

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
Минералого-геохимические особенности травертинов термальных источников

УДК: 552.545:551.234(571.54/.55)(597)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ71	Фам Бик Нгок		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Рихванов Л.П	д.г-м.н, профессор		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Соктоев Б.Р.	к.г-м.н, старший преподаватель		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Н.В.	д.и.и., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Будницкая Ю.Ю.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2019 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

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

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

Форма представления работы:

магистерская диссертация

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы студента гр. 2ГМ71 Фам Бик Нгок.
 на тему: «Минералого-геохимические особенности травертинов термальных
 источников»

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

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.10.2018	<i>Глава 1. Процессы травертинообразования</i>	10
18.11.2018	<i>Глава 2. Физико – географическая характеристика термальных источников</i>	10
15.01.2019	<i>Глава 3. Методика исследования</i>	20
28.03.2019	<i>Глава 4. Анализ элементного состава травертинов термальных источников</i>	20
22.05.2019	<i>Глава 5. Анализ минерального состава травертинов термальных источников</i>	20
04.04.2019	<i>Глава 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
15.05.2019	<i>Глава 7. Социальная ответственность</i>	10

СОСТАВИЛ Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Рихванов Л.П	д.г-м.н, профессор		
Старший преподаватель	Соктоев Б.Р.	к.г-м.н, старший преподаватель		

СОГЛАСОВАНО:

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Гусева Н.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ71	Фам Бик Нгок

Тема работы:

Минералого-геохимические особенности травертинов термальных источников (на примере ряда объектов Забайкалья и Вьетнама)

Утверждена приказом директора (дата, номер)	11.02.2019 № 1063/с
---------------------------------------------	---------------------

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования – травертины термальных источников (Жемчуг, Ямкун и Тхань Тьюй - Вьетнам).</p> <p>Исходные данные – литературные данные по минералогии и элементу травертинов, предоставленные данные о исследованных источниках.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Процессы травертинообразования. 2. Физико – географическая характеристика термальных источников. 3. Методика исследования. 4. Анализ элементного состава травертинов

<i>исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	термальных источников. 5. Анализ минерального состава травертинов термальных источников.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Топографическая и геологическая карты района исследований. 2. Распределение химических элементов в травертинах термального источника. 3. Сравнение отношения кларка концентрации химического элемента в травертинах трёх термальных источников. 4. Соотношение минералов в составе травертинов источника. 5. Сравнение трёх минералов в составе травертинов с тремя источниками.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Трубникова Н.В.
Социальная ответственность	Будницкая Ю.Ю.

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

1. Процессы травертинообразования
2. Физико – географическая характеристика термальных источников
3. Методика исследования
4. Анализ элементного состава травертинов термальных источников
5. Анализ минерального состава травертинов термальных источников
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.
7. Социальная ответственность.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ71	Фам Бик НГок		

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация содержит 124 страниц, 55 рисунков, 24 таблиц, 72 источников литературы, 4 листов графического материала.

Ключевые слова: травертин, термальный источник, Жемчуг, Ямкун, Тхань Тьюй, Вьетнам, минеральный состав, элементный состав.

Объектом исследования являются травертины термальных источников трёх термальных источников (Жемчуг, Ямкун и Тхань Тьюй).

Целью работы является выявление особенностей и факторов формирования минерального и элементного состава травертинов термальных источников на примере ряда объектов Забайкалья и Вьетнама.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
ГЛАВА 1. ПРОЦЕССЫ ТРАВЕРТИНООБРАЗОВАНИЯ.....	10
1.1. Определение термина “травертин”	10
1.2. Классификация травертинов	11
1.2.1. Классификация травертинов по геохимическому критерию	12
1.2.2. Классификация травертинов по текстурным особенностям	14
1.2.3. Классификация травертинов по морфологическим и фаціальным критериям	15
1.3. Факторы и механизмы образования травертинов	19
1.3.1. Абиогенный травертиногенез	20
1.3.2. Травертиногенез при участии биоты	20
1.4. МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАВЕРТИНОВ	23
ГЛАВА 2. ФИЗИКО – ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСПОЛОЖЕНИЯ ТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ	30
2.1. ИСТОЧНИК ТХАНЬ ТЬЮЙ (ВЬЕТНАМ)	30
2.1.1. Геологическое строение района расположения термального источника Тхань Тьюй.....	30
2.1.2. История исследования и использования вод термального источника Тхань Тьюй.....	36
2.1.3. Закономерности распространения и происхождения вод термального источника Тхань Тьюй	36
2.2 ЖЕМЧУГСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ.....	37
2.3. ЯМКУНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ	42
ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	46
3.1 ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОБООТБОРА.....	46
3.2 ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	48
3.2.1. Инструментальный нейтронно-активационный анализ	48
3.2.2. Рентгеновская дифрактометрия на приборах D2 Phaser	50
3.3 МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ	53

ГЛАВА 4. АНАЛИЗА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ТРАВЕРТИНОВ ТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ	56
ГЛАВА 5. АНАЛИЗА МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ТРАВЕРТИНОВ ТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ	72
ГЛАВА 6. МАТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ И РАСЧЕТ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ РАБОТ ПО ИЗУЧЕНИЮ МИНЕРАЛЬНОГО - ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТРАВЕРТИНОВ МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ПРИМЕРЕ РЯДА ОБЪЕКТОВ ЗАБАЙКАЛЬЯ И ВЬЕТНАМА	79
ГЛАВА 7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	104
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	106
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	121

ВВЕДЕНИЕ

Травертины – известковые туфы хемогенного происхождения. Они являются производными обогащенных углекислотой вод различной температуры. Факторы и условия образования травертинов являются предметом научной дискуссии. Изучение современного травертиногенеза позволяет прояснить и уточнить механизмы формирования древних карбонатных пород. Травертинообразование широко развито в областях нахождения термальных минеральных источников. Данная работа посвящена выявлению минералого-геохимических особенностей травертинов и определению возможных факторов формирования данных особенностей примере ряда объектов Забайкалья и Вьетнама.

Целью работы является выявление минералого-геохимических особенностей травертинов из трёх термальных источников (Жемчуг, Ямкун и Тхань Тьюй).

