Глава 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
24.05.2019	<i>Глава 8. Социальная ответственность</i>	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Барановская Наталья Владимировна	доктор биологических наук, доцент		15.10.2018

**СОГЛАСОВАНО:**  
**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Барановская Наталья Владимировна	доктор биологических наук, доцент		15.10.2018

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 05.04.06 «Экология и природопользование»  
 Кафедра геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

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

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

В форме:

магистерской диссертации
--------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ71	Садидан Икхвануссафа

Тема работы:

<b>Индикаторная роль химических элементов в компонентах природной среды территорий с различной геоэкологической ситуацией</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	11.02.2019 № 1063/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2019
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Публикации в периодической печати, фондовые источники, интернет ресурсы, самостоятельно собранный материал.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Провести анализ литературных данных по элементному составу волос человека 2. Проанализировать фактические содержания химических элементов в волосах человека проживающих в зонах действующих вулканов

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Топографическая и геологическая карты района исследований. 2. Сравнение данных результатов с литературными данными. 3. Микроскопическое изображение образцов волос
---	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Трубникова Наталья Валерьевна
«Социальная ответственность»	Будницкая Юлия Юрьевна
«Иностранный язык»	Гутарева Н.Ю.

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

Глава 1. Использование индикаторных свойств элементного состава волос в геоэкологических исследованиях
Глава 2. Геоэкологическая характеристика района отбора проб
Глава 3. Методика исследования
Глава 4. Особенности накопления химических элементов в волосах человека территорий районов вулканической активности
Глава 5. Особенности накопления химических элементов в почве территорий районов вулканической активности
Глава 6. Ртуть в почве и волосах человека и ей влиянии на здоровье население
Глава 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Глава 8. Социальная ответственность

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	31.05.2019
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Барановская Наталья Владимировна	доктор биологических наук, доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ71	Садидан Икхвануссафа		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ71	Садидан Икхвануссафа

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

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой техники и технологии Материально-технические ресурсы: 187928,39рублей. Информационные ресурсы: фондовая литература Человеческие ресурсы: 2 человека
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов согласно сборнику сметных норм на геологоразведочные работы, выпуск 2, 7 «Геолого-экологические работы» и инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы, утвержденный 22.11.1993 Комитетом РФ по геологии и использованию недр.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления по страховым выплатам в соответствии с Налоговым кодексом РФ (НК РФ-15) от 16.06.98, а также Трудовым кодексом РФ от 21.12.2011г. Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 27,1%; Налог на добавленную стоимость 20%
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<i>1. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	1.Технико-экономическое обоснование целесообразности внедрения новой техники или технологии выполнения работ. 2. Линейный график выполнения работ.
<i>2. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Расчет затрат на выполнение научных исследований.
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
1. Линейный календарный график выполнения работ 2. Карта схема отбора проб	

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор отделения социально-гуманитарных наук	Трубникова Наталья Валерьевна	д.и.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ71	Садидан Икхвануссафа		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ71	Садидан Икхвануссафа

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

Тема ВКР:

Индикаторная роль химических элементов в компонентах природной среды территорий с различной геоэкологической ситуацией	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p><i>Объект исследования – пробы волос жителей Индонезии, проживающих и работающих рядом с вулканом и жителей г. Томска. Кроме того волос, есть пробы почвы, происходящей из вулкана, в качестве индикатора загрязнения. Обработка данных производилась в лаборатории электронно-оптической диагностики МИНОЦ “Урановая геология” в отделении геологии ИШПР ИН ТПУ (20 корпус ИН ТПУ, пр. Ленина 2/5).</i></p> <p><i>Целью данного исследования было изучение химических элементов, содержащихся в волосах человека, которые живут на территориях с различной геоэкологической ситуацией, изучение влияния окружающей среды на их организм, сравнение результатов с литературой и анализ этого.</i></p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> </ul>	<p>ГОСТ 12.1.030-81; ГОСТ 12.1.038-82; ГОСТ 12.1.019-2017; НПБ 105-03; ГОСТ 12.4.009-83; ГОСТ 12.1.004-91; СанПиН 2.2.4.548-96; Р</p>

– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	2.2.2006-05; СНиП 23-05-95; ГОСТ Р55710-2013; Р 2.2.2006-05.
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<i>Вредные факторы:</i> -повышенный уровень электромагнитных излучений, шум, статическое электричество, электромагнитное поле низкой частоты, освещенность, нервно – психические перегрузки;  <i>Опасные факторы:</i> -вероятность возникновения пожара, - вероятность поражения электрическим током
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<i>Отсутствует опасность для окружающей среды.</i>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<i>Наиболее типичных ЧС:</i> - вероятность возникновения пожара,

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООТД ШБИП	Будницкая Юлия Юрьевна	К.т.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ71	Садидан Икхвануссафа		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 103 страниц, 23 таблиц, 18 рисунков, 77 источников, 1 приложение

Ключевые слова: элементный состав волос, почва, вулкан, Тангкубан Пераху, Кавах Иджен, Индонезия, биосубстрат, индикатор

Объектом исследования являются: волосы жителей проживающих вблизи от вулкана Тангкубан Перфху и Кавах Иджен, Индонезия, а так же почва данной территории Индонезии.

Цель работы: Проанализировать фактические содержания химических элементов в посве и волосах человека проживающего в зонах действующих вулканов

В процессе исследования проводились расчеты статистических параметров, построение графиков, диаграмм, карт-схем

Область применения: полученная информация может быть полезна природоохранным службам, геологоразведочным организациям.

В будущем планируется дополнить полученную информацию другими данными и сделать прогноз разведения территории.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	15
1. Использование индикаторных свойств элементного состава волос и почвы в геоэкологических исследованиях .....	18
2. Административная, географическая и геохимическая характеристика территорий исследования.....	24
2.1 Вулкан Тангкубан Пераху .....	28
2.2 Вулкан Кавах Иджен.....	29
3. Материалы и методы исследования .....	32
3.1 Отбор и пробоподготовка проб.....	32
3.2 Виды аналитических исследований .....	32
3.3 Математическая обработка результатов .....	33
4. Особенности накопления химических элементов в волосах человека территорий районов вулканической активности .....	35
4.1 Сравнительные данные по содержанию химических элементов в волосах жителей Индонезии.....	35
4.2 Сравнительные данные по содержанию химических элементов в волосах жителей разных регионов.....	38
5. Особенности накопления химических элементов в почве территорий районов вулканической активности.....	43
5.1 Сравнительные данные по содержанию химических элементов в почве Индонезии .....	44
6. Ртуть в почве и волосах человека и ей влиянии на здоровье население.....	49
Заключение .....	54
7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	56

8. Социальная ответственность.....	67
Список использованных источников .....	81
Приложение А .....	89

## Введение

За последние десятилетия возросло осознание воздействия токсичных элементов на окружающую среду [29]. Воздействие токсичных тяжелых металлов может привести к интоксикации и может представлять особую угрозу для здоровья людей и всех живых организмов. Опасные элементы накапливаются внутри клеток, что может привести к ряду патологических изменений, заболеваний или в случае тяжелого отравления, даже смерти.

На данный момент промышленные технологии представляют угрозу для окружающей среды и здоровья человека в целом. Не менее важным является тот факт, что негативное воздействие на природные ресурсы носит кумулятивный характер и поэтому может иметь место в течение многих лет.

Биомониторинг дает возможность анализировать воздействие различных химических веществ на состояние здоровья населения [27]. Биомониторинг окружающей среды можно проводить с использованием различных типов тканей организма, таких как моча или кровь для острого воздействия, или ногти или волосы при более длительном воздействии [16]. Тем не менее, определение минералов в крови не обязательно отражает текущий статус организма из-за гомеостатических механизмов, а моча отображает количество элементов, выводимых из организма. Волосы - это минерализованная ткань, что означает, что концентрация элементов выше, чем в крови или моче [31]. Волосы, как деномерирующая ткань чаще используется в индикации.

Человеческий волос отражает минералы и химические вещества, содержащиеся в организме. Это означает, что существует корреляция между концентрацией химических элементов и соединений в волосах и фактическим внутренним уровнем этих веществ в организме. Кроме того, уровень концентрации элементов в волосах намного выше, чем в крови или моче, что облегчает их определение [36].

Вулканические газы и аэрозоли значительно обогащены основными ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$  и т. Д.) второстепенными ( $\text{N}_2$ , редкими газами,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$  и т. Д.) компонентами, а также многими микроэлементами, включая щелочные, щелочноземельные, переходные и тяжелые металлы [38]. Такое обогащение микроэлементами всегда наблюдается в газовых выбросах вулканов по всему миру, при условии, что температура магмы достаточно высока для обеспечения их испарения [22]. Микроэлементы дегазируются из магм в виде галогенидов, сульфатов, сульфидов и / или металлов и обычно находятся в аэрозольной фазе воздушного шлейфа, что влияет на изменение геоэкологического состояния территорий.

В географии Индонезии преобладают вулканы, которые образуются из-за зон субдукции между Евразийской плитой и Индо-Австралийской плитой. Вулканы в Индонезии являются частью Тихоокеанского огненного кольца. По состоянию на 2012 год Индонезия имеет 127 действующих вулканов и около 5 миллионов человек проживают в опасных зонах. Многие люди ежедневно работают в районе вулкана в качестве шахтера, гид, продавца, и т. Д. [72].

Тангкубан Пераху и Кавах Иджен - два действующих вулкана, которые расположены на острове Ява. Оба из них также популярны для туризма, так что многие люди посещают их, а также многие люди живут и работают недалеко от вулканического района тоже.

**Цель:** Изучить специфику содержания элементов в волосах людей, живущих и работающих в зонах действующих вулканов (Тангкубан Пераху и Кавах Иджен), Индонезии.

**Задачи:**

1. Провести анализ литературных данных по элементному составу волос человека и почв
2. Проанализировать фактические содержания химических элементов в волосах человека проживающего в зонах действующих вулканов
3. Найти корреляцию между химическим составом волос человека и геоэкологической ситуацией
4. Найти корреляцию между химическим составом волос человека и здоровьем человека

Автор выражает благодарность своему научному руководителю, профессору, доктору биологических наук Барановской Наталье Владимировне за наставление и терпение на протяжении всего пути написания выпускной квалифицированной работы, профессору, за консультацию кандидату химических наук, доценту Осиповой Нине Александровне, а так же аналитиками А. Д Судыко и А.В. Богутской.

## **1. Использование индикаторных свойств элементного состава волос и почвы в геоэкологических исследованиях**

Многие научные работы показывают, что природа патологических процессов имеет не только общие аспекты, но также имеет особенности, связанные с экологическими и географическими особенностями района. Заболеваемость считается важным медицинским и статистическим симптомом, который представляет собой комплекс патологий, зарегистрированных среди жителей населенных пунктов, и является одним из критериев оценки здоровья населения. Отклонения в работе различных систем органов человека напрямую зависят от характера и степени загрязнения окружающей среды [1].

Анализ волос первоначально использовался для оценки воздействия токсичных элементов [29]. В 1875 году Каспер описал применение анализа волос для выявления мышьяка. В 1975 году Флэш предположил, что волосы можно использовать в качестве биопсийного материала для обнаружения микроэлементов в организме человека [13]. С тех пор анализ волос широко используется не только для оценки токсического воздействия, но и в других областях. Человеческие волосы - полезный инструмент, который может дать много информации об элементах, хранящихся во внутренних органах, их взаимной корреляции и минеральном и метаболическом статусе тела. Это считается относительно простым скрининг-тестом, который в основном используется в медицине, токсикологии, биомониторинге, криминалистике, а также при индивидуальной оценке химических элементов, содержащихся в организме человека.

Исследование минерального статуса организма человека дает информацию о диете, воздействии окружающей среды, проблемах со здоровьем, принимаемых лекарствах и добавках. Состав волос человека зависит от различных факторов, таких как возраст, пол, косметическое лечение (окраска, химическая завивка,

обесцвечивание, частое мытье), привычки питания и проживания, географический регион и индивидуальные физиологические различия.

Как известно, любые отклонения в потреблении макро- и микроэлементов, а также несоблюдение их нормальных соотношений могут непосредственно влияет на жизненно важные функции организма, может увеличивать или уменьшать его уровень сопротивления, а также способность адаптироваться [1]. Следует отметить, что негативные аспекты антропогенного воздействия, в том числе слишком большое количество тяжелых металлов и нехватка важных химических элементов для жизни, а также неблагоприятные климатические и географические условия жизни людей, оказывают негативное влияние на их здоровье.

Спровоцированное внешними социальными, биохимическими факторами напряжение механизмов адаптации большого количества жителей в современном мире влияет на устойчивость организмов [16]. В настоящее время медицина активно развивает изучение микроэлементоза - отклонений в содержании химических элементов, вызванных экологическими, профессиональными, климатическими и географическими факторами, которые приводят к широкому кругу проблем со здоровьем [34]. В то же время техногенные микроэлементозы приобретают все большее значение. Известен более или менее надежный метод, который может анализировать влияние токсических веществ на здоровье человека. Такова оценка содержания этих веществ в диагностических биосубстратах.

Содержание химических элементов в волосах является интегральным показателем, который приводит к долгосрочному воздействию на организм человека и весь спектр экологических и физиологических факторов, таких как возраст, их потребление с пищей, уровень химических элементов в организме, окружающая среда, состояние пищеварительной системы и систем организма, выбранных и их функционирование [25].

Имея это в виду, полученные данные часто трудно интерпретировать, поскольку существует много влияний и факторов, а также учитывается реакция организма на эти факторы. В регионах с развитой металлургической промышленностью у населения дисфункция иммунной системы [16], что приводит к развитию различных хронических процессов и, как следствие, увеличению заболеваемости раком, аутоиммунными и аллергическими поражениями в структуре [20].

Таким образом, высокое содержание большинства макро и микроэлементов в волосах может свидетельствовать о повышенном поступлении или удалении химических элементов из организма, а также об их устранении из-за нарушения регуляции гормонального обмена или антагонизма с другими биологически активными веществами, печенью, лекарственными средствами и т. Д. Например, у женщин по сравнению с мужчинами в волосах можно наблюдать значительно более высокое содержание Ca, Mg и довольно низкое содержание Na, K, Fe. Кроме того, у некоторых детей, особенно мужчин, показатели содержания тяжелых металлов выше по сравнению даже со взрослыми, которые не имеют отношения к работе на производстве [31].

Человеческий волос обладает способностью делонировать химические элементы в своей структуре в довольно высоких концентрациях. Облегченная подготовка для анализа отбора проб является отличным преимуществом данного материала.

Данный биосубстрат показал себя отличным индикатором влияния окружающей среды на организм человека, как со стороны экологии и геохимии [26], но и со стороны медицины [3]. Выбросы тяжелых металлов от автомобилей, промышленных и теплоэнергетических производств, мусоросжигательных установок напрямую могут влиять на элементный состав волос.

Исходя из этого, анализ волос активно применяется с целью контроля и исследования состояния окружающей среды в целом. Основным маркером

неустойчивого экологического состояния территории является анализ химического состава волос, он способен объективно и адекватно отразить процесс накопления тяжелых металлов в организме. Изучение микроэлементного состава биологических тканей жителей определенных районов, проживающих на разном расстоянии от источников загрязнения, может позволить провести оценку дальности выбросов, а так же определить их принадлежность и специфику [27].

Химический элементный состав волос человека может быть использован в качестве индикатора антропогенных и природных аномалий территории. Принимая во внимание депонирующие свойства волос людей, их элементный состав можно использовать для картирования техногенных загрязнений и зонирования территорий в зависимости от уровня жизни населения [28].

Другим компонентом природной среды, проявляющими деконерирующие свойства является почва. Почва важна для здоровья человека по нескольким причинам. Приблизительно 78% среднего потребления калорий на душу населения в мире приходится на сельскохозяйственные культуры, выращиваемые непосредственно в почве, а еще около 20% поступает из наземных источников пищи, которые косвенно зависят от почвы [16]. Почвы также являются основным источником питательных веществ, и они действуют как естественные фильтры для удаления загрязняющих веществ из воды. Однако в почве могут содержаться тяжелые металлы, химические вещества или патогенные микроорганизмы, которые могут оказать негативное влияние на здоровье человека.

Почвы представляют собой физически и химически сложную и неоднородную среду обитания, поддерживающую большое разнообразие микробных и фаунистических таксонов. Например, в 10 г почвы содержится около 10<sup>10</sup> бактериальных клеток более чем 10<sup>6</sup> видов [25], а около 360 000 видов животных живут в почве [20]. Эти сложные сообщества организмов играют критически важную роль в поддержании почвы и более широком

функционировании экосистемы, что дает множество преимуществ глобальным циклам и устойчивости человека. В частности, биоразнообразие почвы имеет решающее значение для производства продуктов питания и клетчатки.

Почвы играют важную роль в предоставлении экосистемных услуг. Управление для изменения экосистемного процесса в поддержку одной регулирующей экосистемной услуги может либо обеспечить сопутствующие выгоды другим услугам, либо потребовать компромиссов [30]. Недавние обзоры предоставили примеры некоторых из этих синергических связей и компромиссов (Smith et al., 2013) и проиллюстрировали роль почв в поддержке экосистемных услуг и поддержке природного капитала. В этой главе мы представляем текущие знания - и пробелы в знаниях - о роли почв в круговороте углерода, азота и воды, а также об их роли как среды обитания для организмов и как генетического пула.

Почвы обеспечивают важные экосистемные услуги благодаря своей функции в круговороте воды. Эти услуги включают предоставление услуг по обеспечению продовольственной и водной безопасности, регулирующих услуг, связанных с замедлением и очисткой водных потоков, и культурных услуг, таких как ландшафты и водоемы, которые соответствуют рекреационным и эстетическим ценностям [23]. Вода, хранящаяся в почве, используется для суммарного испарения и роста растений, которые поставляют пищу и клетчатку. Почвенная вода также стабилизирует поверхность земли для предотвращения эрозии и регулирует поток питательных веществ и загрязняющих веществ. В масштабе водосборного бассейна и бассейна способность почвы проникать в воду ослабляет потоки и речные потоки и может предотвращать затопление, в то время как вода, которая проникает через почву, может пополнять подземные воды и связанные с ними потоки и экосистемы поверхностных вод.

Почвы поддерживают рост растений и поэтому жизненно важны для человечества. Они обеспечивают питательные вещества, такие как азот (N), фосфор (P), калий (K), кальций (Ca), магний (Mg), сера (S) и многие

микроэлементы, которые поддерживают производство биомассы. Биомасса важна для снабжения продовольствием, производства энергии и волокон, а также (в будущем) источником для химической промышленности.

Воздействие тяжелых металлов при контакте с почвой является серьезной проблемой для здоровья человека. Мышьяк является металлоидом, но обычно он группируется с тяжелыми металлами. Тяжелые металлы, представляющие наибольшую опасность для здоровья человека, включают: As, Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni и Zn [24]. Тяжелые металлы попадают в почву естественным путем в результате выветривания горных пород, но они также попадают в почву в результате деятельности человека. Тяжелые металлы являются побочными продуктами добычи руд, и они присутствуют в добыче руды и в непосредственной близости от заводов по обработке металла. Тяжелые металлы попадают в почву со свалок, которые содержат промышленные и бытовые отходы, а также из осадков сточных вод, которые поступают с очистных сооружений. Электронные отходы, или отходы, связанные с электронными приборами, являются растущим источником Pb, Sb, Hg, Cd и Ni в почве [32]. Городские почвы особенно подвержены значительным скоплениям тяжелых металлов от выхлопных газов автомобилей, сжиганию угля, эрозии металлических конструкций и сжиганию мусора. В сельскохозяйственных условиях использование удобрений, навоза и пестицидов также способствовало накоплению тяжелых металлов в почвах [35]. Тяжелые металлы с наибольшей токсичностью для человека, включая Cd, Pb, Hg и As, - это те, у которых нет биологической функции, которая нарушает ферментативную активность, обычно поражающую мозг и почки [26].