Задачи исследования:

1. На основе литературных данных изучить процессы травертинообразования;
2. Определить элементный и минеральный состав травертинов трёх термальных источников;
3. Обработать полученные данные и выявить минералого-геохимические особенности травертинов.

Объектом исследования являются травертины термальных источников. **Предметом исследования** – элементный и минеральный состав.

ГЛАВА 1. ПРОЦЕССЫ ТРАВЕРТИНООБРАЗОВАНИЯ

1.1. Определение термина “травертин”

Слово «травертин» (англ. travertine) происходит от итальянского «travertino», которое само по себе является деривацией латинского «lapis tiburtinus», происходящего от места его первоначальной добычи Tibur (Tivoli) - тибуртинский камень.

В отечественной литературе травертин – это известковый туф, поликристаллическая хрупкая тонкозернистая гомогенная горная порода, сложенная, преимущественно, минералами карбоната кальция (Геологический словарь, 1978).

Термин «туф» (итал. Tufo) появился приблизительно в то же время, что и термин «травертин», но существующие описания, по-видимому, относятся к форме консолидированного вулканического пепла, которые были распространены вокруг Рима. В 12 веке термин перебрался в западную Европу (в Британию, Францию и Германию), где он был назван «Tufa», «Towfe» или «Tuff» и использовался для обозначения как для консолидированного вулканического пепла, так и для мягких, сильно пористых пресноводных карбонатов (рис 1.1). В начале 19 века возникает большое количество различных префиксов (например, «Kalktuff», «tuf calcaire», «calcareous tufa» – известковый туф), которые подчеркивают различия между вулканической и осадочной карбонатной породой.

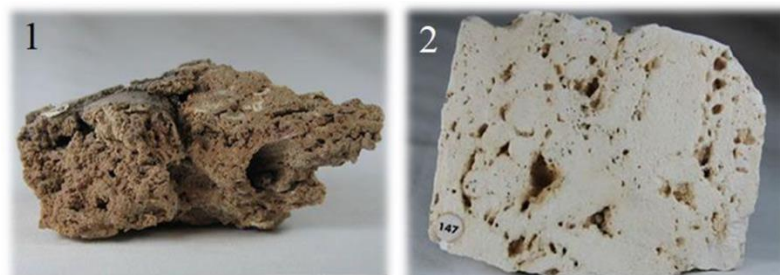


Рисунок 1.1 - Примеры разных травертинов (www.geology.com)

1 - сильно пористый с биоструктурой, 2 – массивный

Для травертина свойственны светлые цвета различных оттенков. Камень может быть белого, желтоватого, сероватого, кремового и других цветов. Так как в составе травертина присутствуют соединения железа, он может менять оттенок в результате их окисления. Например, белый камень может приобрести песочный, либо желтый оттенок. На свойствах породы это никак не отражается. Встречается камень и более темных оттенков (коричневатых, буровато-серых и других).

Травертины, которые имеют более темную окраску, обладают лучшими техническими характеристиками. Также существуют камни с интенсивной окраской. Примером такого материала может служить залегающий в Иране желтый и красный травертин. Это известковый туф, содержащий определенные пигменты, которые придают ему очень яркий оттенок.

1.2. Классификация травертинов

Наиболее обобщенная схема классификации травертинов была предложена Алланом Пентекостом в 1994 году (рисунок 1.2).

В основе классификации лежат три основных критерия:

- геохимический;
- текстурный;
- морфологически-фациальный.

Критерий	Термогенные		Метеогенные	
Геохимический	Автохтонные			Аллохтонные
Морфологический (морфология и топографическая позиция)	Ручей Насыпи с трещинами Насыпи	Река Каскады Конгломераты Валики	Озеро Корки	Болото Болотные отложения
Текстурный (микроморфология и микротекстура)	Автохтонные			Аллохтонные
	Микробная Много "онкондов" Строматолиты	Слоистые корки Бактериальные колонии	Мохообразные Моховой туф	Неорганические Различные неорганические структуры ("пенная порода")
				Обломочные Интракласты Пеллоиды

Рисунок 1.2 - Схема классификации травертинов (Pentecost, 1994)

Схемы классификации, основанные на этих критериях, не являются взаимоисключающими, но их удобно рассматривать отдельно [67].

1.2.1. Классификация травертинов по геохимическому критерию

Аллан Пентекост (Pentecost, 1994) предложил подразделять травертины исходя из происхождения источника углекислого газа, что непосредственно отражается на их составе (валовом и изотопном). Было выделено два класса травертинов:

- «метеогенные» травертины;
- «термогенные» травертины.

«Метеогенные» травертины

В «метеогенных» травертинах источником углекислого газа является почва или атмосфера. Такие травертины обычно образуются в холодных источниках в областях распространения карбонатных пород. Однако, порой воды циркулируют глубоко под поверхностью и выходят на поверхность нагретыми, но содержат только метеогенный углекислый газ. Содержание растворенного неорганического углерода редко превышает 8 ммоль/л (480 ppm в виде HCO_3), а ионов кальция – 4 ммоль/л (160 ppm в

виде Са). Стабильный изотопный состав углерода составляет в среднем около -10 ‰ (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 - Разрез профиля формирования «метеогенных травертинов»
(www.mst.edu)

«Термогенные» травертины

Обычно образуются в термальных источниках в областях обильного выделения углекислого газа (зоны вулканической активности, зоны разрывных нарушений и т.д.). Здесь углекислый газ может поступать из большого количества источников: гидролиз и окисление восстановленного углерода, декарбонизация известняка или непосредственно из верхней мантии, главным образом, в районах вулканической активности. Высокие концентрации углекислого газа способны растворять большие объемы карбонатов. Содержания растворенного неорганического углерода составляют 10-100 ммоль/л (400-4000 ppm в виде HCO_3) и кальция – 2-20 ммоль/л (80-800 ppm в качестве Са). Содержания в 2-10 раз выше, чем у большинства «метеогенных» травертинов. Изотопный состав углерода, как правило тяжелее, чем в метеогенных травертинах (обычно от -3 до +8 ‰) (рисунок 1.4). Эти травертины имеют более ограниченное распространение, находясь, главным образом, в районах недавней вулканической активности.