## 2. Административная, географическая и геохимическая характеристика территорий исследования

Индонезия является вулканически активной страной, в которой находятся многочисленные крупные вулканы. В ней больше всего вулканов из всех стран в мире, с 76 вулканами, которые извергались в общей сложности не менее 1171 раз за историческое время. Индонезия имеет около 130 действующих вулканов, которые являются частью Тихоокеанского огненного кольца, и она претерпела наибольшее количество извержений, что привело к гибели людей, повреждению пахотных земель, селевым потокам, цунами, лавовым куполам и пирокластическим потокам. Самые активные вулканы Индонезии - Келут и гора Мерапи на острове Ява. Большая часть вулкана Индонезии расположена на цепи длиной 3000 км, называемой Зондской дугой. Здесь субдукция коры Индийского океана под Азиатской платформой породила большинство этих вулканов [72].

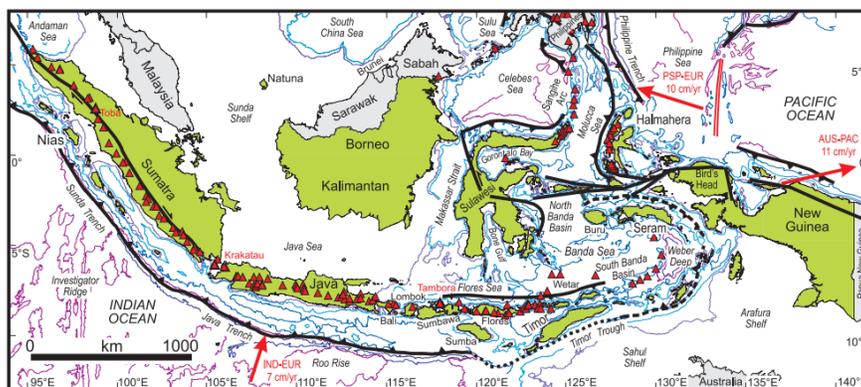


Рисунок 2.1 - География Индонезии и прилегающих районов, показывающая современные тектонические границы и вулканическую активность [72]

### Геология

Индонезия является геологически сложным регионом, расположенным на юго-восточной окраине Азиатского континента. Она граничит с тектонически активными зонами, характеризующимися интенсивной сейсмичностью и вулканизмом в результате субдукции. Западная Индонезия в значительной

степени основана на континентальной коре, но в восточной Индонезии больше дуговой и офиолитовой коры, а также несколько молодых океанических бассейнов. Индонезийский архипелаг, сформировавшийся за последние 300 миллионов лет путем повторной сборки осколков, разорванных с суперконтинента Гондвана, которые прибыли на евразийскую границу субдукции. Современная геология Индонезии в целом является результатом кайнозойской субдукции и столкновения на этом краю.

Индонезия образует юго-восточную оконечность евроазиатской литосферной плиты. Он ограничен движущимися на север Индо-Австралийскими и движущимися на запад Тихоокеанскими (Филиппинскими) плитами и, безусловно, является одной из наиболее сложных активных тектонических зон на Земле. Скорость субдукции составляет несколько сантиметров в год; например, в канаве Западная Ява это 6,0 см в год при  $0^{\circ} \text{ S } 97^{\circ} \text{ E}$  (азимут  $23^{\circ}$ ); 4,9 см в год в Восточно-Явском желобе при  $12^{\circ} \text{ ю.ш. } 120^{\circ} \text{ в.д.}$  (азимут  $19^{\circ}$ ); и 10,7 см в год в Новой Гвинее при  $3^{\circ} \text{ ю.ш. } 142^{\circ} \text{ в.д.}$  (азимут  $75^{\circ}$ ).

Зона субдукции вокруг евроазиатской плиты называется Зундским желобом. Большинство вулканов Индонезии являются частью дуги Сунда, линия вулканов длиной 3000 км, простирающаяся от северной Суматры до моря Банда. Эти вулканы, как правило, являются результатом субдукции Австралийской плиты под Евразийской платформой. Вулканы в море Банда являются результатом субдукции Тихоокеанской плиты под Евразийской платформой.

### **География**

Индонезия лежит между  $11^{\circ}$  и  $6^{\circ}$  северной широты и  $95^{\circ}$  и  $141^{\circ}$  восточной долготы. Это самая большая архипелагная страна в мире, протяженность которой составляет 5120 км (3181 миль) с востока на запад и 1760 км (1094 миль) с севера на юг. [82] По данным Координационного министерства страны по морским делам, в Индонезии 17504 острова (16,056 из которых зарегистрированы в ООН), разбросанных по обе стороны экватора, и около 6000 из них населены [83].

Самыми крупными из них являются Ява, Суматра, Борнео (совместно с Брунеем и Малайзией), Сулавеси и Новая Гвинея (совместно с Папуа-Новой Гвинеей). Географически Индонезия граничит по суше с Папуа-Новой Гвинеей на острове Новая Гвинея, Малайзией на острове Борнео и Восточным Тимором на острове Тимор, а море граничит с Вьетнамом, Сингапуром, Филиппинами, Австралией и Палау.

На высоте 4 884 метра, Пунчак Джая является самой высокой вершиной Индонезии, а озеро Тоба на Суматре - самым большим озером, его площадь составляет 1145 км<sup>2</sup> (442 кв. Мили). Крупнейшие реки Индонезии находятся в Калимантане и Новой Гвинее и включают Капуас, Барито, Мамберамо, Сепик и Махакам; такие реки являются связующим и транспортным сообщением между речными поселениями острова.

Страна включает в себя не менее 17508 островов, из которых около 6000 населены, площадь контролируемой морской зоны (внутреннее море, территориальные и архипелажные воды, исключительная экономическая зона) составляет 7,9 млн. Км<sup>2</sup>. Общая территория Индонезии составляет 1 919 440 км<sup>2</sup>, крупнейшей страны в Юго-Восточной Азии и номер 14 в мире. Расположенный по обе стороны от экватора на островах Малайского архипелага и западной части острова Новая Гвинея и омываемый водами Тихого и Индийского океанов, он является крупнейшим островным государством в мире.

### **Климат**

Находясь вдоль экватора, климат Индонезии имеет тенденцию быть относительно равномерным круглый год. [85] В Индонезии два сезона - сезон дождей и сезон сухости - без крайностей лета или зимы. Для большей части Индонезии сухой сезон приходится на период с апреля по октябрь, а сезон дождей - с ноября по март. [86] Климат Индонезии почти полностью тропический, преобладает тропический климат тропических лесов, встречающийся на каждом крупном острове Индонезии, за которым следует

тропический муссонный климат, который преимущественно расположен вдоль прибрежного севера Явы, прибрежный юг и восток Сулавеси и Бали, и, наконец, тропический климат саванны. , найденный в изолированных местах Центральной Явы, низменности Восточной Явы, прибрежного юга Папуа и небольших островов к востоку от Ломбока. Однако более холодные климатические типы существуют в горных районах Индонезии на высоте от 1300 до 1500 метров (от 4300 до 4900 футов) над уровнем моря.

### **Население**

Перепись 2010 года показала, что население Индонезии составляет 237,6 миллиона человек, при этом высокий рост населения составил 1,9%. Около 58% населения живет на Яве, самом густонаселенном острове мира. Плотность населения составляет 138 человек на км<sup>2</sup> (357 на кв. Ми), занимая 88-е место в мире, хотя на Яве плотность населения составляет 1067 человек на км<sup>2</sup> (2435 на кв. Ми). Население неравномерно распределено по островам в различных средах обитания и уровнях развития, от мегаполиса Джакарты до неконтактных племен в Папуа. В 1961 году первая постколониальная перепись дала общую численность населения 97 миллионов человек. В настоящее время в стране относительно молодое население со средним возрастом 30,2 года (оценка 2017 года). Ожидается, что к 2030 году численность населения вырастет до 295 миллионов, а к 2050 году - до 321 миллиона. Около 8 миллионов индонезийцев живут за границей, причем большинство из них проживают в Малайзии, Нидерландах, Саудовской Аравии, Объединенных Арабских Эмиратах, Гонконге, Сингапуре, Соединенных Штатах, и Австралия.

### **Экология**

Большое и растущее население Индонезии и быстрая индустриализация представляют серьезные экологические проблемы. Им часто отдается более низкий приоритет из-за высокого уровня бедности и слабого управления ресурсами. Проблемы включают в себя уничтожение торфяников,

широкомасштабное незаконное обезлесение и связанные с этим лесные пожары, вызывающие сильный смог над частями западной Индонезии, Малайзии и Сингапура; чрезмерная эксплуатация морских ресурсов; и экологические проблемы, связанные с быстрой урбанизацией и промышленным развитием, включая загрязнение воздуха, заторы на дорогах, вывоз мусора и надежные услуги водоснабжения и канализации. Эти проблемы способствуют низкому рейтингу Индонезии в Индексе результативности экологической деятельности 2018 года в 133 из 180 стран. В докладе также указывается, что показатели Индонезии являются одними из самых низких в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

Расширение плантации пальмового масла, которое требует много перераспределения земель, вызвано большой вырубкой лесов, а также изменениями в природных экосистемах. Расширение может генерировать богатство для местных общин, но оно также может ухудшать экосистемы и вызывать социальные проблемы. Этот факт превращает Индонезию в крупнейший в мире лесной источник выбросов парниковых газов. Эта деятельность также угрожает выживанию местных и эндемичных видов, около 140 видов млекопитающих, определенных Международным союзом охраны природы (МСОП) в качестве исчезающих видов, например орангутанга и яванского носорога.

## **2.1 Вулкан Тангкубан Пераху**

Тангкубан Пераху - это стратовулкан в 30 км к северу от города Бандунг, столицы провинции Западная Ява, Индонезия. Последнее извержение было в 2013 году. Высота этой горы составляет около 2,084 метра над уровнем моря. Средняя температура составляет 17°C днем и 2°C ночью.

Хотя эта гора является действующим вулканом, но это место также очень популярно как туристическое направление. Многие люди посещают вулкан,

чтобы увидеть кратер каждый день, особенно в выходные дни. Также около вулкана живет так много людей, есть несколько деревень, расположенных не так далеко, и многие люди там работают на вулкане Tangkuban Perahu как продавцы, охранники или гиды.

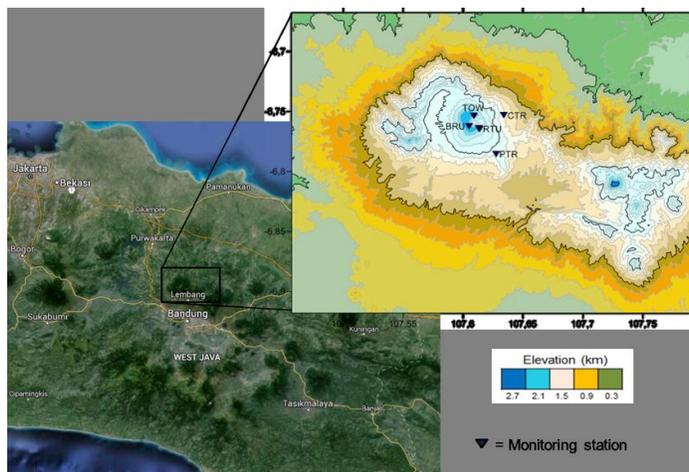


Рисунок 2.2 - Топографическая карта территории расположения вулкана Тангкубан Пераху [40]



Рисунок 2.3 - Кратер вулкана Тангкубан Пераху [71]

## 2.2 Вулкан Кавах Иджен

Комплекс вулканов Кавах Иджен представляет собой группу сложных вулканов, расположенных в Восточной Яве, Индонезия. В Кавах-Иджене есть

озеро, которое признано самым кислым кратером озера. Из-за высокой концентрации серной кислоты рН озера составлял 0,13.

Источник элементарной серы, которая поддерживает добычу полезных ископаемых. Выходящие вулканические газы направляются через сеть керамических труб, что приводит к конденсации расплавленной серы. Переносите грузы весом от 75 до 90 кг (от 165 до 198 фунтов), до 300 метров (980 футов) к кратеру кратера и до 3 км (1,9 мили) вниз в гору для взвешивания. Большинство шахтеров совершают это путешествие два раза в день.

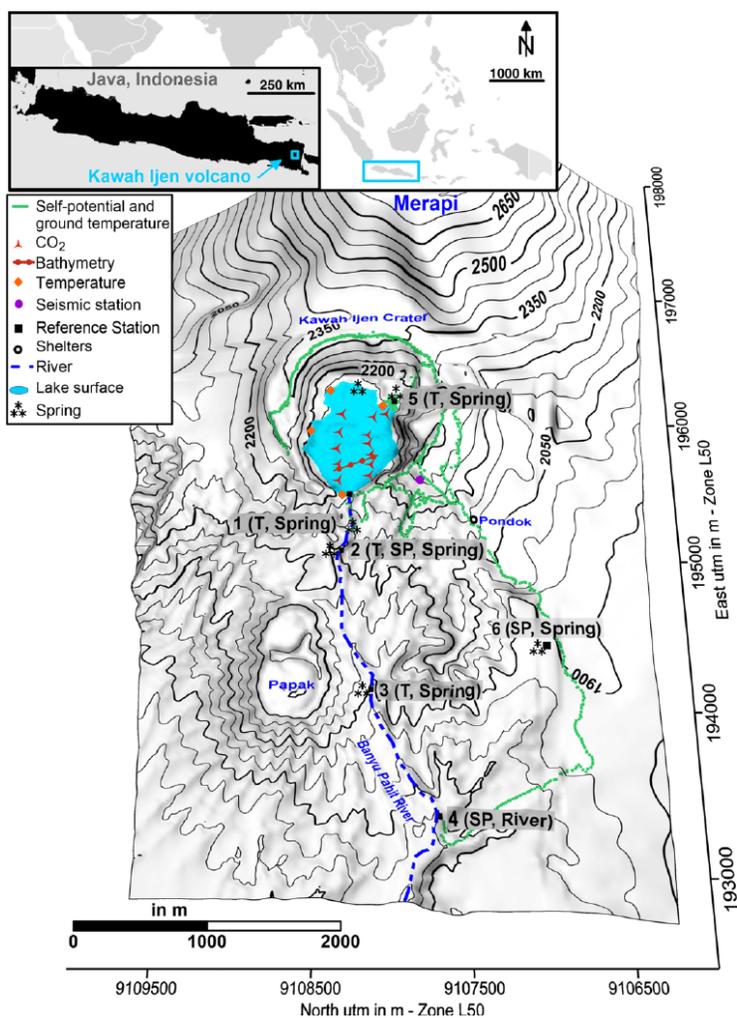


Рисунок. 2.4 - Топографическая карта вулкана Кавах Иджен [16]

Кратерные озера у действующих вулканов развиваются благодаря сложному и динамическому взаимодействию между входными элементами

магматической дегазации, взаимодействием воды и породы, дождевыми и грунтовыми водами и выходом минеральных осадков, испарением и фильтрацией. Для сохранения кратерных озер и достижения устойчивого состояния эти химические потоки и связанный с ними тепловой баланс должны быть точно сбалансированы.

Состав кратерного озера Кавах-Иджен контролируется сложным взаимодействием между входом элементов из вулканического газа, изменением породы, дождевыми и подземными водами и выходом через выпадение минеральных осадков, испарение и просачивание.



Рисунок. 1.3 - Кратер вулкана Кавах Иджен [67]

### **3. Материалы и методы исследования**

#### **3.1 Отбор и подготовка проб**

Пробы волос были взяты в соответствии со стандартным методом, рекомендованным МАГАТЭ (1980). Респондентами в этом анализе были люди, которые проживают на территории вулкана с разным возрастом и профессией. Только коренные народы были включены в эту выборку. Каждую прядь волос обрезали ножницами из нержавеющей стали почти у корней. Обязательным параметром была фиксация пола, возраста, имени, адреса проживания людей, а также рода занятий. Вес образца составлял 200-500 мг. Каждый образец респондента был помещен в отдельные пластиковые пакеты. Всего было отобрано 22 проб волос от разных респондентов, и 6 проб почв на территории их проживания.

#### **3.2 Виды аналитических исследований**

Подготовка проб почвы включала сушку при комнатной температуре. Образец волос измельчали ножницами из нержавеющей стали, пока длина сегмента не станет меньше 0,5 см. Было подготовлено 16 проб. Пробы упаковывались в пакетики из фольги по 100 мг каждая. Во всех образцах элементный состав (28 химических элементов) был определен с помощью Инструментального Нейтронно-Активационного Анализа (ИНАА), который выполнялся в ядерно-геохимической лаборатории на базе исследовательского ядерного реактора «ИРТ-Т» Томского политехнического университета.

Определение ртути в волосах проводилось в МИНОЦ «Урановая геология» ртутным газоанализатором РА-915+. В лаборатории электронно-оптической диагностики МИНОЦ «УГ» на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N с приставкой для микроанализа определялись микроминеральные фазы химических элементов в волосах.



Рисунок 3.1 - Подготовка волос для теста ИНАА



Рисунок 3.2 - Подготовка пробы определения элементу состава

### 3.3 Математическая обработка результатов

Полученные результаты исследований обрабатывались на рабочем компьютере с использованием программ «Excel» и «Statistica» были найдены корреляционные связи элементов, построены дендрограммы, коэффициенты концентрации относительно фона.

Коэффициент концентрации рассчитывался по формуле:

$$K_k = \frac{C_i}{C_{\text{ф}}}$$

где  $K_k$  – коэффициент концентрации,  
 $C_i$  – содержание элемента в пробе;  
 $C_f$  – фоновое содержание.

Также на основе рассчитанного нами коэффициента концентрации был произведен расчет суммарного показателя накопления для каждой точки, которые характеризуют суммарное накопление всех рассматриваемых элементов в конкретной точке опробования:

$$Z_{\text{спн}} = \sum K_k - (n - 1),$$

где  $K_k$  - коэффициент концентрации,  $n$  - количество элементов, принимаемых в расчете.

Для оценки величины суммарного показателя загрязнения используется градация:

менее 16 - низкая степень загрязнения;

16-32 - средняя степень загрязнения;

32-128 - высокая степень загрязнения;

более 128- очень высокая степень загрязнения [6].

## 4. Особенности накопления химических элементов в волосах человека территорий районов вулканической активности

### 4.1 Сравнительные данные по содержанию химических элементов в волосах жителей Индонезии

В таблице 1 приведены результаты анализа химических элементов по методу Инструментального нейтронно – активационного анализа (ИНАА). ИНАА используется для определения концентрации микроэлементов и основных элементов в различных матрицах. Образец подвергается нейтронному потоку и производятся радиоактивные нуклиды. По мере распада этих радиоактивных нуклидов они испускают гамма-лучи, энергия которых характерна для каждого нуклида. Сравнение интенсивности этих гамма-лучей с испускаемыми стандартом позволяет количественно измерить концентрации различных нуклидов. Таким образом, изучению 28 элементов методом ИНАА, и один элемент (Hg) определен атомно – абсорбционным методом.

Таблица 4.1 - Химический элементный состав волос жителей территории  
расположения вулкана Тангкубан Пераху (Индонезия) (ppm)

№ п/п	Вид профессиональной деятельности	Na	Ca	Sc	Cr	Fe	Co	Zn	As	Br	Rb	Sr	Ag	Sb	Cs
1	домохозяйка	295	6734	0.02	1.55	71	0.17	223	0.074	1.21	0.21	<9	0.14	0.07	0.002
2	продавец	287	2496	0.02	0.72	83	0.06	508	0.036	0.41	0.06	<9	0.05	0.03	0.01
3	домохозяйка	457	1915	0.01	1.99	64	0.11	634	0.001	1.65	0.66	<9	0.03	0.06	0.02
4	домохозяйка	293	2771	0.02	0.63	61	0.07	548	0.083	1.35	0.48	<9	0.07	0.11	0.01
5	домохозяйка	1235	4918	0.04	9.09	239	0.25	826	0.001	0.04	1.21	<9	0.09	0.16	0.01
6	домохозяйка	775	5346	0.04	0.73	136	0.10	313	0.014	0.83	0.94	<9	0.01	0.05	0.01
7	домохозяйка	431	4224	0.08	1.44	604	0.22	584	0.058	1.26	0.27	<9	0.03	0.07	0.02
8	домохозяйка	566	3707	0.01	0.98	43	0.05	286	0.034	1.45	0.92	<9	0.06	0.05	0.01
9	домохозяйка	390	989	0.01	0.71	114	0.07	285	0.001	0.63	0.41	<9	0.22	0.01	0.01
10	ученица	551	2084	0.01	1.30	45	0.09	269	0.056	1.81	0.51	<9	0.03	0.01	0.01

Продолжение таблицы 4.1

№ п/п	Вид профессиональной деятельности	Ba	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Hf	Ta	Au	Hg	Th	U
1	домохозяйка	4.86	0.03	0.22	0.25	0.001	0.004	0.005	0.004	0.0002	0.007	0.005	0.15	0.15	0.013	0.015
2	продавец	1.89	0.03	0.46	0.25	0.006	0.001	0.004	0.003	0.0002	0.001	0.005	0.01	0.49	0.001	0.001
3	домохозяйка	5.09	0.07	0.53	0.25	0.005	0.001	0.005	0.004	0.0015	0.000	0.003	0.01	-	0.005	0.001
4	домохозяйка	1.60	0.07	0.54	0.25	0.004	0.001	0.002	0.005	0.0006	0.005	0.005	0.02	0.58	0.011	0.036
5	домохозяйка	8.20	0.13	0.95	0.13	0.015	0.001	0.001	0.005	0.0062	0.005	0.005	0.10	-	0.037	0.017
6	домохозяйка	3.53	0.07	1.02	0.25	0.008	0.001	0.005	0.004	0.0008	0.010	0.005	0.06	-	0.177	0.034
7	домохозяйка	7.42	0.11	0.69	0.20	0.017	0.004	0.005	0.014	0.0020	0.016	0.012	0.02	-	0.058	0.034
8	домохозяйка	4.43	0.07	2.05	0.25	0.001	0.001	0.005	0.000	0.0022	0.005	0.003	0.19	0.97	0.005	0.019
9	домохозяйка	4.62	0.06	0.24	0.10	0.003	0.003	0.019	0.006	0.0001	0.005	0.005	0.01	0.12	0.011	0.015
10	ученица	4.20	0.05	0.21	0.48	0.002	0.002	0.005	0.001	0.0007	0.005	0.001	0.01	0.25	0.007	0.036

Анализ 10 образцов волос в таблице 4.1 показал, что содержание элементов в волосах людей, которые работают по-разному, например, продавец в окрестности Вулкана, домохозяйка и ученик варьирует. Возраст каждого жителя также различен, но из результатов мы видим, этот факт не имеет существенных различий в химическом элементном составе их волос.

Нами была проанализирована описательная статистика с использованием Microsoft Excel. Результат анализа приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Результат описательной статистики

Элемент	Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Минимум	Максимум	Коэф Вар
<i>Na</i>	528	92	444	291	84965	287	1235	55
<i>Ca</i>	3519	566	3239	1789	3200360	989	6734	51
<i>Sc</i>	0.03	0.01	0.02	0.023	0.001	0.01	0.08	86
<i>Cr</i>	1.91	0.81	1.14	2.56	6.56	0.63	9.1	134
<i>Fe</i>	146	54	77	171	29317	43	604	117
<i>Co</i>	0.12	0.02	0.09	0.07	0.005	0.05	0.25	60
<i>Zn</i>	448	63	410	201	40429	223	826	45

Продолжение таблицы 4.2

<i>As</i>	0.04	0.01	0.03	0.03	0.001	0.001	0.08	87
<i>Br</i>	1.06	0.18	1.24	0.57	0.33	0.04	1.81	54
<i>Rb</i>	0.57	0.12	0.50	0.36	0.13	0.06	1.21	64
<i>Ag</i>	0.07	0.02	0.06	0.06	0.004	0.01	0.22	86
<i>Sb</i>	0.06	0.01	0.05	0.05	0.002	0.01	0.16	75
<i>Cs</i>	0.01	0.00	0.01	0.005	0.00002	0.002	0.02	43
<i>Ba</i>	4.59	0.66	4.53	2.08	4.31	1.6	8.2	45
<i>La</i>	0.07	0.01	0.07	0.03	0.001	0.03	0.13	46
<i>Ce</i>	0.69	0.18	0.54	0.55	0.31	0.21	2.05	80
<i>Nd</i>	0.24	0.03	0.25	0.10	0.01	0.10	0.48	42
<i>Sm</i>	0.01	0.002	0.004	0.006	0.00003	0.001	0.02	92
<i>Eu</i>	0.002	0.000	0.001	0.001	0.000002	0.001	0.004	70
<i>Tb</i>	0.01	0.002	0.005	0.005	0.00003	0.001	0.02	96
<i>Yb</i>	0.005	0.001	0.004	0.004	0.00001	0.0003	0.01	80
<i>Lu</i>	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000003	0.0001	0.01	125
<i>Hf</i>	0.01	0.001	0.01	0.004	0.00002	0.00001	0.02	74
<i>Ta</i>	0.004	0.001	0.005	0.003	0.000007	0.001	0.01	62
<i>Au</i>	0.06	0.02	0.02	0.066	0.004	0.01	0.19	118
<i>Hg</i>	0.43	0.13	0.37	0.322	0.1	0.12	0.97	75
<i>Th</i>	0.03	0.02	0.01	0.054	0.003	0.001	0.18	165
<i>U</i>	0.02	0.004	0.02	0.014	0.0002	0.001	0.04	66

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что поведенте элементов различию. Для некоторых из них характерно однородное распределение, другие крайне неоднородных (таблица 4.3).

Таблица 4.3 - Характеристика распределения химических элементов по коэффициенту вариации для волос людей, проживающий в районе вулкана

#### Тангкубан Пераху

Группа	Коэффициент вариации, %	Характер распределения	Химические элементы
I	< 50	Однородное	Zn, Cs, Ba, La, Nd
II	50-70	Слабодифференцированное	Na, Ca, Co, Br, Rb, Rb, Ta, U
III	70-100	Дифференцированное	As, Sc, Ag, Sb, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Hf, Hg
IV	> 100	Интенсивно дифференцированное	Cr, Fe, Lu, Au, Th

Из таблицы 4.3 видно, что большинство химических элементов входят в группу с дифференцированным распределением, это As, Sc, Ag, Sb, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Hf, Hg. Между тем Na, Ca, Co, Br, Rb, Ta, U находятся в группе слабодифференцированное распределение. Единственными элементами в группе с однородным типом распределения относятся являются Zn, Cs, Ba, La, Nd. Остальные к группе интенсивно дифференцированным типом распределения. Возможно, такой характер распределения определяется спецификой территории.

#### 4.2 Сравнительные данные по содержанию химических элементов в волосах жителей разных регионов

Задачей исследования было выявить специфику накопления химических элементов в волосах людей, проживающих в районе вулкана Тангкубан Пераху, который имеет свою специфику воздействия на природную среду. Нами было установлено среднее содержание 29 химических элементов, что показано в таблице 4.4. Региональная специфика так же представлена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Сравнение полученных результатов с литературными данными

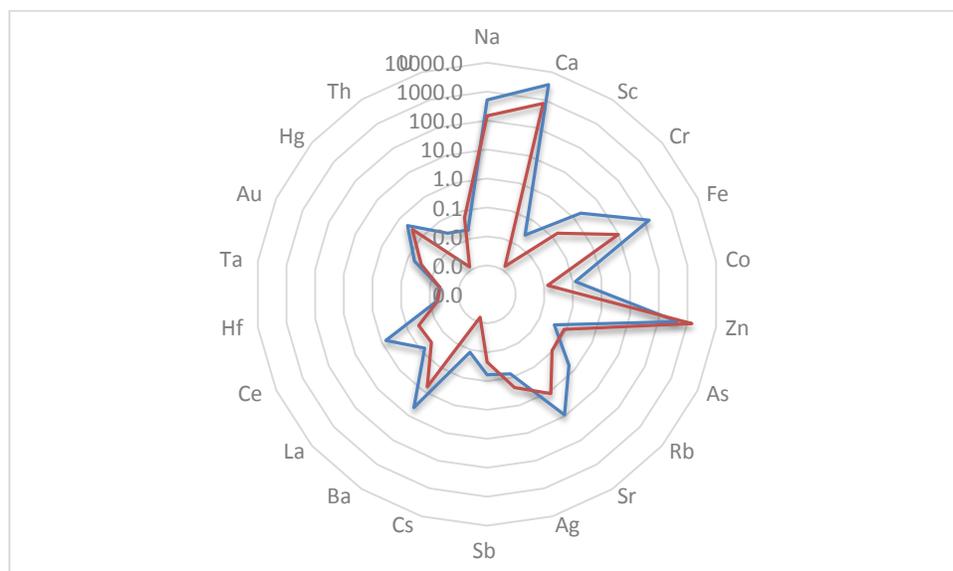
Элемент	Тангкубан Пераху (n=10)	Томская область (Барановская и др., 2015) [3]	Rodushkin I, 2000 [34]	Chojnacka K, 2006 [19]	Наркович, 2012 [6]
<i>Na</i>	528	602.2 ± 26	147	217	248 - 805
<i>Ca</i>	3518	2446 ± 103	750	1087.81	700 - 3450
<i>Sc</i>	0.027	0.05 ± 0.004	0.00141	-	-
<i>Cr</i>	1.91	4.6 ± 0.38	0.1671	0.571	0.31 – 4.41
<i>Fe</i>	145	87 ± 20.5	9.61	15.01	30 – 332
<i>Co</i>	0.120	0.25 ± 0.15	0.0131	0.0341	0.0421 – 0.311
<i>Zn</i>	447	182 ± 3.5	1421	156,481	120 - 225
<i>As</i>	0.036	2 ± 0,007	0.0851	0.0441	-
<i>Br</i>	1.064	12.5 ± 1.8	-	-	-

Продолжение таблицы 4.4

<i>Rb</i>	0.568	$2.3 \pm 0.12$	0.0931	-	-
<i>Sr</i>	9	$12.2 \pm 0.6$	1.21	28,821	-
<i>Ag</i>	0.074	$0.4 \pm 0.6$	0.2311	-	-
<i>Sb</i>	0.061	$0.1 \pm 0.008$	0.0221	0.4551	-
<i>Cs</i>	0.012	$0.035 \pm 0.002$	0.000671	-	-
<i>Ba</i>	4.585	$11.2 \pm 0,32$	0.641	20.31	-
<i>La</i>	0.069	$0.27 \pm 0,01$	0.0351	-	-
<i>Ce</i>	0.692	$0.4 \pm 0.03$	0.0391	-	-
<i>Nd</i>	0.240	-	-	-	-
<i>Sm</i>	0.006	$0.1 \pm 0.007$	-	-	-
<i>Eu</i>	0.002	$0.004 \pm 0.0004$	-	-	-
<i>Tb</i>	0.005	$0.007 \pm 0.0001$	-	-	-
<i>Yb</i>	0.005	$0.027 \pm 0.009$	-	-	-
<i>Lu</i>	0.001	$0.005 \pm 0.0005$	-	-	-
<i>Hf</i>	0.006	$0.05 \pm 0.004$	0.00541	-	-
<i>Ta</i>	0.004	$0.01 \pm 0.0004$	0.00441	-	-
<i>Au</i>	0.056	$0.06 \pm 0.01$	0.031	0.0491	-
<i>Hg</i>	0.427	$3.4 \pm 0.4$	0.2611	0.51	-
<i>Th</i>	0.033	$0.07 \pm 0.01$	0.00131	-	-
<i>U</i>	0.021	$0.13 \pm 0.01$	0.0571	-	-

Из таблицы видно, что самым концентрируемым элементом, содержащимся в человеческих волосах людей из района вулкана Тангкубан Пераху, является кальций (Ca) - 3518 частей на миллион. Кроме того, натрий (Na), цинк (Zn) и железо (Fe) также содержатся в более высоких концентрациях. Ca и Na больше в 3-4 раза, чем литературные данные (Радужкин), но Fe больше почти в 15 раз. Между тем Zn меньше в 3 раза. Lu, Eu и Ta - элементы с наименьшим содержанием.

Чтобы увидеть различие между составом человеческих волос из района вулкана Тангкубан Пераху и литературными данными, можно посмотреть на график ниже (Рисунок 4.1).



- Тангкубан Пераху
- I. Radushkin, 2000 г.

Рисунок 4.1 – Элементный состав волос жителей территории вулкана Тангкубан Пераху в сравнении с литературными данными (содержание в ppm)

Элементы, которые имеют большее содержание, чем литературные показатели: Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Rb, Sr, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Au, Hg, и Th. Элементы, которые имеют меньшие концентрации в сравнении с литературными показателями: Zn, As, Ag, и U. Между тем Hf и Ta почти схожи по своим содержаниям с литературными данными, а Br, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, и Lu не имеют данных для сравнения. Максимальными значениями характеризуется Th, которого в волосах жителей района вулканической деятельности больше почти в 25 раз, Cs и Sc, которые больше почти в 20 раз. Кроме того, содержания U, Ag, Zn и As также значимы, их концентрации в 3-4 раза ниже литературных показателей.

На диаграмме (рисунок 4.2 – рисунок 4.4 ) представлены сравнительные показатели химического состава элементов в волосах населения двух регионов: из района вулкана Тангкубан Пераху (Индонезия) и Томской области (Россия).

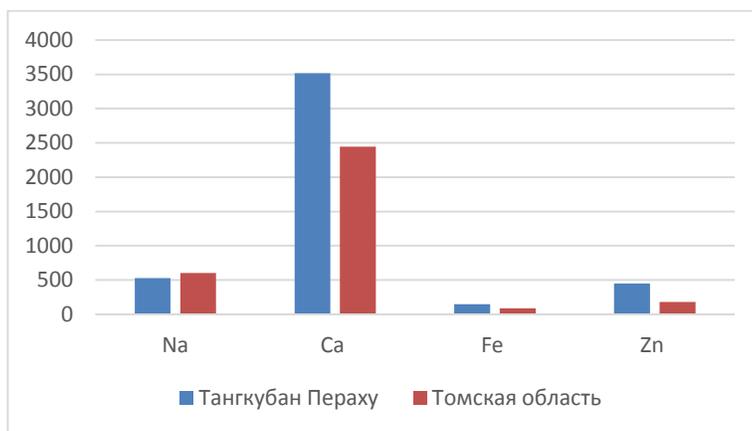


Рисунок 4.2 - Диаграмма сравнения содержания Na, Ca, Fe, Zn в волосах жителей района вулкана Тангкубан Пераху и Томской области

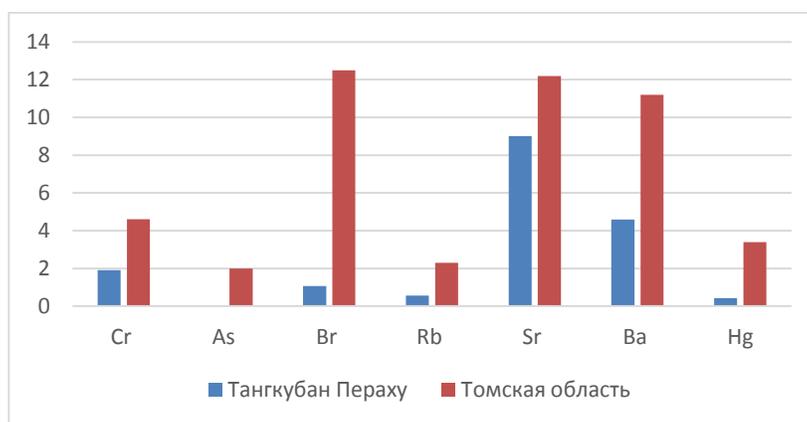


Рисунок 4.3 - Диаграмма сравнения содержания Cr, As, Br, Rb, Sr, Ba, Hg в волосах жителей района вулкана Тангкубан Пераху и Томской области

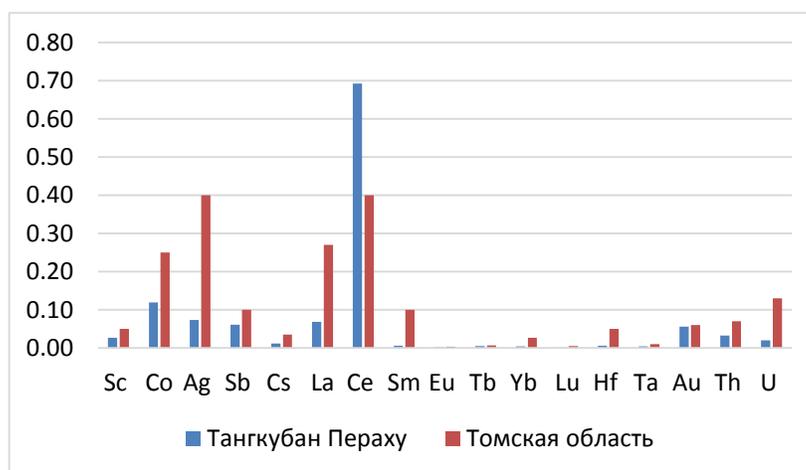


Рисунок 4.4 - Диаграмма сравнения содержания Sc, Co, Ag, Sb, Cs, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U в волосах жителей района вулкана Тангкубан Пераху и Томской области

Сравнение проведено по той причине, что данные волосы анализировались в одной и той же лаборатории и одним методом анализа. Обращает на себя внимание тот факт, что большинство элементов накапливаются в больших количествах в волосах людей из Томской области. Только Ca, Zn и Se обнаружены в более высоких содержаниях в волосах людей из Тангкубан Пераху.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что волосы человека ярко отражают состояние окружающей среды и техногенную ситуацию. Несмотря на имеющийся мощный природный источник поступления химических элементов в окружающую среду в виде периодически извергающегося вулкана, волосы жителей Индонезии характеризуются намного более низкими содержаниями химических элементов в сравнении с урбанизированной территорией, на которой преобладает техногенный фактор. Тем не менее, сравнение с литературными источниками показывает, что растом активной вулканической деятельности характеризуется широким спектром накапливающихся в волосах элементов.

## 5. Особенности накопления химических элементов в почве районов вулканической активности

Следующим процессом является описательная статистика с использованием Microsoft Excel. Результат анализа приведен в таблице 5.1. Этот анализ может помочь нам понять сводку результатов анализа ИНАА.