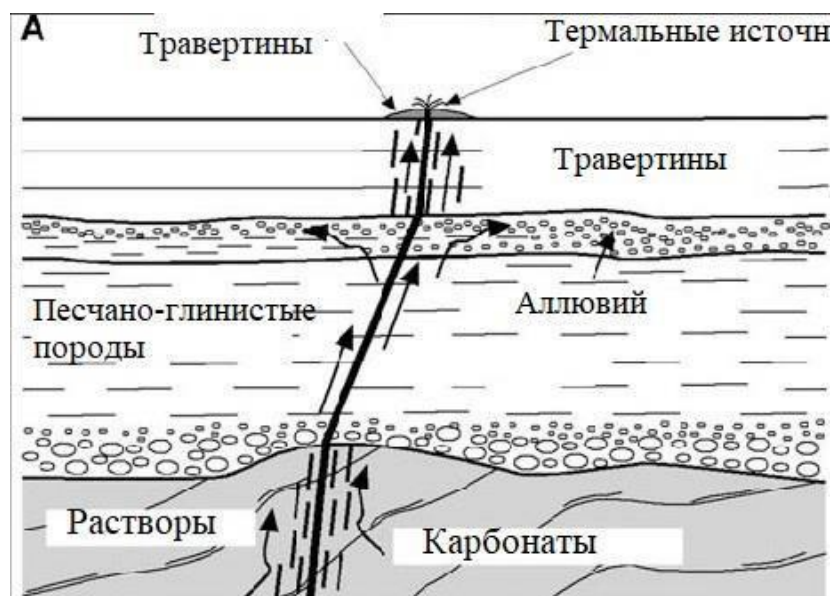


Рисунок 1.4 - Разрез профиля формирования «термогенных» травертинов (Pentecost, 2005).

Важно отметить, что термогенные воды необязательно будут горячими (хотя это наиболее частный случай), термин «термогенный» больше приурочен к источнику, а не к температуре воды на выходе на поверхность (рисунок 1.4).

1.2.2. Классификация травертинов по текстурным особенностям

Под текстурой понимается набор параметров, таких как: взаимное расположение, плотность и размер составных частей породы. Плотность связана с пористостью отложений, а характер пористости дает ценные сведения о способе осаждения.

На текстуру травертинов наибольшее влияние оказывают различные бактерии и растения (высшие и низшие растения). Но не стоит также забывать о таких важных факторах, как скорость осаждения осадка, минералогия и степень диагенеза.

Существует большое количество травертиновых отложений, лишенных растений и бактерий, которые часто упоминаются под термином «спекание». Они имеют свой набор текстур. Наиболее узнаваемая из них – «пенная порода», формирующаяся, когда травертин осаждается вокруг газовых пузырьков.

1.2.3. Классификация травертинов по морфологическим и фациальным критериям

Морфология травертинов в основном отражает аккреционные процессы, а не эрозионные. В зависимости от степени сцепления составных частей породы, отложения травертинов варьируют в широком диапазоне, от мягких и рассыпчатых до плотных и массивных.

Морфологическая классификация разделяет травертины на девять категорий, разделенных на две подгруппы. Первая подгруппа содержит все автохтонные отложения, связанные с источниками, ручьями, реками, озерами, болотами и заканчивающиеся аллохтонными (обломочными) травертинами. Практически все известные травертины могут быть отнесены к одной из этих категорий.

Автохтонные травертины

Типы морфологии автохтонных травертинов приведены на рисунке 1.5 и таблице 1.1.

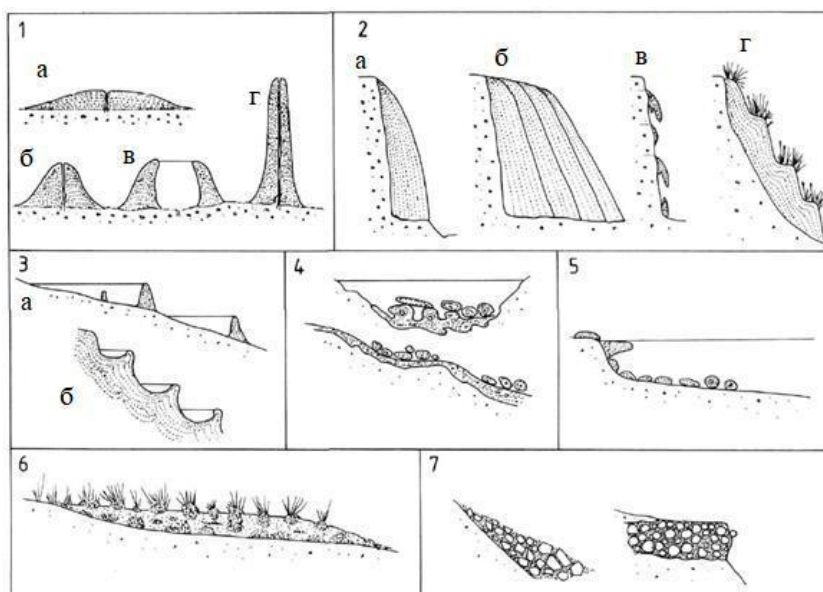


Рисунок 1.5 - Типы морфологии автохтонных травертинов (Pentecost, 2005)

1 – насыпи и гребни с трещинами: а – пологая насыпь, б – крутая насыпь, в – разделенная насыпь, г – высокая озерная насыпь; 2 – каскады: а – эрозионный тип, б – каскадное переслоение, в – прилипшие, г –

ступенчатые каскады; 3 – валики: а – большие озерные валики, б – система небольших валиков на склоне отложений травертина; 4, 5 – корки; 6 – болотные отложения; 7 – конгломераты.

Таблица 1.1 - Типы морфологии автохтонных травертинов (Pentecost, 2005) [68].