Таблица 5.1 - Результат описательной статистики

№	Элемент	Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Минимум	Максимум	Коеф Вар
1	<i>Na</i>	0.61	0.06	0.63	0.16	0.03	0.37	0.8	26
2	<i>Ca</i>	2.8	0.22	2.88	0.54	0.29	2.03	3.54	19
3	<i>Sc</i>	32.1	3.14	31.3	7.69	59.1	22.5	41.9	24
4	<i>Cr</i>	73.5	21.7	51.2	53.1	2819	28.7	165	72
5	<i>Fe</i>	8.66	0.29	8.54	0.72	0.51	7.74	9.72	8
6	<i>Co</i>	26.5	2.52	25.4	6.17	38.1	17.8	35.4	23
7	<i>Zn</i>	238	28.6	232	70.08	4911	134	328	29
8	<i>As</i>	9.67	1.46	10.9	3.58	12.83	4.38	14.3	37
9	<i>Br</i>	44.7	7.62	43.4	18.7	349	26	78.1	42
10	<i>Rb</i>	26	3.19	25.8	7.82	61.2	15.7	38.5	30
11	<i>Sb</i>	1.69	0.39	1.34	0.95	0.91	0.69	3	57
12	<i>Cs</i>	2.01	0.35	2.52	0.85	0.72	0.76	2.62	42
13	<i>Ba</i>	397	29.9	411	73	5373	279	483	18
14	<i>La</i>	16.7	1.04	16.3	2.56	6.53	14.4	21.3	15
15	<i>Ce</i>	45	5.96	46.5	14.6	213	20.2	61.1	32
16	<i>Nd</i>	21.6	4.63	24.8	11.3	129	0.5	32.3	53
17	<i>Sm</i>	3.94	0.17	3.8	0.42	0.18	3.42	4.54	11
18	<i>Eu</i>	1.08	0.25	1.12	0.62	0.39	0.02	1.95	58
19	<i>Tb</i>	0.65	0.06	0.63	0.14	0.02	0.49	0.82	22
20	<i>Yb</i>	1.97	0.2	1.94	0.49	0.24	1.19	2.71	25
21	<i>Lu</i>	0.34	0.03	0.32	0.07	0.01	0.28	0.48	21
22	<i>Hf</i>	5.06	0.37	5.16	0.9	0.81	3.53	5.92	18
23	<i>Ta</i>	0.64	0.22	0.68	0.54	0.29	0.05	1.43	85
24	<i>Au</i>	0.02	0.005	0.01	0.01	0.0001	0.001	0.03	76
25	<i>Th</i>	12.2	1.53	12	3.76	14.1	8.29	18.43	31
26	<i>U</i>	4.46	0.36	4.74	0.89	0.79	2.96	5.46	20

Следует отметить, что количество элементов, имеющих невисокий коэффициент вариации значительно шире по сравнению с волосом населения (Таблица 5.2)

Таблица 5.2 - Характеристика распределения химических элементов по коэффициенту вариации для волос людей проживающий рядом вулкана

#### Тангкубан Пераху

Группа	Коэффициент вариации, %	Характер распределения	Химические элементы
I	< 50	Однородное	Na, Ca, La, Sm, Ce, Lu, Th, Yb, Hf, Ba, As, Br, Cs, Tb, Sc, Rb, Fe, Zn, Co
II	50-70	Слабодифференцированное	Nd, Eu, Sb
III	70-100	Дифференцированное	Cr, Au, Ta
IV	> 100	Интенсивно дифференцированное	-

Дифференцированный тип распределения характеризует только для Cr, Au, Ta. Таким образом, сложно сказать, что биосубстраты являются более чувствительным компонентом природной среды. Волосы более целесообразно использовать в геоэкологической индикации изменения состояния среды по сравнению с почвой.

### 5.1 Сравнительные данные по содержанию химических элементов в почве Индонезии

Задачей исследования было выявить специфику накопления химических элементов в почвах район вулкана Тангкубан Пераху, который имеет свою специфику воздействия на природную среду. Нами было установлено среднее содержание 28 химических элементов, что показано в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Сравнение полученных результатов с литературными данными.

№	Элемент	Тангкубан Пераху	Томская Область	Тейлор, 1964
1	<i>Na</i>	6081	11384	23600
2	<i>Ca</i>	27979	11586	41500
3	<i>Sc</i>	32,1	11,03	22
4	<i>Cr</i>	73,5	74,96	100
5	<i>Fe</i>	86644	18894	56300
6	<i>Co</i>	26,5	12,69	25
7	<i>Zn</i>	238	85	70
8	<i>As</i>	9,67	5,11	2
9	<i>Br</i>	44,7	7,15	3
10	<i>Rb</i>	26	78,24	90
11	<i>Sb</i>	1,69	0,49	0,2
12	<i>Cs</i>	2,01	3,48	3
13	<i>Ba</i>	397	399	425
14	<i>La</i>	16,7	24,4	30
15	<i>Ce</i>	45	44,8	60
16	<i>Nd</i>	21,6	20,2	28
17	<i>Sm</i>	3,94	4,96	6
18	<i>Eu</i>	1,08	1,10	1
19	<i>Tb</i>	0,65	0,65	0,9
20	<i>Yb</i>	1,97	2,70	3
21	<i>Lu</i>	0,34	0,38	0,5
22	<i>Hf</i>	5,06	6,91	3
23	<i>Ta</i>	0,64	0,52	2
24	<i>Au</i>	0,02	0,01	0,004
25	<i>Th</i>	12,2	7,05	9,6
26	<i>U</i>	4,46	2,43	2,7

Из приведенной выше таблицы видно, что большинство химических элементов, обнаруженных в почвах вулкана Тангкубан Пераху, практически не отличаются от литературных данных [37]. Элементы, которые имеют значительно большее содержание в почвах вулкана Тангкубан Пераху: Fe, Zn, As, Br, Sb. На

диаграмме можно видеть сравнение между средним значением химических элементов почв вулкана Тангкубан Пераху и литературными данными.

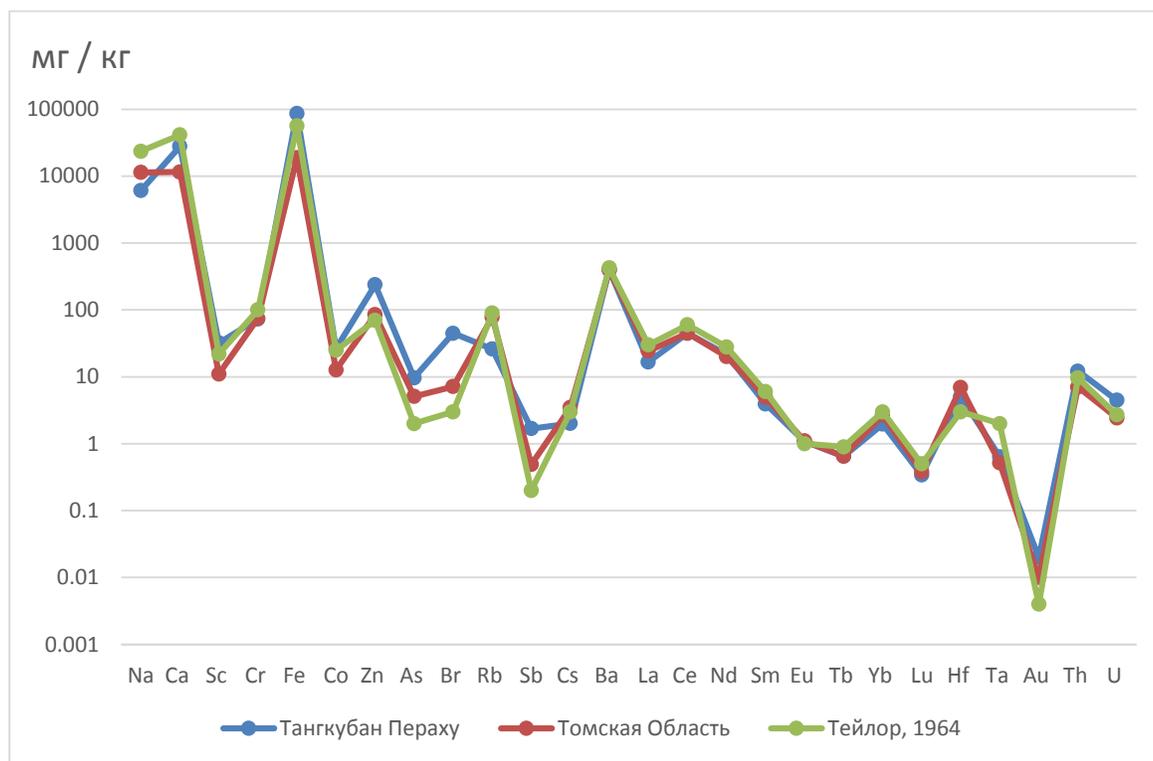


Рисунок 5.1 – Сравнительные показатели содержания химических элементов в почве района вулкана Тангкубан Пераху

Нами был рассчитан коэффициент концентрации относительно кларка, результат в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Химические элементов в почве относительно кларка по тейлору 1964 [37]

Район	Геохимические ряды	$Z_{СПН}$
Тангкубан Пераху	<b>Br</b> 14.9 - <b>Sb</b> 8.45 - <b>Au</b> - 5.00 - <b>As</b> 4.84 - <b>Zn</b> 3.40 - <b>Hf</b> 1.69 - <b>U</b> 1.65 - <b>Fe</b> 1.54 - <b>Sc</b> 1.46 - <b>Th</b> 1.27 - <b>Eu</b> 1.08 - <b>Co</b> 1.06 - Ba 0.93 - Nd 0.77 - Ce 0.75 - Cr 0.74 - Tb 0.72 - Lu 0.68 - (Ca, Cs) 0.67 - (Sm, Yb) 0.66 - La 0.56 - Ta 0.32 - Rb 0.29 - Na 0.26	<b>35.3</b>

Томская область	As 2.56 - Au 2.5 - Sb 2.45 - Br 2.38 - Hf 2.3 - Zn 1.21 - Cs 1.16 - Eu 1.1 - Ba 0.94 - (Yb, U) 0.9 - Rb 0.87 - Sm 0.83 - La 0.81 - Lu 0.76 - (Cr, Ce) 0.75 - Th 0.73 - Tb 0.72 - Co 0.51 - Sc 0.50 - Na - 0.48 - Fe 0.34 - Ca 0.28 - Ta 0.26	8.7
-----------------	--	-----

Согласно градации, почва района расположение вулкана является интенсивными загрязненными в сравнении Томская Область. Почва вулкана Тангкубан Пераху имеет высокий уровень загрязнения, а района Томская Область имеет низкий уровень загрязнения.

На рисунке 5.2 – 5.4 можно видеть по каким элементам наблюдается концентрировании в почвах районе активной вулканической деятельности.

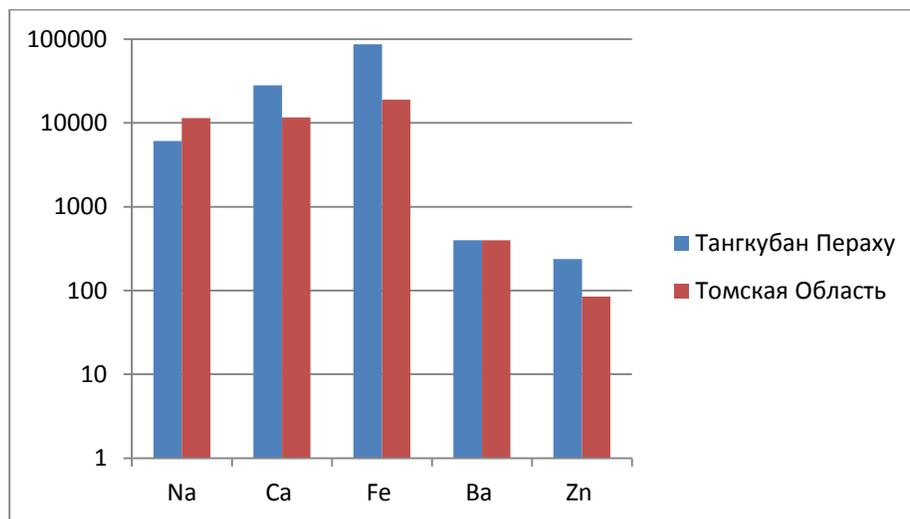


Рисунок 5.2. - Диаграмма сравнения содержания Na, Ca, Fe, Ba, Zn в почвах вулкана Тангкубан Пераху и Томской области

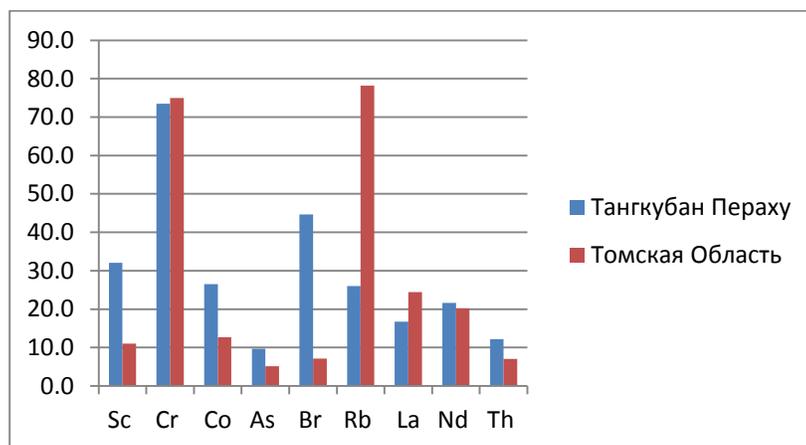


Рисунок 5.3 - Диаграмма сравнения содержания Sc, Cr, Co, As, Br, Rb, La, Nd, Th в почвах вулкана Тангкубан Пераху и Томской области

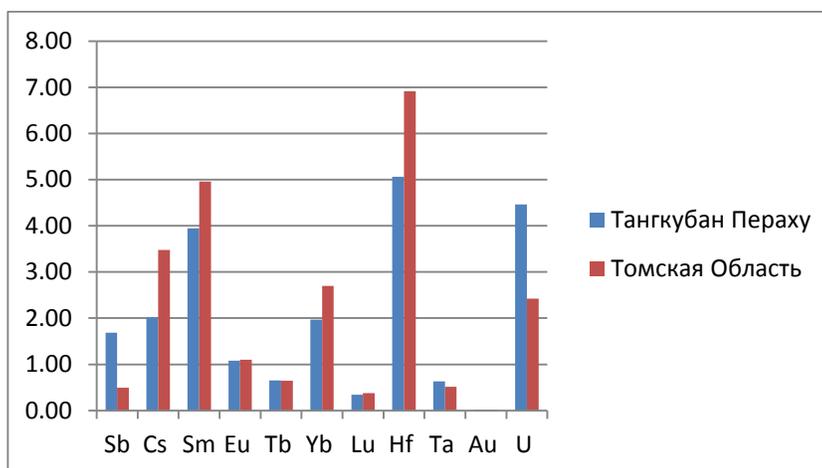


Рисунок 5.4 - Диаграмма сравнения содержания Sb, Cs, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, U в почвах вулкана Тангкубан Пераху и Томской области

Диаграммы показывают, что между почвами вулкана Тангкубан-Пераху и Томской области есть существенная разница. Состав Br намного больше в Tangkuban Perahu, но Rb намного больше в Томской области. Другими элементами, которые были обнаружены в почвах Тангкубан Пераху, являются Ca, Fe, Zn, Sc, Co, As, Nd, Th, Sb, Ta и U. Остальные элементы встречаются чаще в Томской области или даже почти в том же составе. Таким образом, почва Индонезии характеризуются более интенсивным воздействием в результате деятельности вулкана.

## **6. Ртуть в почве и волосах человека и ей влиянии на здоровье население**

Воздействие тяжелых металлов при контакте с почвой является серьезной проблемой для здоровья человека. Мышьяк является металлоидом, но обычно он группируется с тяжелыми металлами. Тяжелые металлы, представляющие наибольшую опасность для здоровья человека, включают: As, Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni и Zn [24]. Тяжелые металлы попадают в почву естественным путем в результате выветривания горных пород, но они также попадают в почву в результате деятельности человека. Тяжелые металлы являются побочными продуктами добычи руд, и они присутствуют в добыче руды и в непосредственной близости от заводов по обработке металла. Тяжелые металлы попадают в почву со свалок, которые содержат промышленные и бытовые отходы, а также из осадков сточных вод, которые поступают с очистных сооружений. Электронные отходы, или отходы, связанные с электронными приборами, являются растущим источником Pb, Sb, Hg, Cd и Ni в почве [32].

Осовым источникам наступления металлов являюся активно действующие вулканы. Например извержение Пинатубо, Филлипина в июне 1991 года произошло после длительного 611-летнего перерыва. От извержения и его последствий погибло как минимум 875 человек. Последствия извержения Пинатубо были ощутимы по всему миру. Его взрыв длился 2 дня, и он вызвал 10 миллиардов тонн магмы. Компания также выпустила 10 миллионов тонн SO<sub>2</sub>, 600000 тонн Cu, 800000 тонн Zn, 1000 тонн Cd, 300000 тонн Ni, 550000 тонн Cr, 10000 тонн As и 800 тонн Hg. Это равно 60 вулканам в день [35].

Ртуть (Hg) - это природный элемент, содержащийся в почве, воздухе и воде. Распространяется в окружающей среде как в естественных процессах, так и в результате антропогенных процессов. Ртуть может поглощаться через кожу и слизистые оболочки, а пары ртути могут вдыхаться, поэтому контейнеры с ртутью надежно закрываются, чтобы избежать разливов и испарения. Нагрев

ртути или соединений ртути, которые могут разлагаться при нагревании, следует проводить при достаточной вентиляции, чтобы свести к минимуму воздействие паров ртути.

Ртуть может быть найдена в неорганических и органических формах и стабильна в окружающей среде. Три наиболее распространенные формы: а) элементарная ртуть (химическое обозначение  $Hg_0$ ); б) ионная ртуть (также известная как неорганическая ртуть, химическое обозначение  $Hg(II)$  или  $Hg^{2+}$ ), которая естественным образом присутствует в соединениях ртути  $Hg(II)$  или в растворенных ртутных комплексах; и в) органические соединения ртути, из которых метилртуть ( $MeHg$ ) является наиболее значительной и опасной.

Опасность для здоровья человека заключается не в самом жидком металле, называемом ртутью, а в том, что соединения, в частности соли, которые он образует в нашем организме, попадают в него через дыхательные пути. Интоксикация парами ртути может проявляться в двух формах: острая, хроническая. Острое отравление ртутью происходит при непосредственном контакте с большим количеством этого вещества. Это может быть выражено расстройством кишечника, воспалением десен, рвотой, слабой функцией сердца и многим другим. Хроническое отравление ртутью или ртутное отравление проявляется такими симптомами, как металлический привкус во рту, рыхлые десны, слабая раздражительность, усталость, бессонница, проблемы с памятью и т. Д. То есть ртуть воздействует на центральную нервную систему человека, значительно нарушая ее работу. Ртуть является чрезвычайно токсичным веществом, которое разрушает здоровье человека [4].

Ниже приведена таблица результатов содержания ртути на человеческих волосах, которые живут вблизи активно вулканов, Индонезии. Анализ выполнен с помощью ртутного анализатора RA-915.

Таблица 6.1 - Результат содержания ртути в волосах человека

No	Местоположение	C1 (ppm)	C2 (ppm)	Cx (ppm)	OT СКО %
1	Тангкубан Параху	0.15	0.15	0.15	0.4
2	Тангкубан Параху	0.49	-	0.49	-
3	Тангкубан Параху	0.60	0.56	0.58	4.8
4	Тангкубан Параху	1.01	0.93	0.97	5.6
5	Тангкубан Параху	0.12	0.13	0.12	6.9
6	Тангкубан Параху	0.27	0.23	0.25	10.8
7	Кавах Иджен	0.39	0.44	0.41	7.4
8	Кавах Иджен	0.04	-	0.04	-
9	Кавах Иджен	0.27	-	0.27	-
10	Кавах Иджен	0.26	0.24	0.25	6.1
11	Кавах Иджен	0.35	0.41	0.38	10.7
12	Кавах Иджен	0.42	0.33	0.38	18.4
13	Кавах Иджен	0.17	0.15	0.16	12.9
14	Кавах Иджен	0.31	0.00	0.31	-
15	Кавах Иджен	0.28	0.20	0.24	21.3
16	Кавах Иджен	0.33	-	0.33	-
17	Томск	0.12	0.13	0.12	6.9
18	Томск	0.16	0.14	0.14	12.9

Норма содержания ртути в волосах колеблется от 0 до 2,0 ppm, а ее избыток свидетельствует об отравлении. Если оно больше нормы, это может привести к ухудшению зрения и слуха; появление тремора; развитие гингивита или стоматита; эндокринным нарушениям; поражению нервной системы (спутанность слов, бессвязная речь). Одним из самых известных феноменов заболеваний, вызванных ртутью, является болезнь Минамата в Японии. Ученые провели исследование по анализу содержания ртути в волосах людей с

заболеваниями. Результаты показывают, что содержание ртути в их волосах составляет 200 - 600 частей на миллион.

Из таблицы видно, что содержание ртути в волосах все еще находится в категории «норма». Содержание ртути в человеческих волосах из Тангкубан Параху выше, чем в Кавах Иджен, а в волосах из Томска самое низкое содержание ртути. Среднее содержание ртути в волосах у Тангкубан Параху составляет 0,43 ppm, в Кавах Иджен - 0,28 ppm, а из Томска - 0,13 ppm.

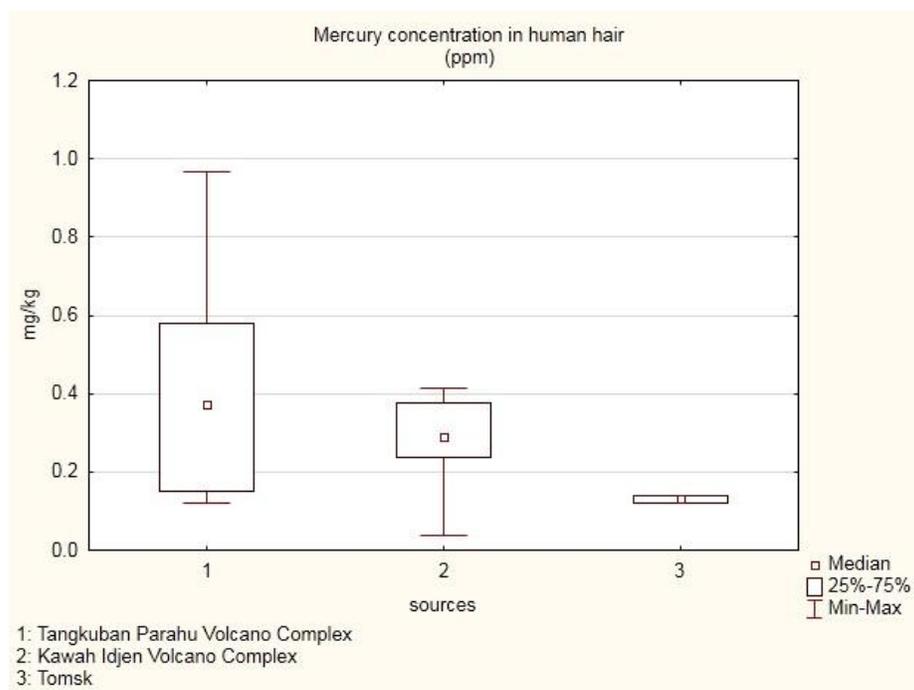


Рисунок 6.1 - Анализ содержания Hg в волосах жителей Индонезии с использованием метода Крускала Уоллиса

Из графика видно, что в целом средние значения содержания ртути в волосах из вулкана Тангкубан Пераху и Кавах Иджен почти одинаковы. Но максимальное количество наблюдается в районе вулкана Тангкубан Пераху.

Определение микроэлемента в волосах является предметом постоянного интереса биомедицински и экологически наук. Волосы можно считать выделительным продуктом, содержание микроэлементов в котором отражает минеральный обмен в организме. Однако их концентрации мало связаны с уровнями в других тканях [28]. Следует отметить, что человеческий волос

является привлекательным биологическим материалом благодаря простоте отбора проб, транспортировки и обработки, а также информации о концентрациях некоторых микроэлементов, которые значительно более концентрированы в волосах, чем в других биологических материалах, что облегчает анализ. Микроэлементы накапливаются в организме в течение определенных периодов времени; следовательно, они отражают биомедицинскую и экологическую историю организма, а также долгосрочные метаболические изменения [4]. Важность этих исследований подтверждается тем фактом, что в организме человека есть несколько микроэлементов, которые важны для биохимических процессов. Некоторые исследователи проводят корреляции с различными заболеваниями.

В целом, анализ содержания ртути в почве района расположения вулканов и волосах жителей этой территории показал, что наблюдается незначительное её концентрирование. Этот факт требует дальнейшего изучения, поскольку ртуть является весьма опасным для здоровья людей элементом.

## Заключение

При сравнении полученных данных с литературными источниками по изученным содержанием 29 химических элементов в волосах человека и 26 химических элементов в почве были установлены факт концентрирования элементов на территории вулкана Тангкубан Пераху и Кавах Иджен (Индонезия). Для сравнения автор использует пробы волос и почвы Томской области, а также некоторые данные литературы.

Во-первых, волосы показывают, что наиболее концентрированным элементом, содержащимся в волосах людей района вулкана Тангкубан-Пераху, является кальций (Ca) - 3518 частей на миллион. Кроме того, натрий (Na), цинк (Zn) и железо (Fe) также обнаруживаются в более высоких концентрациях. Ca и Na в 3-4 раза больше, чем литературные данные (Радушкин), но Fe почти в 15 раз больше. Между тем Zn ниже чем в 3 раза. Lu, Eu и Ta - элементы с наименьшим содержанием.

Элементы, которые имеют большее содержание, чем литературные показатели: Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Rb, Sr, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Au, Hg, и Th. Элементы, которые имеют меньшие концентрации в сравнении с литературными показателями: Zn, As, Ag, и U. Между тем Hf и Ta почти схожи по своим содержаниям с литературными данными, а Br, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, и Lu не имеют данных для сравнения. Максимальными значениями характеризуется Th, которого в волосах жителей района вулканической деятельности больше почти в 25 раз, Cs и Sc, которые больше почти в 20 раз. Кроме того, содержания U, Ag, Zn и As также значимы, их концентрации в 3-4 раза ниже литературных показателей.

Следующее сравнение - с волосами от людей, которые живут в Томской области. Обращает на себя внимание тот факт, что большинство элементов накапливается в волосах людей из Томской области. Только Ca, Zn и Se встречаются больше в Тангкубан Пераху.

Согласно градации, почва района расположения вулкана является высокими загрязненными в сравнении Томская Область. Почва вулкана Тангкубан Пераху имеет высокий уровень загрязнения, а района Томская Область имеет низкий уровень загрязнения.

Есть также корреляция между химическим составом в почве и человеческих волосах. Например, в волосах жителей Тангкубан Пераху содержится большое количество кальция, железа и цинка, и они встречаются чаще, чем в волосах жителей Томска, то же самое с химическим составом, обнаруженным в почве Томской области. Следующими элементами являются натрий и рубидий, в почвах Томской области больше Na и Rb по сравнению с почвой вулкана Тангкубан Пераху, и это также с составом волос.

В заключение, следует отметить, что химические элементы, которые содержатся в волосах человека, подвержены влиянию многих факторов, как природных, так и антропогенных. Окружающая среда, такая как почва, также повлияла на композицию, кроме того, ежедневная активность человека также влияет на композицию. Таким образом, волосы могут быть хорошим биосубстратом для анализа здоровья человека или для проведения судебной экспертизы, а так же людей использоваться в экологических исследованиях как индикатор.

## 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В 7-ой главе выпускной квалификационной работы приводятся финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение по теме диссертации. Цель данной выпускной квалификационной работы заключается в изучении индикаторной роли химических элементов в компонентах природной среды территорий с различной геоэкологической ситуацией. Были отобраны пробы волос населения, проживающего вблизи вулкана в Индонезии, вулкана называются Тангкубан Параху и Кавах Иджен.

Пробы волос были взяты в соответствии со стандартным методом, рекомендованным МАГАТЭ (1980). При взятии пробы были записаны возраст, пол, полное имя, адрес места жительства и место рождения. Вес образца составлял 200-500 мг. Пробы были помещены в полиэтиленовые пакеты. Общее количество образцов волос составило 23 шт. Подготовка проб волос включала сушку при комнатной температуре. Для подготовки к аналитическим исследованиям образец волос измельчали ножницами из нержавеющей стали до сегментов длиной около 0,5 см.

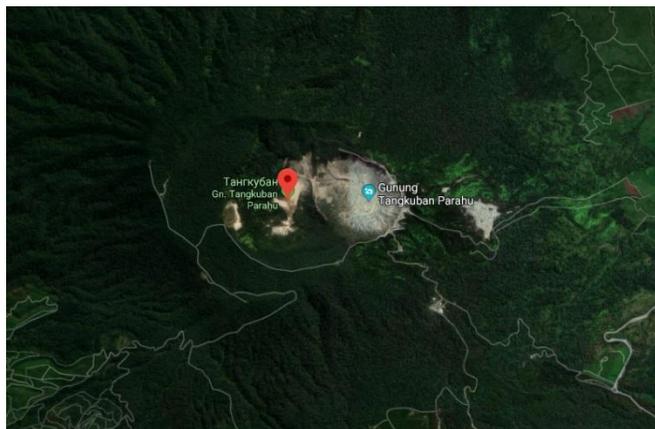


Рисунок 7.1 - Карта вулкана Тангкубан Параху

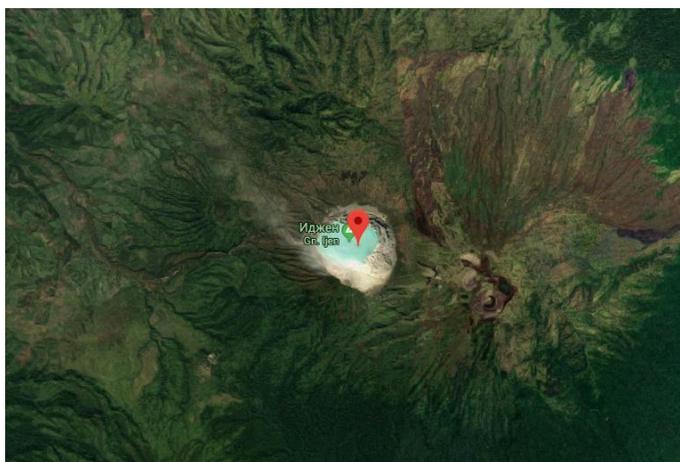


Рисунок 7.2 - Карта вулкана Кавах Иджен

Для этого необходимо произвести следующие виды работ, которые выполняются последовательно: эколого-геохимические, лабораторные и камеральные (таблица 7.1). На основании технического плана рассчитываются затраты времени и труда.

Таблица 7.1- Виды и объемы проектируемых работ (технический план)

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм	Кол-во		
1.	Эколого-геохимические работы	проба	28	отбор проб	полиэтиленовые пакеты, ножницы из нержавеющей стали, бумага, ручка
2.	Лабораторные работы	проба	28	пробоподготовка материала	Алюминиевая фольга, ножницы, пинцет
		проба	20	анализ ртути	РА – 915 Анализатор ртути
		проба	16	определение химического элемента в пробах	Нейтронно – активационный анализа (ИНАА)
		проба	3	определение минерального в пробах	электронный микроскоп Hitachi S-3400N
3.	Камеральные работы	проба	28	обработка данных, анализ материала	ПЭВМ

### **1. Эколого-геохимические работы.**

Объем работ: выбор мест отбора проб, связывание точек наблюдения, отбор проб волос и почвы, проверка и описание материалов образцов, маркировка образцов, маркировка и упаковка образцов, отражение и фиксация точек наблюдения на карте маршрута, регистрация пробы в журнале.

## **2. Лабораторные работы.**

Подготовка проб волосах включала сушку при комнатной температуре. Для подготовки к аналитическим исследованиям образец волос измельчали ножницами из нержавеющей стали до сегментов длиной около 0,5 см. Этот этап работы даже включает подготовку образцов для инструментального нейтронно-активационного анализа, который выполняется подрядчиками в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии. Ядерный реактор Томского политехнического университета, а именно: истирание, приготовление фольгированных мешков размером 10 \* 10 мм, упаковка 100 мг вещества в мешки, во всех образцах б л определен элементный состав (28 химических элементов).

Чтобы узнать визуальный состав волос и минеральный состав внутри, проводилось в лаборатории электронно-оптической диагностики кафедры ГЭГХ на сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N с приставкой для микроанализа. Также использование Анализатор ртути РА – 915 для анализа состава ртути в волосах и почвах.

## **3. Камеральные работы.**

Камеральная обработка материалов включает в себя: сбор и систематизацию информации об области исследования; дополнительный сбор исходных данных и их систематизация в постполевом периоде; правильная камеральная обработка материалов; составление специализированных карт; машинописные и чертежные и дизайнерские работы.

Включают в себя интерпретацию результатов и обработка полученных материалов. Вся полученная информация представляется в виде отчета в соответствии с техническим заданием и требованиям к эколого-геохимическим исследованиям. Период данного типа работ составил с августа 2017 г. по май 2019 г.

Таблица 7.2 – Календарный план работ

Этап работ	2017 год					2018 год							2019 год			
	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Февраль	Март	Апрель	Май	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Февраль	Март	Апрель	Май
Полевые	+	+	+													
Лабораторные						+	+	+				+	+	+	+	
Камеральные										+	+	+	+	+	+	+

Содержание работы при проведении аналитических и проектных работ: изучение результатов анализа образцов и их систематизация; анализ природы химических элементов в волосах и почвах человека; геохимический отбор проб; фактический расчет геохимических показателей; оформление полученных данных в виде таблиц, графиков, диаграмм.

### РАСЧЕТ ЗАТРАТ ВРЕМЕНИ И ТРУДА ПО ВИДАМ РАБОТ

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в ССН-93 выпуск 2 «Геолого-экологические работы». Из этого справочника взяты следующие данные:

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

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$N = Q \times H_{BP} \times K ,$$

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

Q-объем работ, (м.(ф.н.));

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

K- коэффициент за ненормализованные условия;

Используя технический план, в котором указаны все виды работ, определялись затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах (таблица 6.2).

Таблица 7.3 - Расчет затрат времени и труда

№	Вид работ	Объем		Норма времени по ССН (Н <sub>вр</sub> )	Коэф-ты (К)	Документ	Итого времени на объем (N)
		Ед. изм	Кол-во (Q)				
Эколого-геохимические работы							
1.1	Отбор и обработка проб	проба	28	0,1289	-	пункт 81 ССН, вып. 2	3,61
1.2	эколого-геохимические работы	проба	28	0,048	-	ССН, вып. 2, табл. 41	1,34
1.3	Камеральные работы, обработка материалов ЭГР (с использования ЭВМ)	проб	28	0,0337	1	ССН, вып. 2, табл. 61	0,94
Итого на эколого-геохимические работы							5,89 смен
2.1	Пробоподготовка для ИНАА	проба	16	За 1 смену 40 проб	-		0,4
2.2	Пробоподготовка для Анализ ртути	проба	20	За 1 смену 2 проб	-		10
2.3	Пробоподготовка для определение минерального в пробах	проба	3	За 1 смену 2 проб			1,5
Итого на лабораторные работы							11,9 смен
3.1	Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ) Масштаб работ 1:200000 – 1:100000	проба	28	0,0106	-	табл. 59 3 стл, 1 стр ССН, вып. 2	0,296
3.2	Предварительное изучение результатов анализов проб и выявление минерального и элементного составов	элементо-определения	640	0,00009	-	табл. 60 5 стл, 29 стр ССН, вып. 2	0,0576

3.3	Камеральная обработка материалов (с использованием ЭВМ) Масштаб работ 1:200000-1:100000	проба	28	0,0232	-	табл. 61 3 стл, 1 стр ССН, вып. 2	0,649
Итого на камеральные работы							1,002 смены
<b>Итого:</b>							<b>18,79 смены</b>

### НОРМЫ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ

Нормы расхода материалов для эколого-геохимических работ и камеральных работ также определялись согласно ССН, выпуск 2, а для лабораторных работ согласно инструкциям и методическим рекомендациям (таблица 7.4).

Таблица 7.4 - Нормы расхода материалов на проведение работ

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
<b>Эколого-геохимические работы</b>				
Бумага писчая	шт	56	1,5	84
Блокнот	шт	70	1	70
Маркер	шт	20	1	40
Карандаш простой	шт	30	2	60
Ножницы	шт	45	1	45
коробка для проб	шт	20	2	40
Ручка шариковая	шт	50	1	50
Пакеты для проб	шт	45	3	135
Итого:				524
<b>Лабораторные работы</b>				
Фольга алюминиевая 10 м × 30см	шт.	35	1	35
Лист бумаги А4	шт.	0,6	30	18
Вата стерильная хирургическая	г	20	2	40
Спирт этиловый технический марки А гидролизный	л	75	2	150
Пинцет медицинский	шт.	50	1	50
Линейка чертежная	шт.	27	1	27
Итого:				320
<b>Камеральные работы</b>				
Бумага офисная	пачка (100 л)	150	2	300
Карандаш простой	шт.	7	2	14

Ручка шариковая	шт.	2	50	48
Ластик	шт.	1	15	15
Блокнот	шт	70	1	70
Итого:				447
<b>Итого:</b>				<b>1291</b>

### РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА ОПЛАТУ ТРУДА

Оплата труда зависит от зарплаты и количества отработанного времени, при расчете учитываются премии и коэффициент округа. С учетом дополнительной заработной платы формируется фонд оплаты труда. Общая сумма, необходимая для оплаты труда всех сотрудников, состоит из учета страховых взносов, материальных затрат, износа оборудования, путевых расходов и резервов. Расчет оплаты труда представлен в таблице 7.5.

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

К - коэффициент районный (для Томска 1,3 на 2019 г).

$$\text{ДЗП} = \text{ЗП} * 7,9\%,$$

где ДЗП - дополнительная заработная плата (%).

$$\text{ФЗП} = \text{ЗП} + \text{ДЗП},$$

где ФЗП - фонд заработной платы (р).

Результаты расчета приведены в таблице 6.

$$\text{СВ} = \text{ФЗП} * 27,1\%,$$

где СВ - страховые взносы.

$$\text{ФОТ} = \text{ФЗП} + \text{СВ},$$

Таблица 7.5 - Расчет за оплату труда

Наименование расходов		Един. измер.	Затраты труда	Дневная ставка, руб	Сумма основных расходов
Основная заработная плата:					
геоэколог	1	чел-см	4,95	731	3618,5
рабочий	1	чел-см	0,94	641	602,5
ИТОГО:	2		5,89		4221
Дополнительная зарплата	7,9%				333,46
ИТОГО:					4554,46
ИТОГО: с р.к.=	1,3				5920,8
Страховые взносы	27,1%				1604,5
<b>ИТОГО основных расходов</b>					<b>7525,3</b>

## РАСЧЁТ АМОРТИЗАЦИОННЫХ ОТЧИСЛЕНИЙ

Во время написания дипломной работы был задействован компьютер. На нем и будет производиться 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

Таблица 7.6 - Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол- во	Балансов ая стоимост ь, руб.	Годовая норма амортизации , %	Сумма амортизац ии за год, руб.	Сумма амортизации за период использования, руб.
Персональный компьютер	1	20000	10	2000	$\frac{2000}{365} \cdot 12 = 65$
Анализатор ртути «РА-915+»	1	1500000	1	15000	$\frac{15000}{365} \cdot 12 = 493$
Сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N	1	8000000	1	80000	$\frac{80000}{365} \cdot 12 = 2630$
<b>ИТОГО</b>					<b>3188</b>

## РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА ПОДРЯДНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ

Определялось содержание 28 химических элементов в пробах волосах и почвы путем инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) в аттестованной ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» отделения геоэкологии и геохимии ТПУ.

Таблица 7.7 - Расчет затрат на подрядные работы

№, п/п	Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость	Сумма
1	ИННА	16	3000	48000
Итого:				48000

## РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА ДОСТАВКА ПОСЫЛКИ

В этом исследовании было две посылки с доставкой из Индонезии (город Джакарта) в Россию (Томск). Пакеты содержат материалы для исследования, такие как волосы и почвы. Доставка была в два раза, за одну доставку она стоит 4000, поэтому общая стоимость доставки посылки составляет 8000 рублей.