№	Типы	Характеристики
1	насыпи	<p>Появляются в двух случаях:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. возникающие «насыпи» формируют куполовидную форму вокруг источника; чаще всего формируются из термогенных источников, но также могут образовываться из метеогенных; 2. погруженные «насыпи», которые встречаются в соленых озерах; появляются в результате смешивания богатых кальцием грунтовых вод и вод в озере, что приводит к немедленному осаждению карбоната кальция.
2	гребни с трещинами	Появляются в результате нарастания вокруг выходов источника вдоль трещин и разломов.
3	каскады	Выделяются два вида каскадных отложений: эрозионные отложения (образуются в водопадах) и аккреционные отложения (образуются в местах, где накопление превалирует над эрозией).
4	валики	Отличаются от каскадов своей вертикальной аккрецией, которая может приводить к образованию запрудков. Выделяют два вида: большие озерные валики и систему небольших валики на склоне

		отложений травертина.
5	корки	<p>Выделяют два типа корок: озерные и речные.</p> <p>Речные корки образуются в проточной воде небольших ручьев и крупных рек. Они развиваются на разных субстратах и могут быть гладкими и листовидными. Также есть корки, состоящие из онкоидов, они могут быть сферическими или сфероидальными. Речные корки могут сливаться с каскадами и валиками.</p> <p>Озерные корки имеют общие особенности с речными корками. В основном состоят из онкоидов, находящихся на литоральных отложениях и больших рифоподобных скоплениях.</p>
6	болотные отложения	Образуются в болотных условиях, где застойная вода и большое количество растительности. Данные отложения часто смешаны с мергелями и мелями.
7	конгломераты	Отложения состоят из известкового осадка с гравием, аллювием, брекчией и т.п.

Аллохтонные (обломочные) травертины

Обычно формируются в турбулентных течениях, из-за чего неизбежно подвергаются эрозии и содержат большое количество обломочного материала.

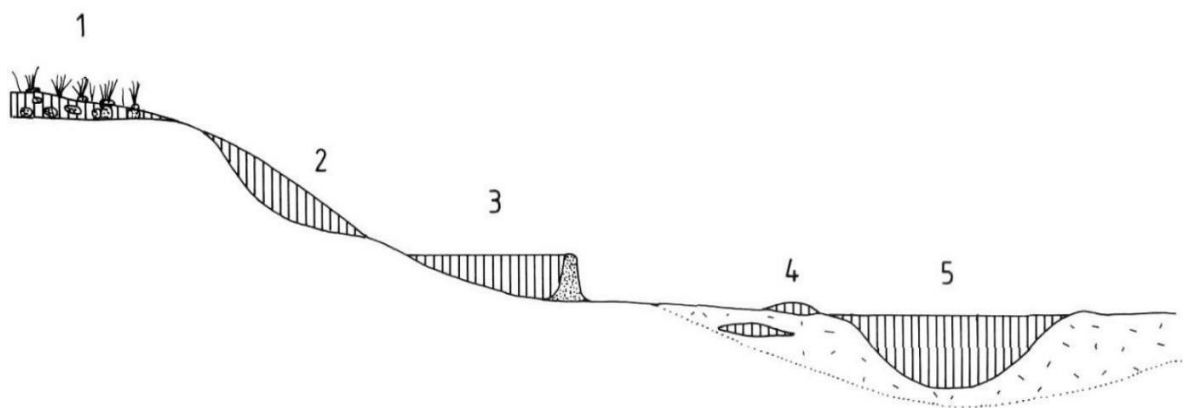


Рисунок 1.6 - Типы морфологии аллохтонных (обломочных) травертинов (Pentecost, 2005).

Цифрами обозначены: 1 – болотный комплекс, 2 – аллювиальные отложения склона, 3 – валики, 4 – пойменные бары, 5 – заполненные впадины.

Морфологическая классификация аллохтонных травертинов приведена на рисунке 1.6. Выделяются следующие морфологические типы: болотный комплекс, аллювиальные отложения склона, валики, пойменные бары и заполненные впадины.

Позже классификация аллохтонных (обломочных) травертинов была дополнена Pedley в 1990 году, он подразделил их на пять типов (таблица 1.2).

Морфологическая классификация аллохтонных травертинов приведена на рисунке 1.6. Выделяются следующие морфологические типы: болотный комплекс, аллювиальные отложения склона, валики, пойменные бары и заполненные впадины.

Позже классификация аллохтонных (обломочных) травертинов была дополнена Pedley в 1990 году, он подразделил их на пять типов (таблица 1.2).

Таблица 1.2 - Классификация аллохтонных (обломочных) травертинов (Pentecost 2005)

Тип	Описание
Туф с фитокластами	Сцементированные фрагменты инкрустированных растений
Онкоидный туф	Состоит из округлых зерен карбонатов
Туф с интеркластами	Глинистые или песчаные частицы, образующие зернистую текстуру
Микродетритовый туф	Обычно бесструктурный (озерный мел или гажа)
Пелоидный туф	Образования с микритовой, сгустковой, пелоидной или спаритовой микроструктурами и отсутствием отчётливо выраженных макроструктур

1.3. Факторы и механизмы образования травертинов

Существует два основных взгляда на процесс образования травертинов.

Преобладание «абиотических» влияний на осаждение карбоната можно ожидать на относительно коротком расстоянии от источника углекислого газа, в результате перераспределения избыточного углекислого газа, транспортируемого подземными водами, в атмосферу. В жестких, насыщенных относительно кальцита водах сильная аэрация способствует значительному осаждению карбоната кальция [56].

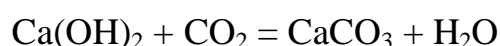
Преобладание «биогенных» воздействий на образование карбонатов путем микробной фотосинтетической активности можно ожидать позднее в потоке воды, после достижения равновесия с атмосферой [63]. Влияние на нуклеацию и рост кристаллов минералов микробных биогенных процессов отличаются (Freytet, 1998). Они действуют в значительно меньшем масштабе, чем осадочные процессы, и при участии водных мхов, создающих макротекстуры и структуры травертиновых отложений [54].