Таблица 7.8 - Расчет затрат на доставка посылки

№	затрат	Количество (пакет)	Стоимость за 1
1	Посылки (Индонезия в Россию)	2	4000
<b>Итого: 8000 рублей</b>			

Таблица 7.9 - Основные затраты на проектные работы

Состав затрат	Сумма затрат, руб
Материальные затраты	1291
Затраты на оплату труда со страховыми взносами)	7525,3
Амортизация	3188
Доставка затраты	8000
<b>Итого</b>	<b>20004,3</b>

## ОБЩИЙ РАСЧЕТ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ РАБОТ (СМ 1)

Это общий расчет общей стоимости работ, который оформляется в стандартном виде. Основой для расчетов являются основные затраты, связанные с выполнением эколого-геохимических работ. Общий расчет сметной стоимости всех работ отображен в таблице 7.10.

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$\text{ФОТ} = \text{ФЗП} + \text{СВ},$$

где ФОТ - фонд оплаты труда (р).

$$\text{R} = \text{ЗП} * 3\%,$$

(7) где R - резерв (%).

$$\text{СПР} = \text{ФОТ} + \text{M} + \text{A} + \text{R},$$

где СПР - стоимость проектно-сметных работ.

Таблица 7.10 - Общий расчет сметной стоимости работ (СМ 1)

№ п/п	Наименование работ и затрат	Объем		Полная стоимость, руб.
		Ед. изм	Кол-во	
I	<b>Основные расходы на геоэкологические работы</b>			
	А. Собственно геоэкологические работы			
	Проектно-сметные работы			
1	Эколого-геохимические работы	% от ПР	100	20004,3
2	Камеральные работы	% от ПР	100	20004,3
3	Сопутствующие работы и затраты			1291
5	Доставка образцов			8000
Итого основных расходов:	49299,6			
II	<b>Накладные расходы</b>	% от ОР	15	7394,9
Итого ОР+НР	56694,5			
III	<b>Плановые накопления</b>	% от ОР+НР	20	1133,9
IV	<b>Подрядные работы</b>			
	Инструментальны нейтронно-активационный анализ	руб		48000
V	<b>Резерв</b>	% от ОР	3	1478,99
	<b>Общая сметная стоимость</b>	156606,99		
	<b>НДС</b>	%	20	31321,4
	<b>ИТОГО с НДС</b>	187928,39		

## РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Ресурсоэффективность — способность минимально возможными усилиями достигать максимальных результатов, чтобы таким образом сэкономить возможности или ресурсы в широком смысле. Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i b_i ,$$

где  $I_{pi}$ — интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$ — весовой коэффициент проводимого исследования;

$b_i$ — балльная оценка проводимого исследования, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 7.11. Сравнительная оценка характеристик исследования

№	Критерии	Весовой коэффициент критерия	Балльная оценка исследования
1	Комплексность исследования	0,2	4
2	Применение современных методов анализа	0,2	5
3	Достоверность результатов	0,2	5
4	Экономическая выгода	0,2	3
5	Коммерческая выгода	0,2	3
<b>ИТОГО</b>		<b>1</b>	<b>20</b>

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,2*5 + 0,2*5 + 0,2*5 + 0,2*3 + 0,2*3 = 4$$

Таким образом, стоимость работ по изучению состав волос человека и почвы, возникшей из вулкана Тангкубан Пераху и Кавах Иджен, Индонезия, составила 187928,39 рублей с учетом НДС. Показатель ресурсоэффективности по пятибалльной шкале равен  $I_p = 4$ , что говорит об эффективной реализации данного научного исследования.

## 8. Социальная ответственность

Социальная ответственность – это корпоративная ответственность, которую несет организация перед коллективом за принятые ею решения, это обязанность перед людьми, когда организация должна предусматривать интерес коллектива, возлагая на себя обязанность за воздействие их работы на клиентов и сотрудников [39].

Данная выпускная квалификационная работа (ВКР) посвящена изучению индикаторной роли химических элементов в компонентах природной среды и геоэкологической ситуации. Целью данного исследования было изучение химических элементов, содержащихся в волосах человека, которые живут на территориях с различной геоэкологической ситуацией, изучение влияния окружающей среды на их организм, сравнение результатов с литературой и анализ этого.

Известно, что микроэлементы играют важную роль в правильном функционировании живых организмов. Избыток или недостаток в организме одного из химических элементов или же соединений элементов может приводить к возникновению патологических состояний в организме. Особой токсичностью при этом отличаются тяжелые металлы (ТМ). В настоящее время биомониторинг химических загрязнителей окружающей среды является наиболее популярным по сравнению с другими видами мониторинга, и находит все большее применение в различных странах. Один из легкодоступных для таких исследований биосубстрат - волосы человека.

Отобранные пробы были подвергнуты всестороннему изучению различными аналитическими методами. Химический состав изучали с помощью инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), который не требует разрушения образца и, таким образом, устраняет важную аналитическую

ошибку, связанную с разложением материала. Анализы проводились на базе исследовательского ядерного реактора ТПУ.

В географии Индонезии преобладают вулканы, которые образуются из-за зон субдукции между Евразийской плитой и Индо-Австралийской плитой. Вулканы в Индонезии являются частью Тихоокеанского огненного кольца. По состоянию на 2012 год Индонезия имеет 127 действующих вулканов и около 5 миллионов человек действуют в опасных зонах. Многие люди ежедневно работают в районе вулкана в качестве шахтера, путевода, продавца, службы безопасности и т. Д.

Работа студента представляет собой теоретическое исследование, основными задачами которого являются: литературный обзор, анализ полученных исследований, проведенных ранее аккредитованными лабораториями и проведение расчетов.

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

**Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.** Согласно Конституции Российской Федерации [53], каждый гражданин имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, на оплату труда без какой бы то ни было дискриминации и не ниже установленного федеральным законом минимального размера оплаты труда, а также право на защиту от безработицы.

Трудовые отношения между работником и работодателем регулируются Трудовым кодексом РФ [64]. Налоговый кодекс РФ [55] устанавливает систему налогов и сборов на территории Российской Федерации.

Права и обязанности работника в ходе проведения специальной оценки условий труда устанавливаются в статье 5 главы 1 Федерального закона Российской Федерации № 426-ФЗ от 28 декабря 2013 г [66].

**Режим труда и отдыха при работе с компьютером.** При работе с персональным компьютером (ПК) в среднем по истечению 2 часов у пользователя возникает утомление. Для предотвращения последующего ухудшения самочувствия пользователя и снижения его общей активности и работоспособности целесообразно соблюдать режим труда и отдыха.

Для рабочей смены длительностью 8 ч. определены следующие режимы перерывов (исходя из категории работы): спустя 2 часа после начала работы и через 2 часа после обеденного перерыва – по 15 минут; через 2 часа от начала работы и через 1,5 – 2 часа после обеденного перерыва – по 15 минут.

Также целесообразна организация регламентированных перерывов меньшей длительности, во время которых можно проводить различные разминочные физические упражнения, гимнастику для глаз.

**Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя (требования к организации рабочих мест пользователей персонального компьютера).** Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 [59] и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [60] при организации рабочего места пользователя персонального компьютера (ПК) необходимо соблюдение следующих правил:

- расстояние между рабочими столами с видеомониторами не должно быть менее 2 м в направлении тыльной стороны монитора, и не менее 1,2 м между боковыми сторонами мониторов;
- минимальное расстояние от монитора до глаз пользователя должно составлять не менее 600-700 мм, при определенном размере шрифта допустимо расстояние в 500 мм;
- конструкция рабочего стула выбирается исходя из роста пользователя, продолжительности работы и должна способствовать естественному движению пользователя, не производя дополнительной нагрузки на мышцы спины и шейно-плечевой области. Кроме того, рабочий стул (кресло) должно иметь поворотный-подъемный механизм и возможность регулировки по

высоте, углам наклона сидений и спинки, при этом должна обеспечиваться надежная фиксация стула;

- рабочее место должно располагаться таким образом, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно с левой стороны;
- окна в помещениях с ПК должны быть оснащены регулируемыми устройствами (жалюзи, занавески, внешние козырьки и т. д.);
- при выполнении творческой работы с применением ПК рабочие места необходимо изолировать друг от друга с помощью перегородок высотой от 1,5 до 2,0 м;
- монитор, клавиатура и корпус ПК должны размещаться прямо перед пользователем, при этом не допускаются повороты головы или корпуса тела;
- высота рабочего стола и посадочного места должна быть такой, чтобы центр монитора находился чуть выше уровня глаз пользователя;
- минимальное пространство для ног должно быть высотой 600 мм, шириной 500 мм, глубиной 450 мм. При этом предусматривается подставка для ног работающего шириной не менее 300 мм с функцией регулировки угла наклона. Ноги при этом должны сгибаться под прямым углом.

### **Производственная безопасность**

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

Техногенное воздействие отходов обогащения и отвалов вскрыши, которые имеют экологические и геохимические последствия, обусловлено резким увеличением рассеивания массива горных пород в результате механического и химического разрушения при разработке месторождения. Появляются мелкодисперсные минеральные фазы механического рассеивания, минеральная пыль, различающиеся по составу, химической активности и степени

подвижности в естественных потоках. В результате, помимо прочего, это оказывает влияние на здоровье населения, проживающего в районах, где расположены хранилища отходов.

В данной главе рассматриваются и анализируются вредные и опасные факторы производственной деятельности (таблица 7.1), возникающие в ходе обработки результатов эколого-геохимических исследований в лаборатории с использованием персонального компьютера.

Таблица 8.1 - Возможные опасные и вредные факторы на лабораторном этапе работ

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) [42]	Нормативные документы
<b>Вредные факторы</b>	
1. Отклонение показателей микроклимата	СанПиН 2.2.4.548-96 [62] Р 2.2.2006-05 [59]
2. Превышение уровня шума	ГОСТ 12.1.003-2014 [45]
3. Недостаточная освещённость рабочей зоны	СНиП 23-05-95 [64] ГОСТ Р 55710-2013 [53]
4. Превышение уровней электромагнитных излучений	СанПиН 2.2.2.542-96 [61] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [62]
5. Монотонный режим работы	Р 2.2.2006-05 [60]
<b>Опасные факторы</b>	
1. Электрический ток	ГОСТ 12.1.030-81 [50] ГОСТ 12.1.038-82 [51] ГОСТ 12.1.019-2017 [49]
2. Пожарная опасность	НПБ 105-03 [59] ГОСТ 12.4.009-83 [52] ГОСТ 12.1.004-91 [48]

К основным вредным факторам при проведении работ в лаборатории относятся: отклонение показателей микроклимата (пониженная влажность воздуха, низкая скорость движения воздуха и др.); превышение уровня шума; низкая освещённость рабочей зоны; превышение уровней электромагнитных излучений; запыленность.

**Отклонение показателей микроклимата.** Микроклимат рабочего помещения характеризуют следующие показатели: температура воздуха и поверхностей; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения.

К источникам, за счёт которых формируются параметры микроклимата, относятся отопительная система, система вентиляции и др.

Отклонение данных показателей может приводить к высокой утомляемости, возникновению различных заболеваний, снижению работоспособности и т.д.

Обработка результатов с помощью персонального компьютера относится к Ia категории по уровню энергозатрат (работа, проводимая сидя, с небольшим уровнем физических затрат до 139 Вт). Показатели микроклимата рабочей зоны для данного вида работ регулируются СанПиН 2.2.4.548-96 [59] и должны соответствовать температуре воздуха 23-25 °С в тёплый период года и 22-24 °С в холодный период, температуре поверхностей 22-26 °С в тёплый период года и 21-25 °С в холодный период, относительной влажности воздуха 40–60 % и скорости движения воздуха 0,1 м/с.

В целях предотвращения отклонений показателей микроклимата в лабораторном помещении могут применяться системы вентиляции, кондиционирования и отопления воздуха, теплоизолирующие экраны для защиты от источников теплового излучения, а также должная организация режима работ при соответствующих условиях труда.

**Превышение уровня шума.** К основным источникам шума в лаборатории относятся некоторые элементы персонального компьютера, например вентилятор охлаждения.

Шум на рабочем месте оказывает негативное воздействие на работника, которое проявляется в общем повышении утомляемости и раздражительности, а в ходе выполнения задач, требующих внимательности и сосредоточенности, может приводить к росту числа ошибок и увеличению продолжительности выполнения заданий. Последствием длительного воздействия шума на работников является тугоухость, которая может развиться в полную глухоту [47].

Нормирование шумового воздействия осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности» [47].

Предельный уровень шума в лаборатории составляет 50 дБА. В рабочей зоне вибрационного стирателя уровень шума не должен превышать 75 дБА.

Обеспечение безопасности при воздействии шума на работника включает в себя комплекс мер:

- проектирование рабочих мест с учетом допустимой степени риска;
- использование малошумного оборудования;
- применение материалов и конструкций, способствующих снижению уровней шума и вибрации, обладающих шумоизоляционным эффектом;
- оптимальное размещение источников шума, позволяющее минимизировать его воздействие;
- осуществление контроля за уровнем шума на рабочих местах и организация на основе полученных результатов режима труда, способствующего снижению шумовой нагрузки на работника [41].

**Недостаточная освещённость рабочей зоны.** Недостаток освещения возникает по причине слабого по мощности осветительного оборудования или в результате недостатка осветительных приборов.

Недостаточная освещённость влечёт за собой повышенную утомляемость, ухудшение зрения. Кроме того, негативным следствием недостатка света является снижение работоспособности, а также увеличение вероятности производственного травматизма [40].

Освещенность в общественных помещениях регулируется СНиП 23-05-95 [64]. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк. При этом местное освещение не должно давать блики. Приоритетными являются лампы дневного света, которые устанавливаются в верхней части помещения. При этом показатель дискомфорта не должен превышать 15, а коэффициент пульсации 10.

В качестве мер по защите от недостаточного освещения можно предложить следующие: замена ламп, дающих недостаточное освещение, на более мощные; увеличение числа осветительных приборов по необходимости; своевременная замена вышедших из строя ламп. Дополнительно в целях увеличения интенсивности поступления естественного дневного света в помещение рекомендуется регулярное мытьё окон.

### **Превышение уровней электромагнитных излучений.**

Источниками электромагнитных излучений в лаборатории являются персональный компьютер (персональная электронно-вычислительная машина, ПЭВМ) и сетевые фильтры. За счёт функционирования данного оборудования на рабочем месте возникает сложная электромагнитная обстановка.

Длительное воздействие на человека электромагнитных полей приводит к таким расстройствам, как головная боль, вялость, бессонница, ухудшение памяти, повышенная раздражительность, апатия, боль в сердце, аритмия. Могут наблюдаться функциональные нарушения в центральной нервной системе, а также изменения в составе крови [41].

Временно допустимые уровни электромагнитного излучения (ВДУ ЭМП) при работе с оборудованием обозначены в СанПиН 2.2.2.542-96 [56] и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [58] и представлены в таблице.

Таблица 8.2 - Временные допустимые уровни электромагнитного поля (ЭМП) при работе с ПЭВМ [58].

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряжённость электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2кГц – 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
Напряжённость электростатического поля		15 кВ/м

Основными средствами защиты от электромагнитного излучения при работе с компьютером являются использование качественной техники, соответствующей стандартам качества, а также применение экранных фильтров, ослабляющих электростатическое и электромагнитное поле. Для работы данных фильтров при подключении монитора необходимо заземление.

Также в целях снижения пагубного воздействия электромагнитного излучения на здоровье пользователя необходимо соблюдать некоторые правила работы за компьютером. Например, монитор должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм [58].

**Монотонный режим работы.** Обработка баз данных результатов анализов является монотонным процессом.

Монотонность труда может привести к снижению уровня бодрствования у работников, уменьшению тонуса скелетной мускулатуры и симпатического отдела вегетативной нервной системы, что в свою очередь влечёт за собой снижение артериального давления, частоты пульса, появление аритмий сердцебиения и др.).

К основным последствиям монотонного труда можно отнести: снижение общей работоспособности и производительности труда; производственный травматизм; повышенную заболеваемость и др.

Рекомендации по борьбе с монотонностью работы предполагают введение частых (каждые 1-2 ч.), но коротких (5 - 10 мин.) регламентированных перерывов при наличии фактора монотомии. Хорошим средством против монотонности являются периодическое проведение различных физических упражнений (физкультурных пауз) продолжительностью около 10 мин. несколько раз в течение трудовой смены [51].

К основным опасным факторам при проведении работ в лаборатории относятся электрический ток и пожарная опасность.

**Электрический ток.** Источником тока являются провода и розетки, а также элементы оборудования, находящиеся под напряжением в результате нарушения изоляции.

Электротравма может быть получена человеком в результате замыкания через его тело электрической цепи.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 [47] существуют нормативы напряжения прикосновения силы тока, протекающие через тело человека при нормальном режиме работы электроустановки. Так, при переменном токе частотой 50 Гц напряжение не должно превышать 2В (при силе тока 0,3 мА), при постоянном токе - 8В (при силе тока 1 мА).

По степени опасности поражения электрическим током лаборатории относятся к помещениям без повышенной опасности, по следующим причинам: относительная влажность воздуха составляет 50-60 %; температура воздуха в помещениях не превышает 25°C; токопроводящие полы отсутствуют [55].

В целях недопущения электротравм при эксплуатации электрического оборудования необходимо соблюдать ряд требований, сводящихся к следующим:

- не допускать работу на неисправном оборудовании; обязательно заземлять (занулять) электрическое оборудование;
- не допускать эксплуатацию электрического оборудования в зонах повышенной влажности;
- соблюдать температурный режим в помещении в пределах 20-25 °С при относительной влажности воздуха до 75 % и отсутствии резких перепадов температуры;
- регулярно очищать от пыли поверхности оборудования и прочие его части [45].

Кроме того, особенно важным для предотвращения травматизма является соблюдение правил электробезопасности и технических правил эксплуатации при работе с электрооборудованием и контроль за их выполнением [46].

**Пожарная опасность.** Анализ пожароопасности как опасного фактора описан в разделе «Безопасность в чрезвычайных ситуациях».

### **Экологическая безопасность**

В ходе проведения работ в аналитической лаборатории негативного влияния на окружающую среду не отмечается, но при этом происходит образование отходов V класса опасности (практически неопасные отходы), а именно бумаги и её обрезков, а также мусора от уборки помещений.

Отходы V класса опасности характеризуются очень низкой степенью негативного воздействия на окружающую среду. Отличительной чертой материалов, формирующих отходы V класса опасности, является отсутствие опасности или угрозы жизни для человека [54].

На отходы V класса опасности паспорт отходов не выдается.

Утилизация таких отходов сводится к тому, что с объекта проведения исследований обслуживающим персоналом они удаляются на контейнерные площадки, затем городские коммунальные службы осуществляют их вывоз на полигон твёрдых коммунальных отходов (ТКО) или же на мусоросортировочный завод, откуда данные отходы могут быть отправлены на переработку.

Также стоит отметить, что в случае если бумага не теряет своих основных свойств, но при этом не является пригодной для дальнейшего использования, она может сдаваться в пункты приёма макулатуры с целью дальнейшей переработки.

### **Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Наиболее вероятным и разрушительным видом чрезвычайной ситуации (ЧС) является пожар на рабочем месте. К причинам возникновения пожара относятся: неисправность электропроводки; сбои в работе компьютерной техники; несоблюдение правил пожарной безопасности сотрудниками при выполнении работ.

Источниками возникновения пожара могут являться искры, возникшие в результате короткого замыкания, искры статического электричества, курение, неисправность оборудования, наличие легковоспламеняющихся материалов и др.

Исследуемая лаборатория по степени пожароопасности относится к категории В - производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов, к которым относятся мебель, техника и т.д. [53].

Рабочее помещение должно соответствовать требованиям пожарной безопасности [44] и иметь средства пожаротушения [48].

Во избежание пожара необходимо неукоснительно соблюдать требования противопожарной безопасности и правила эксплуатации оборудования.

Согласно Федеральному закону от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 № 117-ФЗ, 02.07.2013 № 185-ФЗ) [63], который гласит, что предотвращение распространения пожара осуществляется за счёт мероприятий, ограничивающих площадь, интенсивность и продолжительность горения. В перечень таких мероприятий входят: внедрение конструктивных и планировочных решений, задерживающих распространение опасных факторов пожара по помещению; ограничения пожарной опасности строительных материалов; наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения; оборудование помещений сигнализацией и системами оповещения о пожаре.