1.3.1. Абиогенный травертиногенез

Большинство травертинов образуется в результате удаления из подземных вод, содержащих растворимый гидрокарбонат кальция, диоксида углерода (Pentecost, 2005; Zhang, 2001) [67]. Обычно это происходит в результате падения давления, связанного с выходом подземных вод на поверхность, ассимиляцией углекислого газа растениями или его диффузией в атмосферу из-за интенсивного движения воды. В результате происходит химическая реакция, посредством которой выделяется нерастворимый в воде карбонат кальция:



В некоторых случаях, травертины образуются в результате реакции между атмосферным углекислым газом и сильно щелочными подземными водами (Zhang, 2001) [72]:



Такие подземные воды чаще всего встречаются в регионах развития серпентинизации горных пород, либо контактирующих с природным или промышленным гидроксидом кальция.

Другой процесс может быть описан как подщелачивание подземных вод. Он наблюдается, когда подземные воды, богатые кальцием, смешиваются с сильнощелочными поверхностными водами. Гидроксильные ионы в поверхностных водах с гидрокарбонатом кальция, с образованием гидрокарбонат-иона и последующим осаждением карбоната кальция (Pentecost, 2005):



1.3.2. Травертиногенез при участии биоты

Известно, что различные микроорганизмы и растения играют немаловажную роль в осаждении карбонатов (табл. 3), создавая нужные для этого условия.

Большинство бактериальных видов, такие как *Phormidium incrustatum*, *Chamaesiphon incrustans*, *Homoeothrix varians*, *Hydrococcus*

rivularis *Oocardium stratum*, способны осаждать карбонаты, создавая благоприятные для этого условия (щелочная среда и большое количество ионов кальция). Осаждение карбонатов бактериями представляет собой сложный процесс, включающий с циклы фотосинтеза, азота и серы, и ионный обмен ($\text{Ca}^{2+}/\text{H}^{+}$) [56].

Таблица 1.3 - Повсеместно встречающиеся травертинообразующие организмы [56].

Тип организмов	Представители
Цианобактерии	Schizothrix, Phormidium, Rivularia
Зеленые водоросли	Chlorotilium, Oocardium
Диатомовые водоросли	Diatoma, Synedra, Achnantes, Gomphonema, Navicula
Мохообразные	Didymodon tophaceus, Eucladium verticillatum

В литературе описано осаждение карбоната кальция бактериями, которое включает стехиометрические взаимодействия между положительно заряженным ионами кальция и отрицательно заряженными клеточными стенками бактерий. Эти взаимодействия приводят к изменению общего заряда стенки клетки, позволяя взаимодействовать разно заряженным бактериям. Вследствие изменений общего ионного заряда бактериальный агрегат увеличивает размер биогенного карбоната, а бактерии, в свою очередь, становятся ядром этого биоминерала (Golubic, 2008) [56].

Было также показано, что внеклеточные полимерные вещества, выделяемые бактериями, участвуют в процессе биокальцификации. Они захватывают карбонатные частицы и служат центром нуклеации. Изменения в составе и концентрации внеклеточных полимерных веществ оказывают влияние как на морфологию, так и на минералогическую карбонатных образований. Внеклеточные полимерные вещества также, по-

видимому, участвуют в увеличении размера кристаллов за счет агрегации более мелких кристаллов (Golubic, 2008).

Водные мхи, такие как *Cratoneurum commutatum*, *Eucladium verticillatum* и *Didymodon tophaceus* известны как травертин-образующие организмы (таблица 1.3). Они процветают в водной среде, где могут инкрустироваться карбонатом. Обычно инкрустация карбонатом происходит на старых листочках или стеблях, а не на молодых, активно растущих листьях. Это может свидетельствовать о том, что нет прямой зависимости между фотосинтезом мхов и осаждением карбонатов. Мхи стимулируют кристаллизацию карбонатов на своих кончиках, чтобы не оказаться цементированными в карбонате. В то же время карбонатное осаждение связано с биопленками микроорганизмов, нарастающих на мох со временем [56].

Роль, которую мохообразные играют в пресноводной экосистеме, заключается в обеспечении необходимого покрытия для многих беспозвоночных животных. Мохообразные также предоставляют место на своей поверхности для многочисленных бактерий, беспозвоночных и водорослей. Осаждение карбоната начинается в центрах кристаллизации в биопленках с цианобактериями, диатомовыми водорослями и микроскопическими зелеными водорослями. Инкрустированные карбонатом «подушки» мхов образуют пористый губчатый карбонатный осадок, который сохраняет форму мха и мгновенно фоссилизирован. Пористая губчатая консистенция мохового слоевища обеспечивает архитектурную основу для отложений травертинов. Если посмотреть более пристально на поверхность мха, можно обнаружить биопленки цианобактерий и диатомовых водорослей, которые находятся в тесной связи с кристаллами кальцита. Без их вклада осаждение карбоната кальция все равно будет происходить, но осадок может не сохраниться в проточной воде, а транспортироваться вниз по течению (Golubic, 2008).

Наиболее интенсивное осаждение микрокристаллического кальцита было обнаружено в присутствии цианобактерий (*Phormidium incrustatum*, *Chamaesiphon incrustans*, *Homoeothrix varians*, *Hydrococcus rivularis*), диатомовых водорослей (*Achnanthes affinis*, *Synedra vaucheriae*, *Cymbella affinis*, *Gomphonema olivaceum*) и зеленых водорослей (*Oocardium stratum*, *Ulothrix*, *Scenedesmus*, *Chlorella*). В дополнение к физико-химическим и геологическим факторам видовой состав и плотность сообщества водорослей и цианобактерий, по-видимому, имеют большое значение для формирования известковых туфов.

Осаждение кальцита диатомовыми водорослями связано сильнее с клеточными продуктами, чем с их фотосинтетической активностью. Это менее проявлено в случае с цианобактериями, где кальцификация происходит на внеклеточных оболочках, охватывающих клетки. Кристаллический рост полиморфных модификаций кальцита происходит вокруг студенистых стеблей, сложенных клетками диатомовых водорослей. Такая взаимосвязь между микробным продуктом и кристаллизацией карбонатного ядра согласуется с концепцией биоминерализации.

1.4. Минералого – геохимические особенности травертинов

Травертины обычно состоят из двух полиморфных модификаций карбоната кальция: кальцита, арагонита с небольшими примесями других компонентов (MgO , Na_2O+K_2O , SrO и др.) (Pentecost, 2005). В очень редких случаях может образовываться еще одна полиморфная модификация карбоната кальция – ватерит. Исследования показали, что кальцит является наиболее термодинамически устойчивым среди полиморфных модификаций карбоната кальция, а ватерит наименее устойчивым (Kawano, 2009). Условия, при которых образуются эти минералы, зависят от химического состава исходной воды, температуры, давления и скорости выделения CO_2 . Учитывая широкий спектр условий, преобладающих в среде травертиноосаждения, минералогия травертинов

представляет немалый интерес. В дополнение к ионам кальция и карбоната другие растворенные молекулы и ионы чаще всего включены в кристаллическую решетку или попадают в ловушку в виде включений. Они могут выступать в качестве ключевых факторов, при которых образуются травертины. Гидротермальные воды также содержат высокую концентрацию растворенных веществ, которые могут совместно осаждаться с карбонатом, образуя другие минералы [68].

Автохтонные и аллохтонные травертины часто содержат разные минеральные парагенезисы. Травертины значительно различаются по содержанию карбонатов, но он практически всегда превышает 95 масс. %. К дополнительным компонентам относятся минералы, которые образуются во время и после осаждения, и детритовый аллохтонный компонент.

Кальцит и арагонит

Травертин состоит, прежде всего, из кристаллического карбоната кальция. Кальцит имеет ромбоэдрическую элементарную ячейку. Структура представляет собой искажённую структуру NaCl (галита), в которой атомы Na заменены атомами Ca, атомы Cl — группами CO₃, а кубическая ячейка сжата по тройной оси до ромбоэдрической. Анион CO₃²⁻ состоит из атома углерода, окруженного тремя равноудаленными от него кислородами, образующими почти плоский равносторонний треугольник. Ионы кальция расположены в центрах шестиугольников, углы которых заняты атомами кислорода (рисунок 1.7,а). Каждый атом кислорода размещен более или менее симметрично между двумя ионами кальция и ковалентно связанным углеродом. Из-за большого размера карбонатной группы существует значительное разделение между противоположно заряженными ионами. И поэтому, несмотря на двухвалентность, кальцит обладает низкой твердостью (в районе трех по шкале Мооса).

Арагонит – нестабильная фаза карбоната кальция, и за отрезок времени порядка 10-100 миллионов лет видоизменяется до кальцита. Трансформация арагонита в кальцит сопровождается увеличением объёма.

При нагревании свыше 400°C происходит быстрый переход арагонита в кальцит, а на огне он рассыпается в тонкую кальцитовую пудру.

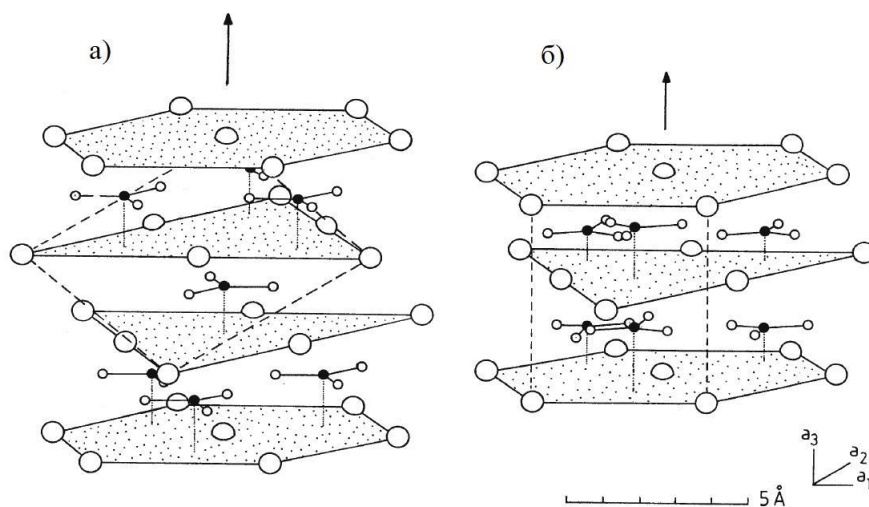


Рисунок 1.7 - Структуры кальцита (а) и арагонита (б)

Примечание: большие белые кружки – катионы кальция, маленькие белые кружки – кислород и маленькие черные кружки – углерод. Стрелками показано направление оси c (Pentecost, 2005) [68].

Арагонит характеризуется более плотной упаковкой, чем кальцит. Арагонит имеет ромбическую элементарную ячейку. Как и кальцит, слой катионов перпендикулярен оси c , но расположение ионов сильно отличается. В основе структуры лежит деформированная плотнейшая гексагональная упаковка из катионов Ca^{2+} (рисунок 1.7,б). Упаковка анионов CO_3^{2-} несколько более эффективна, чем в кальците, что приводит к более высокой плотности (Greer, 2015) [57].

В обоих минералах плоские карбонатные ионы ориентированы в плоские листы, что приводит к сильному двулучепреломлению, и в обеих структурах каждый карбонат окружен шестью ионами кальция.

Ватерит – очень редкая гексагональная модификация CaCO_3 , которая метастабильна ниже 400°C . Ватерит может быть стабилизирован сульфатом (Fernández-Díaz, 2010). Обычно образуется как биоминерал, в частности при формировании раковин гастропод, в этом случае со временем превращается в арагонит, а затем переходит в кальцит [52].

Обычно фазовый переход из кальцита в арагонит невозможен из-за высокой стабильности кальцита [57]. Задokumentировано, что, когда концентрация магния в кальците повышается, его рост может быть ингибирован, так как ионы магния гораздо сильнее гидратируются, чем ионы кальция и, следовательно, более сильно адсорбируются на поверхности кальцита (Folk, 1974) [53]. Также стоит отметить, что магний очень ограниченно входит в арагонит из-за его более плотной, чем у кальцита структуры. Связывание ионов магния с активными зонами роста кальцита может препятствовать дальнейшему росту или усилению деформации в локальной кристаллической решетке и, следовательно, увеличивать растворимость магниевых кальцитов по сравнению с чистым кальцитом [66]. Таким образом, это превратит магниевый кальцит в энергетически менее выгодный. Растворимость кальцита, содержащего более 4 мол. % магния возрастает с увеличением его содержания (Mackenzie, 1983) [63]. Магниевый кальцит с содержанием магния более 12 мол. % имеет более высокую растворимость, чем арагонит [48]. Следовательно, при высокой концентрации магния образование арагонита термодинамически и кинетически более благоприятно (Greer, 2015).