В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты: эвакуационный план на случай пожара; памятка о соблюдении правил пожарной безопасности; сведения об ответственном за пожарную безопасность; вентиляционные системы, способствующие отводу избыточной теплоты от ПК; углекислотные огнетушители (в количестве 2 шт.) для локализации небольших возгораний; система автоматической противопожарной сигнализации (датчик-сигнализатор типа ДТП).

При обнаружении пожара работнику необходимо соблюдать следующий порядок действий: немедленно прекратить работу и вызвать пожарную охрану по телефону «01» (или «101» с мобильного телефона), сообщив при этом адрес, место возникновения пожара и свою фамилию; по возможности организовать эвакуацию людей и материальных ценностей; отключить от сети электрическое оборудование; начать тушение пожара имеющимися средствами пожаротушения; сообщить непосредственному или вышестоящему начальнику и

оповестить находящихся рядом сотрудников о пожаре; при общем сигнале опасности покинуть здание.

### **Выводы**

Таким образом, при написании магистерской части раздела «Социальная ответственность» были рассмотрены правовые и организационные вопросы безопасности, опасные и вредные факторы, возникающие при выполнении работ в лаборатории. Цель состоит в том, чтобы выявить и дать рекомендации по минимизации негативного воздействия этих факторов на здоровье человека. Кроме того, была рассмотрена экологическая безопасность проведенных исследований и проанализирована такая чрезвычайная ситуация, как пожар на рабочем месте.

Также важно помнить, что лаборатория, в которой проводятся исследования, соответствует стандартам пожарной безопасности. Вредные факторы, проявляющиеся в лаборатории, не слишком значительны, но все же оказывают определенное влияние на человека и окружающую среду. Рекомендации по снижению негативного воздействия этих факторов в целом соблюдаются.

## Список использованных источников

1. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Риш М. А., Строчкова Л. С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М. : Медицина, 1991. – 496 с.
2. Агаджанян Н.А. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека / Н.А. Агаджанян, А.В. Скальный. М.: Изд-во КМК, 2001.-83 с.
3. Барановская Н.В., Рихванов Л.П., и др. Очерки геохимии человека: монография// Томский Политехнический Университет. Томск: Делтаплан, 2015. – 378 с.
4. Демидов В. А., Скальный А. В. Связь элементного состава волос жителей Центрального федерального округа с доминирующим типом почв. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2012. №.6. С. 7–16.
5. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 112с.
6. Наркович Д. В., границы нормального содержания химических элементов в волосах детей 1–18 лет в Томской области., 2012.
7. Нотова С. В. Эколого-физиологическое обоснование методов коррекции элементного статуса и функциональных резервов организма человека. 2005. 261 с.
8. Олещенко А.М., Суржиков Д.В., Кислицына В.В. и др. Оценка риска для здоровья населения от загрязнения атмосферы промышленными отвалами. Перспективы развития технологий переработки вторичных ресурсов в Кузбассе. Экологические, экономические и социальные аспекты: сб. науч. тр. НФИ КемГУ; под общ. ред. Ф.И. Иванова. – Новокузнецк, 2012. – 318 – 324 с.

9. Ревич Б.А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия загрязнения производственной и окружающей среды. Гигиена и санитария, 1990. - № 3 - 55-59 с.
10. Саев Ю.Е. и др. Геохимия окружающей среды. М., Недра, 1983. – 335 с.
11. Сидоров П. И., Гудков А. Б., Унгурияну Т. Н. Системный мониторинг общественного здоровья. Экология человека, 2006. № 6. 3–8 с.
12. Сусликов В. Л. Геохимическая экология болезней. Т. 2. Атомовиты. М.: Гелиос АРВ, 2000. 672 с
13. Скальный А. В., Грабеклис А. Р., Демидов В. А., Детков В. Ю., Скальная М. Г., Березкина Е. С. Связь элементного статуса населения Центрального федерального округа с заболеваемостью. Ч. 2. Эссенциальные и условно эссенциальные химические элементы: Al, As, Be, Cd, Hg, Pb, Sn // Микроэлементы в медицине. 2012. Т. 13, вып. 2. С. 1–7.
14. Скальный А. В., Рудаков И. А. Биоэлементы в медицине. М. : Оникс 21 век : Мир, 2004. 272 с.
15. Bencko, V. Use of human hair as a bio marker in the assessment of exposure to pollutants in occupational and environmental settings. Toxicology 101, 1995. 29–39 с.
16. Brevik, E. C. Soil, food security, and human health. In Soils, Plant Growth and Crop Production, ed. Verheye, W. (Oxford, England: Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) Publishers, 2009a). 2013.
17. Caudron, C. New insights into the Kawah Ijen hydrothermal system from geophysical data. 2016.
18. Chojnacka, K., Górecka, H., Chojnacki, A., Górecki, H. Inter element interactions in human hair. Environ. Toxicol. Pharmacol., 2005. 368–374 с.
19. Chojnacka K., Górecka H., Górecki H. The effect of age, sex, smoking habit and hair color on the composition of hair. Environmental Toxicology and Pharmacology, 2006. 52–57 с.

20. Chojnacka, K., Zielinska, A., Michalak, I., Górecki. The effect of dietary habits on mineral composition of human scalp hair. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 2010, 188–194 c.
21. Decaëns, T., Jiménez, J.J., Gioia, C., Measey, G.J. & Lavelle, P. The values of soil animals for conservation biology. 2006. 807–819 c.
22. Delmelle, P., Bernard, A.. Downstream composition changes of acidic volcanic waters discharged into the Banyupahit stream, Ijen caldera, Indonesia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 97, 2000. 55–75 c.
23. Dymond, J. 2014. *Ecosystem services in New Zealand*. New Zealand, Lincoln, Manaaki Whenua Press. 540 c.
24. Fergusson, J. E. *The Heavy Elements: Chemistry, Environmental Impact, and Health Effects*, 1st ed. Oxford, England: Pergamon Press, 1990.
25. Gans, J., Wolinsky, M. & Dunbar, J. 2005. Computational improvements reveal great bacterial diversity and high metal toxicity in soil. *Science*, 309: 1387-1390 c.
26. Hu, H. Human health and heavy metals exposure. In *Life support: the environment and human health*, ed. McCally, M. Boston: MIT Press, 2002. 65-81 c.
27. Juberg, D.R., Bus, J., Katz, S., 2008. *The Opportunities and Limitations of Biomonitoring*. Mackinac Center for Public Policy, 2008.
28. Keil, D.E., Berger-Ritchie, J., McMillin, G.A. Testing for toxic elements: A focus on arsenic, cadmium, lead and mercury. *Labmedicine* 42, 2011. 735–738 c.
29. Kosanovic, M., Jokanovic, M., Quantitative analysis of toxic and essential elements in human hair. *Clinical validity of results* . 2011. 635–643 c.
30. Oppenheimer, C. Ramifications of the skin effect for crater lake heat budget analysis. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 75, 1997. 159–165 c.
31. Puczkowski, S., Krupka, K. *Trace Elements in Hair* .Materials of the Laboratory of Trace Elements, Łódź. BIOMOL, 2001.

32. Robinson, D.A., Fraser, I., Dominati, E.J., Davíðsdóttir, B., Jónsson, J.O.G., Jones, L. Jones, S.B., Tuller, M., Lebron, I., Bristow, K.L., Souza, D.M., Banwart, S. & Clothier, B.E. On the value of soil resources in the context of natural capital and ecosystem service delivery. *Soil Sci. Soc. Am. J.* In press. 2014.
33. Robinson, B. H. E-waste: an assessment of global production and environmental impacts. *Science of the Total Environment*, 2009. 183-191 c.
34. Rodushkin, I., Axelsson, M.D. Application of double focusing sector field ICP-MS for multielemental characterization of human hair and nails. Part II. A study of the inhabitants of northern Sweden. 2000/ 21–36 c.
35. Selinus, Olle. *Essential of Medical Geology*. Elsevier, 2005.
36. Senesi, G. S. et al. Trace element inputs into soils by anthropogenic activities and implications for human health. *Chemosphere*, 1999. 343-377 c.
37. Szykowska, M.I., Lé sniewska, E., Pawlaczyk, A., Paryjczak, T. Application of the TOF-SIMS and SEM-EDS methods to assess the influence of dusting from apophosphate waste deposal place based on hair analysis. 2007. 4, 85–90 c.
38. Taylor S. R. Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1964. 1273—1285 c.
39. Varekamp, J.C., Pasternack, G.B., Rowe Jr. Volcanic lake systematics II. Chemical constraints. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 97, 2000. 161–179 c.
40. Verdora, Seismicity study of volcano-tectonic in and around Tangkuban Parahu active volcano in West Java region, Indonesia, 2016.
41. Villain, M., Cirimele, V., Kintz, P. Hair analysis in toxicology. 2004. 1265–1272 c.
42. Walsh, L. M., Sumner, M. E. & Keeney, D. R. Occurrence and distribution of arsenic in soils and plants. *Environmental Health Perspectives* 19, 1977. 67-71 c.
43. W.H. Zoller, E.S. Gladney, R.A. Duce Atmospheric concentrations and sources of trace metals at the South Pole. *Science*. 1974. 198-200 c.

### **Нормативно-методические документы**

44. ICCSR 26000:2011 «Социальная ответственность организации
45. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. М.: Стандартинформ, 2017.
46. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. М.: Стандартинформ, 2015.
47. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. М.: Издательство стандартов, 1996.
48. ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. М.: Стандартинформ, 2018.
49. ГОСТ 12.1.030-81. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. М.: Издательство стандартов, 2001.
50. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. М.: Издательство стандартов, 1996.
51. ГОСТ 12.4.009-83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание. М.: Издательство стандартов, 2004.
52. ГОСТ Р 55710-2013. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений. М.: Стандартинформ, 2016.
53. Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» и ССН-93 выпуск 2 «Геоэкологические работы»

54. Конституция Российской Федерации (1993). Конституция Российской Федерации: принята всенар. голосованием 12.12.1993 г. / Российская Федерация. Конституция (1993). – М.: АСТ: Астрель, 2007. – 63 с.

55. Методические рекомендации №2257-80 по устранению и предупреждению неблагоприятного влияния монотомии на работоспособность человека в условиях современного производства. М: Госкомсанэпиднадзор, 1980. – 10 с.

56. Налоговый кодекс Российской Федерации: По состоянию на 1 января 2001 года, с учетом изменений и дополнений. Ч. 1-2. – Москва: Юрайт, 2001. – 276 с.

57. 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, 35 с.

58. Приказ Министерства природных ресурсов РФ N 536 от 4.12.2014 г. «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду», 2014.

59. ПУЭ Правила устройства электроустановок (6-ое издание). М.: Госэнергонадзор, - 2000. - 260 с.

60. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

61. СанПиН 2.2.2.542-96 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996. – 24 с.

62. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы. М.: Издательство стандартов, 2003. – 14 с.

63. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М: Госкомсанэпиднадзор, 1996. – 24 с.

64. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение, 1995.
65. Трудовой кодекс Российской Федерации (по состоянию на 20 октября 2013 года). — Новосибирск: Норматика, 2013. — 206 с.
66. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», 2002.
67. Федеральный закон от 22.07.2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», 2008.
68. Федеральный закон от 28.12.2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», 2013.

### **Интернет ресурсы**

69. Безопасность на производстве и охрана труда. Действие света на организм человека [URL: [http://bezopasnost.info.ru/dejstvie\\_sveta\\_na\\_organizm\\_cheloveka.html](http://bezopasnost.info.ru/dejstvie_sveta_na_organizm_cheloveka.html)] (дата обращения: 01.04.2019).
70. Влияние электромагнитных излучений на организм. [URL: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/vliyanie-elektromagnitnyh-izlucheniya.html>] (дата обращения: 01.04.2019).
71. Catat! Kini Kawah Ijen Tutup Sehari Setiap Bulan [URL: <https://travel.detik.com/travel-news/d-4336908/catat-kini-kawah-ijen-tutup-sehari-setiap-bulan>] (дата обращения: 01.04.2019).
72. Geology of Indonesia [URL: [https://wn.com/geology\\_of\\_indonesia/Indonesia](https://wn.com/geology_of_indonesia/Indonesia)] (дата обращения: 01.05.2019).

73. Ijen [URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Ijen>] (дата обращения: 01.04.2019).

74. Indonesia [URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Indonesia>] (дата обращения: 01.04.2019).

75. Indonesia and Climate Changes: Policy and Status. [URL: [http://siteresources.worldbank.org/INTINDONESIA/Resources/Environment/ClimateChange\\_Full\\_EN.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTINDONESIA/Resources/Environment/ClimateChange_Full_EN.pdf)] (дата обращения: 02.04.2019).

76. Kasih Tak Sampai di Gunung Tangkuban Perahu [URL: <https://www.pegipegi.com/travel/kasih-tak-sampai-di-gunung-tangkuban-perahu/>]

77. Tangkuban Perahu [URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Tangkuban\\_Perahu](https://en.wikipedia.org/wiki/Tangkuban_Perahu)] (дата обращения: 01.04.2019).

## Приложение А

### Раздел 1

#### Indicator and roles of the chemical elements in the territories with different geoeological situation

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ71	Садидан Икхвануссафа		

Руководитель ВКР Отделения геологии ИШПР

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

Консультант – лингвист Отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гутарева Н.Ю.	к.п.н, доцент		

# 1. General characteristics of the territory of the samples origin

## 1.1 Geographical characteristics of Indonesia

Indonesia is a country in the Southeast Asia, located between the Indian and Pacific ocean. It is a largest archipelago country in the world, with more than 17 thousand islands and 1,904,569 square kilometres large. There are more than 261 million people live in Indonesia, it makes Indonesia as the 4<sup>th</sup> most populous country in the world. More than half of Indonesian population is living in the Java Island.

As Indonesian geographic condition is dominated by volcanoes, around 5 million people active within the danger zones. The volcanoes in Indonesia are part of the Pacific Ring of Fire that are formed due to subduction zones between the Eurasian plate and the Indo-Australian plate. The data shows that there are about 127 active volcanoes in Indonesia now.



Figure 1 - The map of Indonesia

Climate in Indonesia is almost entirely tropical, dominated by tropical rain forest, found in every major island in Indonesia. Indonesia has only two seasons, a dry season and a wet season, with no extremes of summer or winter. Normally, the dry season is between April and October with the wet season between November and March. The temperature is stable, with lows around 22-25 °C and highs around 30-32 °C all year round.

Indonesia's natural resources in the form of petroleum, tin, natural gas, nickel, wood, bauxite, fertile land, coal, gold and silver with the division of land consisting of

agricultural land by 10%, plantations at 7%, grasslands by 7% , forests and forested areas by 62%, and others by 14% with irrigated land covering 45,970 km.

## 1.2 Tangkuban Perahu Volcano

Tangkuban Perahu is a stratovolcano located 30 km north of the city of Bandung, the capital of West Java province, Indonesia. The last eruption was on 2013. The height of this mountain is about 2.084 meters above sea level. The average temperature is 17°C on day, and 2°C on night [10, c.1].

Even though this mountain is an active volcano, but this place is also very popular as tourist destination. Many people visit the volcano to see the crater every day, especially on weekend. There are also so many people live near the volcano area, there are some villages located not so far, and many of the people there are working at the Tangkuban Perahu volcano as sellers, security, or tour guide.

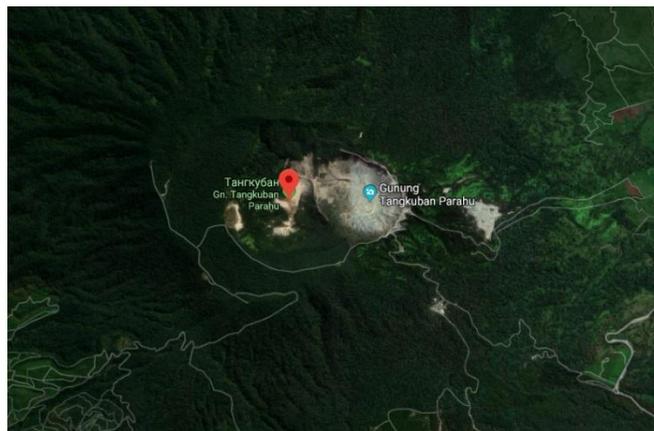


Figure 2 – The map of Tangkuban Perahu Volcano from satellite

## 1.3 Kawah Ijen Volcano

Kawah Ijen volcano is located in East Java, Indonesia. This volcano is actually a group of composite volcanoes. There is a lake at Kawah Ijen that known as the most acidic crater lake in the world. The pH of the water in this crater lake was measured to be 0.5 and in the middle of the lake 0.13 due to high sulfuric acid concentration.

An active vent at the edge of the lake is a source of elemental sulfur, and supports a mining operation. It becomes one of the most famous mining activity, which the most of miners can make journey twice a day. Miners carry loads ranging from 75 to 90 kilograms, up 300 metres to the crater rim, with a gradient of 45 to 60 degrees and then 3 kilometres down the mountain for weighing [11, c.1].

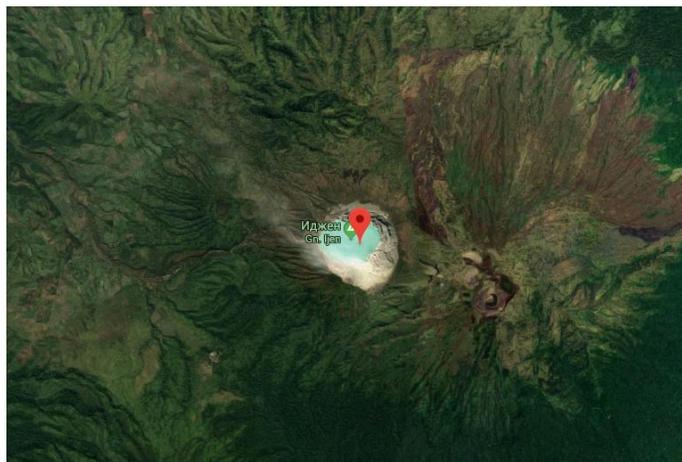


Figure 3 - The map of Kawah Ijen Volcano from the satellite

The crater lakes in active volcanoes develop due to the complex and dynamic interaction between the input elements of magmatic degassing, the interaction of water and rock, rain and groundwater and the release of mineral sediments, evaporation and filtration.

## **2. The characteristic of the research object**

In terms of the content of chemical elements in the biosubstrata of the population (hair), all subjects of each person are statistically significantly different from one another, this requires conducting research in each of them to obtain a real assessment of the elemental status of the population, reflecting both the supply of the population with vital micro-nutrients and the degree of loading with ecotoxins, the risk of hypo- and hyper-elements exposure and diseases related to it exists.

Hair can be considered to be an excretory product, the trace element contents of which reflect mineral metabolism in the body. However, their concentrations bear little relation to the levels in other tissues [1, c. 206]. It is important to be noted that human hair is one of the most attractive biological material, the reasons are because hair has the simplicity of sampling, easy to transport and to handle, and also it is providing information about concentrations of some trace elements which are considerably more concentrated in hair than in other biological materials, which makes analysis easier [2, c. 83]. Some trace elements accumulate in the human body for some periods of time, therefore, they reflect the environmental and biomedical history of the body as well as long term metabolic changes [4, c. 200]. The importance of these examinations is attested by the fact that there are several trace elements in the human body that are important in biochemically processes. Some researchers have been carried out with the aim of correlating various diseases [5, c. 212]

Using the predominantly multi-elemental analysis of hair, to a lesser extent blood, serum / plasma and urine examination of population groups allows obtaining the objective information about ecological conditions, nutrition in the regions of Russia and the effect of the elemental status of the population on medical and demographic indicators. Demographic indicators and morbidity of the population correspond to the level of accumulation in the body of toxic and conditionally essential elements and the provision of vital macro and microelements. The most unfavorable combinations for the health of the population are either an increased risk of polyhypo-elementoenzymes against the background of excess toxicants, or a pronounced deficiency of macro and micro-elements.