Механизм преобразования кальцита в арагонит показан на рисунке 1.8 и включает в себя шесть этапов [57].

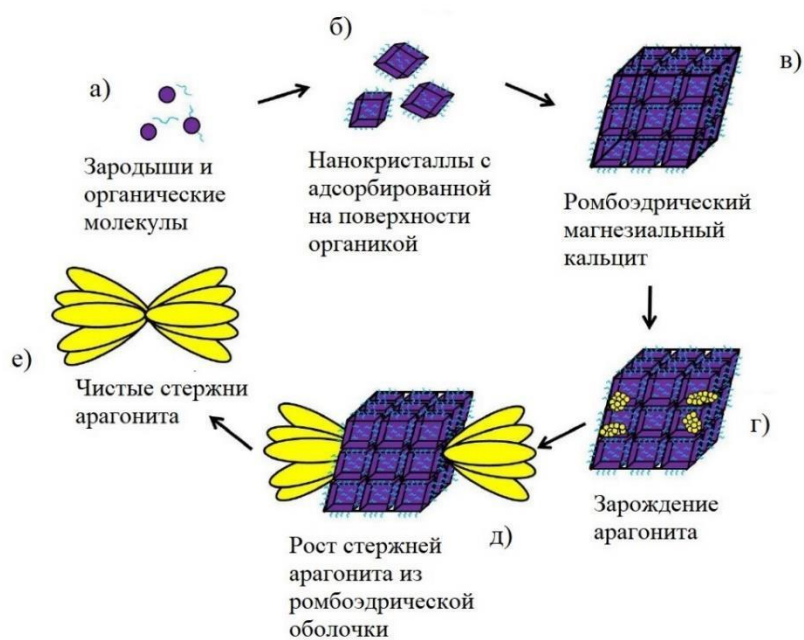


Рисунок 1.8 - Схема трансформации кальцита в арагонит (Greer, 2015)

Микробная биопленка, состоящая из отрицательно заряженных молекул внеклеточного полимерного вещества (далее ВПВ), которое в свою очередь представляет собой агрегацию бактерий, водорослей, грибов и простейших (Vu, 2009), способствует зарождению и осаждению нанокристаллитов кальцита. Это происходит из-за электрических взаимодействий между положительными ионами кальция и отрицательной внеклеточной полимерной жидкостью (рисунок 1.8,а) (Arg, 2001). Предполагается, что входящие в решетку кальцита ионы магния и адсорбция молекул ВПВ на поверхности кристаллитов кальцита на ранней стадии может ограничивать размер отдельных кристаллитов в наномасштабе и, таким образом, препятствовать классическому росту кристаллов (рисунок 1.8,б). Далее наноконпозиты из кристаллитов кальцита и биологических макромолекул подвергаются агрегации, что приводит к образованию высокопористых агрегатов ромбоэдрической формы (рисунок 1.8,в). Когда концентрация ионов магния превышает определенный уровень, дальнейший рост кристаллов кальцита прекращается. Угнетение роста кальцита вызывает зарождение арагонитовых нанокристаллов под поверхностью ромбоэдрических частиц

кальцита (рисунок 1.8,г). Арагонитовые нанокристаллы способны срастаться в микростержни с единой ориентацией. Дальнейший рост стержней приводит к их прорастанию сквозь ромбоэдрическую оболочку (рисунок 1.8,д). В конце концов, когда все нанокристаллы магниевого кальцита угнетены, образуются пучкообразные арагонитовые стержни (Greer, 2015).

Кальцит в травертинах обычно имеет следующие формы кристаллов: пластинчатые кристаллы (рисунок 1.9,а), ромбоэдры и неправильные их срастания (рисунок 1.9,б,в) и призматические кристаллы (рисунок 1.9,г). Также может образовывать мелкозернистые агрегаты.

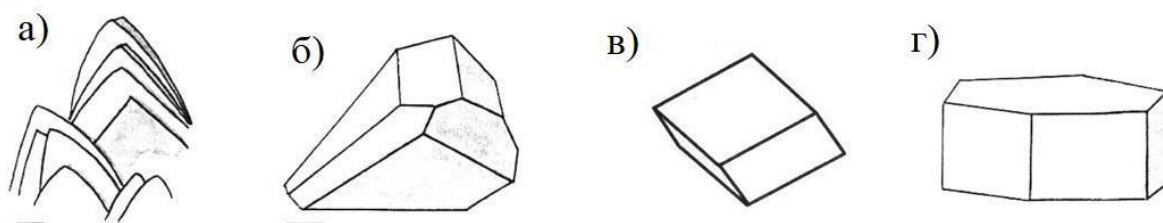


Рисунок 1.9 - Иллюстрация кристаллов кальцита в травертинах:

а – пластинчатые кристаллы («Готическая арка»), б – неправильное срастание ромбоэдров, в – ромбоэдр, г – призматические (Pentecost, 2005)

[68]

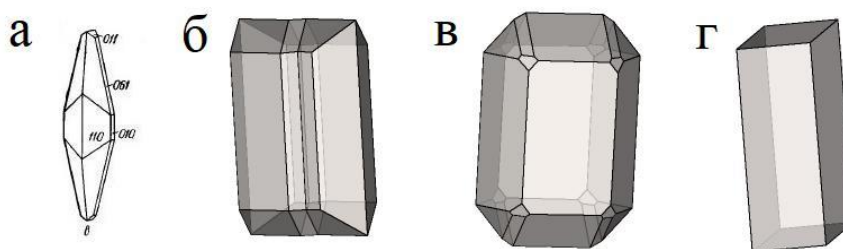


Рисунок 1.10 - Иллюстрация кристаллов арагонита в травертинах

а – игольчатые, копьевидные, б – призматические срастания, в – таблитчатые, г – призматические (mindat.org).