Soils have important ecosystem services due to their function in the water cycle. These services include the provision of food and water security services, regulatory services related to the slowing down and purification of water flows, and cultural services such as landscapes and bodies of water that correspond to recreational and aesthetic values [7, c. 540].

Exposure to heavy metals in contact with the soil is a serious health problem for human. Arsenic is a metalloid, but usually it is grouped with heavy metals. Heavy metals that pose the greatest risk to human health include: As, Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni and Zn [8, c.240].

### **3. Laboratory methodology**

#### **3.1 Sampling and primary preparation techniques**

Hair and soil samples were selected according to the standard procedure recommended by the IAEA (1980). The hair samples were taken from people who live and work near the area of volcanos. The occupations of the correspondences are sellers, housewives, miners, and pupils. The strands of hair were cut with the scissors made of stainless steel a few millimeters from the root. When taking the samples, the age, gender, name, and address of residence were recorded.

The sample weight was 200-500 mg. The samples were placed in plastic bags. The sample preparation of the hair included drying at room temperature. To prepare for this type of research, it is necessary to grind the hair sample with stainless steel scissors until the segment length is about 0.5 cm. In all samples, the elemental composition (28 chemical elements) was determined by Instrumental Neutron Activation Analysis (INAA), which is performed by contractors in the nuclear-geochemical laboratory of the Department of Geo-Ecology and Geochemistry on the basis of the research nuclear reactor “IP-T” of Tomsk Polytechnic University. The preparation of foil sachets of 30 \* 30 mm in size, packing of 100 mg of the substance in sachets was carried out. 16 samples were prepared.

The samples were also prepared for the determination of mercury, which was carried out at the Department of Geo-Ecology and Geochemistry of Tomsk Polytechnic University at the MINEC of Uranium Geology by the mercury gas analyzer RA-915 +. To find out the visual composition of the hair and the mineral composition inside, it

was carried out in the laboratory of electron-optical diagnostics using a Hitachi S-3400N scanning electron microscope with an attachment for microanalysis.

### **3.2. Definition of the mineral composition of the hair with SEM**

The mineral composition of the hair sample was studied in the educational and scientific laboratory of electronic optical diagnostics of the International Innovative Educational Center "Uranium Geology" of the Department of Geoecology and Geochemistry (TPU) with the use of a scanning electron microscope (SEM). The Hitachi S-3400N Electronic Scanning Microscope is an analytical instrument capable of demonstrating high resolution in a wide range of accelerating voltages and residual vacuum pressures in the chamber (VP-SEM mode). The microscope is equipped with a thermionic tungsten cathode. The working chamber has 10 ports (flanges) to connect additional equipment [6, c.169].

At the heart of the SEM there is the scanning of the sample surface by an electronic probe and the detection (recognition) of the resulting wide spectrum of radiation. The principle of the SEM is based on the use of certain effects that arise when a surface of objects is irradiated with a finely focused electron beam-a probe. As a result of the interaction of electrons with the sample (substance), different signals are generated. The sample was processed in high vacuum condition.

To study the sample, the following sample preparation was required: a smooth plate of ash was taken with a curved tweezers and applied to one side of double-sided scotch, and then the adhesive tape is glued to a special plate. The plate was adjusted to the appropriate "heightometer" and the plate height data was driven into the program.

## 4. The results of the research

### 4.1 Comparative data on the content of chemical elements in the hair of residents of Indonesia

The task of the study was to identify the specificity of the accumulation of chemical elements in the hair living in the Tangkuban Perahu volcano, which have their own specific effects on the natural environment. We found that the average content of 29 chemical elements, as shown in table 4. The comparison is presented in table 1.

Table 1 - Comparison of the obtained results with literary data.

No	Element	Tangkuban Perahu	Tomsk Region (5)	Rodushkin I (7)
1	Na	528	602.2	147
2	Ca	3518	2446	750
3	Sc	0.027	0.05	0.00141
4	Cr	1.91	4.6	0.1671
5	Fe	145	87	9.61
6	Co	0.120	0.25	0.0131
7	Zn	447	182	1421
8	As	0.036	2	0.0851
9	Br	1.064	12.5	-
10	Rb	0.568	2.3	0.0931
11	Sr	9	12.2	1.21
12	Ag	0.074	0.4	0.2311
13	Sb	0.061	0.1	0.0221
14	Cs	0.012	0.035	0.000671
15	Ba	4.585	11.2	0.641
16	La	0.069	0.27	0.0351
17	Ce	0.692	0.4	0.0391
18	Nd	0.240	-	-
19	Sm	0.006	0.1	-
20	Eu	0.002	0.004	-
21	Tb	0.005	0.007	-
22	Yb	0.005	0.027	-
23	Lu	0.001	0.005	-

24	Hf	0.006	0.05	0.00541
25	Ta	0.004	0.01	0.00441
26	Au	0.056	0.06	0.031
27	Hg	0.427	3.4	0.2611
28	Th	0.033	0.07	0.00131
29	U	0.021	0.13	0.0571

The table shows that the largest element contained in the human hair of people from the Tangkuban Perahu volcano is calcium (Ca) - 3518 ppm. In addition, sodium (Na), zinc (Zn) and iron (Fe) also contain large amounts of hair. Ca and Na are 3-4 times more than literature (Radushkin), but Fe is almost 15 times more. Meanwhile, Zn is 3 times less. Lu, Eu and Ta - the element with the smallest composition.

To see the comparison between the composition of human hair from the Tangkuban Perahu volcano and literature, we can see on the diagram below.

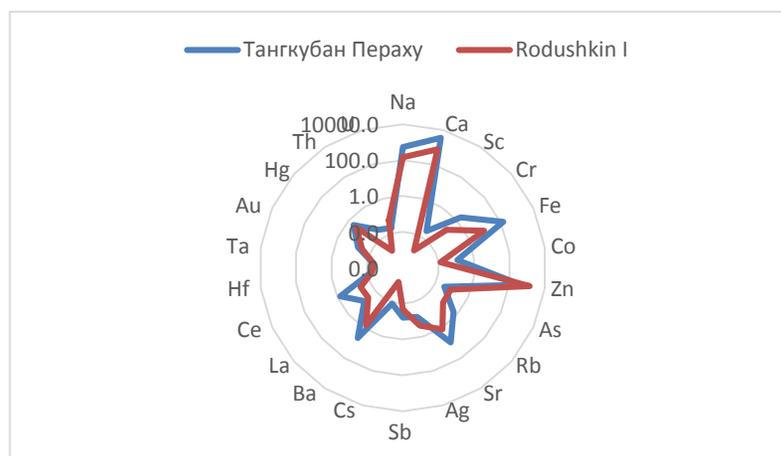


Figure 4 - The diagram of comparison result and literary data

The comparison was made for the reason that the hair was analyzed in the same laboratory and one method of analysis. It is noteworthy that most of the elements accumulate in large quantities in the hair of people from the Tomsk region. Only Ca, Zn and Ce are found in higher contents in the hair of people from Tangkuban Perahu.

Thus, we can conclude that the human hair clearly reflects the state of the environment and man-made situation. Despite the presence of a powerful natural source of the chemical elements entering the environment in the form of a periodically erupting

volcano, the hair of the people of Indonesia are characterized by much lower contents of the chemical elements in comparison with the urbanized area, which is dominated by man-made factors.

#### 4.3 The comparative data on the content of chemical elements in the soils collected near the area of Tangkuban Perahu Volcano (Indonesia)

Table 2 - The comparison of the obtained results with literary data

No	Element	Tangkuban Perahu	Tomsk Region	Taylor 1984
1	Na	6081	11384	23600
2	Ca	27979	11586	41500
3	Sc	32,1	11,03	22
4	Cr	73,5	74,96	100
5	Fe	86644	18894	56300
6	Co	26,5	12,69	25
7	Zn	238	85	70
8	As	9,67	5,11	2
9	Br	44,7	7,15	3
10	Rb	26	78,24	90
11	Sb	1,69	0,49	0,2
12	Cs	2,01	3,48	3
13	Ba	397	399	425
14	La	16,7	24,4	30
15	Ce	45	44,8	60
16	Nd	21,6	20,2	28
17	Sm	3,94	4,96	6
18	Eu	1,08	1,10	1
19	Tb	0,65	0,65	0,9
20	Yb	1,97	2,70	3
21	Lu	0,34	0,38	0,5
22	Hf	5,06	6,91	3
23	Ta	0,64	0,52	2
24	Au	0,02	0,01	0,004
25	Th	12,2	7,05	9,6
26	U	4,46	2,43	2,7

From the table above, we can see that the most chemical elements found in the soils from Tangkuban Perahu volcano are almost the same or less than the literature (Taylor). Elements that significantly have more composition in the soils from Tangkuban Perahu volcano are: Fe, Zn, As, Br, Sb. In the diagram below, we can see the comparison between the result of chemical elements in the soils from Tangkuban Perahu and the literature.

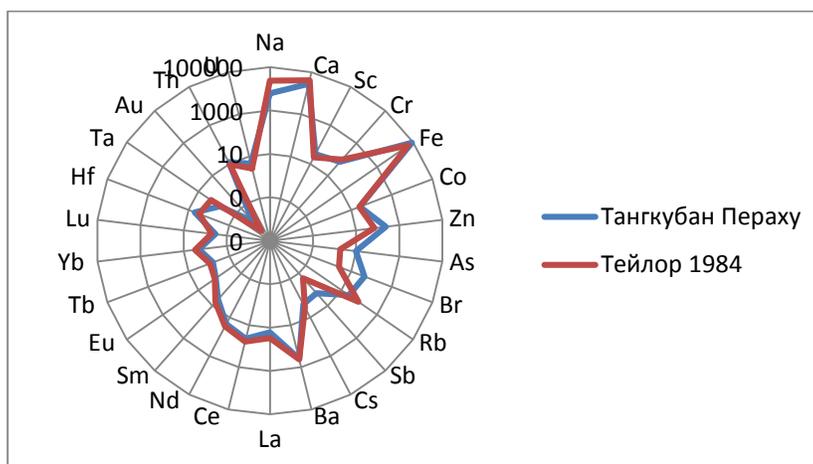


Figure 5 - The diagram of comparison of the results and literary data

#### 4.2 Determination of the content of elements in hair by SEM method

The study of the sample under an electron microscope revealed contamination of the sample with chemical elements. Therefore, when finding the elemental composition of the hair, the high peaks of these elements were not taken into account in the graphic. The spectrums of these minerals are presented below.

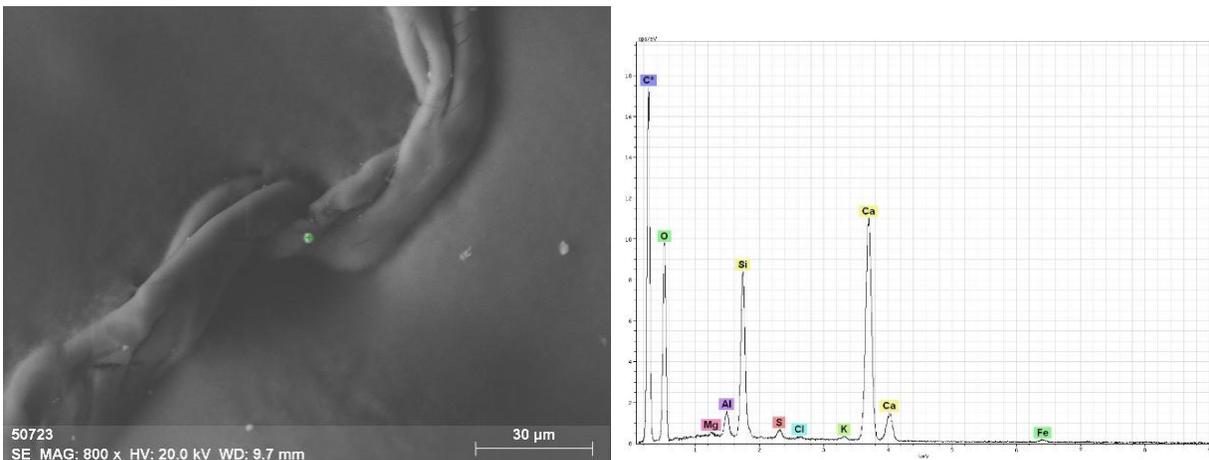


Figure 5 - The image of the microscopic hair and its spectrum under the scanning microscope (samples from Tangkuban Perahu Volcano)

Table 3 - The composition of the human hair samples originated from the resident near from Tangkuban Perahu volcano

Element	AN	series	Net	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in wt.% (1 Sigma)
Carbon	6	K-series	44193	0	0	0	0
Oxygen	8	K-series	30997	65.0	60.2	77.8	8.0
Magnesium	12	K-series	437	0.11	0.10	0.09	0.03
Aluminium	13	K-series	4731	01.3	0.96	0.73	0.08
Silicon	14	K-series	39185	7.19	6.66	4.90	0.34
Sulfur	16	K-series	2210	0.62	0.58	0.37	0.05
Chlorine	17	K-series	580	0.17	0.16	0.09	0.04
Potassium	19	K-series	965	0.31	0.28	0.15	0.04
Calcium	20	K-series	79939	32.8	30.4	15.7	1.0
Iron	26	K-series	812	0.75	0.69	0.26	0.06
			Sum:	108.0	100	100	

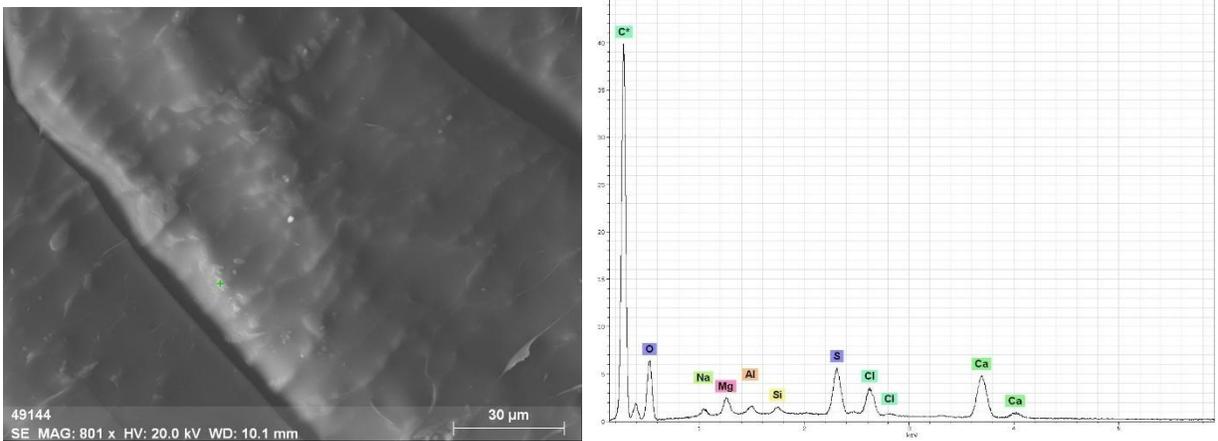


Figure 6 - The image of the microscopic hair and its spectrum under the scanning microscope (the samples from Kawah Ijen Volcano)

Table 4 - The composition of the human hair samples originated from the resident near from Tangkuban Perahu volcano

Element	AN	series	Net	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in wt.% (1 Sigma)
Carbon	6	K-series	112498	0	0	0	0
Oxygen	8	K-series	18800	13.сен	53.9	70.7	1.82
Sodium	11	K-series	3164	0.71	2.77	1.53	0.08
Magnesium	12	K-series	7529	1.13	4.38	3.78	0.09
Aluminium	13	K-series	3922	0.48	1.88	1.46	0.05
Silicon	14	K-series	3523	0.32	1.24	0.93	0.04
Sulfur	16	K-series	27126	2.55	9.90	6.48	0.12
Chlorine	17	K-series	17127	1.84	7.14	4.23	0.09
Calcium	20	K-series	31801	4.85	18.8	9.85	0.17
			Sum:	25.авг	100.00	100.00	

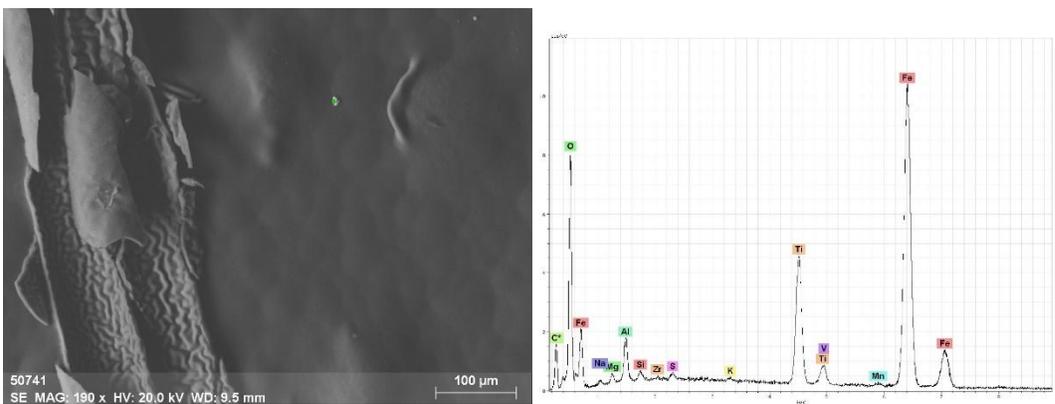


Figure 7 - The image of the microscopic hair and its spectrum under the scanning microscope (the samples from Tomsk Region)

Table 5 - The composition of the human hair samples originated from the resident near from Tangkuban Perahu volcano

Element	AN	series	Net	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in wt.% (1 Sigma)
Carbon	6	K-series	3690	0	0	0	0
Oxygen	8	K-series	24610	25.7	27.4	54.8	3.25
Sodium	11	K-series	409	0.3	0.32	0.44	0.05
Magnesium	12	K-series	1021	0.47	0.5	0.66	0.06
Aluminium	13	K-series	6380	2.27	2.43	2.88	0.14
Silicon	14	K-series	1348	0.35	0.38	0.43	0.04
Sulfur	16	K-series	995	0.24	0.25	0.25	0.04
Potassium	19	K-series	439	0.1	0.11	0.09	0.03
Titanium	22	K-series	34472	11.8	12.6	8.43	0.36
Vanadium	23	K-series	765	0.25	0.27	0.17	0.04
Manganese	25	K-series	426	0.19	0.2	0.12	0.04
Iron	26	K-series	95307	51.8	55.3	31.7	1.41
Zirconium	40	L-series	536	0.25	0.27	0.09	0.04
			Sum:	93.7	100	100	

There are three graphics and spectrums from three hair samples originated from different territories. The first one is human hair from Tangkuban Perahu volcano, from the spectra and the table, we can see, that besides oxygen and carbon dioxide, the composition of silicon and calcium are also high, it is different compared to the second

hair sample which is originated from Kawah Ijen volcano. In the second hair sample, it also found Sulfur under the electron microscope test. The second hair sample is originated from a miner at Kawah Ijen volcano, who works every day to get the sulfur from the crater of the volcano.

The third sample is from a technician who works in Tomsk. As we can see that there are more chemical elements found in that hair. Some elements are not found in the first and second hair sample.

### **Conclusion**

In the course of the work, the studies were carried out with INAA method and the help of X-ray, SEM and also the methods of the sample preparation for these measurements were enhanced. The result of this research shows that a human hair can represent the area they live or the occupation they have.

There are also the correlation between the chemical composition in soil and a human hair. For example, the hairs from the residents of Tangkuban Perahu have the high content of Calcium, Iron, and Zinc, and they are found more than in the hair of resident in Tomsk, it is the same with the chemical composition found in the soil from Tomsk Region. The next elements are Sodium and Rubidium, there are more Na and Rb in the soils from Tomsk Region compared to soil from Tangkuban Perahu Volcano, and it is also the same with the composition in the hair samples.