Арагонит обычно встречается в виде призматических, столбчатых, таблитчатых, игольчатых и копьевидных кристаллов. Агрегаты радиально-лучистые, шестоватые, волокнистые, тонкозернистые (рисунок 1.10).

ГЛАВА 2. ФИЗИКО – ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСПОЛОЖЕНИЯ ТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ

2.1. ИСТОЧНИК ТХАНЬ ТЬЮЙ (ВЬЕТНАМ)

2.1.1. Геологическое строение района расположения термального источника Тхань Тьюй

а) Геологическое строение

Район исследования расположен на юго-восточном склоне г. Фансипан, сложенной гранитами, гнейсами и кварцитами протерозойского возраста в антиклиналях Дой Зонг, Тен Тео, Део Зай.

Антиклиналь Дой-Зонг расположена на западе и юго-западе от исследуемой области, ограничена двумя разломами: разлом Джап Лай на северо-востоке, на юго-западе - разлом Хоанг Луонг - Тханг Сон. Антиклиналь простирается на северо-запад - юго-восток, его длина - около 12 км, ширина - около 8 км.

Антиклиналь Тен Тео расположена на северо-востоке исследуемой области, имеет форму лодки с длиной около 10 км, шириной около 4 км. Она ограничена двумя основными разломами: на северо-востоке - разлом Фу Ан-Део Хе, разлом Джап Лай на юго-западе. Крылья антиклинали почти симметричны. Породы в антиклинали сильно преобразованы.

Синклиналь Джап Лай расположен между антиклиналями Дой-Зонг и Тен Тео, имеет V-форму с довольно высокими углами наклона двух крыльев – 60 и 80 градусов. Синклиналь простирается на северо-запад - юго-восток, его длина - около 12 км, ширина - около 1,5 км [20].

б) Стратиграфия

В зоне исследования имеются следующие возрастные слои:

- **Протерозойский эон** - фация (Formation) Тхач Хоан: фация Тхач Хоан была разделена в 1969 вьетнамским геологом Тхан Суан Тоан на шесть слоев пород с литологическим составом и степенью метаморфизма пород. На исследуемой территории породы фации

Тхач Хоан занимают большую часть на западе. Породы фации Тхач Хоан простираются на северо-запад-юго-восток с направлениями на юго-западе и северо-востоке и образуют чередующиеся антиклинали и синклинали.

- **Мезозойский зон – Триасовая система – Средний отдел – Анизийский ярус:** основными горными породами являются известняк, кальцит, серо-белый известняк, которые были обнаружены в Дой Дао, Донг Лам и в деревне Сен. Эти горные породы расположены над тремя слоями фации Тхач Хоан.
- **Кайнозойская эра - четвертичный период:** распространена в основном в виде прибрежных отложений в долинах рек и долине Тхач Хоан, окружающих источник. Основным компонентом пород являются почва, песок, гравий. Нижний слой - в основном песок, гравий и глины. Верхний слой представляет собой мелкозернистую глину с чередующимся слоем тонкой песчаной глины. Мощность пород составляет от 100 до 200 м.

с) Магматизм

В северо-восточной части района выделены три гранитных массива Тан Фуонг. Они прорывают породы первого и второго слоя фации Тхач Хоан с образованием разрывных структур северо-юго-восточного направления. Основными компонентами являются плагиоклаз, ортоклаз, слюда, кварц и некоторые другие минералы. Кроме того, в гранитных массивах Тан Фуонг обнаружена высокая степень тепловой активности, судя по наличию большого количества кварцевых жил. Существуют также пегматитовые жилы, образующие пегматитовую зону Тхач Хоан с площадью около 60 км², расположенную в породах фации Тхач Хоан [20].

d) Тектоника

Тектоническая активность в этом районе привела к формированию двух вертикальных и горизонтальных систем разломов с небольшим смещением.

Вертикальные системы разломов включают продольные разломы, имеющие простирание с северо-запада на юго-восток. Эта система состоит из четырех вертикальных разломов с высокими углами наклона 60 и 80 градусов. Вдоль разломов породы часто имеют милонитовую структуру.

Горизонтальная система разломов включает разломы, простирающиеся с севера на юг. Они сконцентрированы в двух антиклиналях Дой-Зонг и Тен Тео. Эти разломы обычно имеют небольшую длину, их активность часто создает горизонтальное движение с небольшим сдвигом амплитуды, от нескольких десятков метров до нескольких сот метров. В районе исследования было обнаружено шесть горизонтальных разломов, в том числе горизонтальный разлом F1, который проходит через термальный источник. Продольный разлом F2 проходит вдоль реки Да через термальный источник. Разломы F1 и F2 играют важную роль в формировании вод термального источника Тхань Тьюй (рисунок 2.2).

e) Гидрогеология

Согласно отчету о разведке минеральных вод Тхань Тьюй в 2001 году и результатам гидротермального и гидрогеологического исследования, источник минеральной воды Тхань Тьюй включает в себя следующие гидрогеологические единицы (рисунок 2.1).

❖ Голоценовый водоносный горизонт

Это первый водоносный горизонт, широко распространен на всем поясе вдоль реки Да, на востоке и юго-востоке области исследования с мощностью от 15 до 20 м. Основными породами водоносного горизонта являются мелкий песок, песчаная глина, серо-коричневая глина. Уровень воды на 2-3 метра ниже поверхности. Температура воды колеблется от 24

до 27 °С. Данные наблюдений показывают, что температура и уровень воды горизонта колеблются в зависимости от погодных условий. Водоносный горизонт характеризуется небольшими запасами, которых достаточно для удовлетворения потребностей местных жителей.

❖ **Плейстоценовый водоносный горизонт**

Этот водоносный горизонт расположен под голоценовым водоносным горизонтом и отделен от него серой глиной толщиной 8-10 м.

❖ **Триасовый водоносный горизонт**

Большая часть данного водоносного горизонта перекрыта четвертичными отложениями. Горизонт вскрыт скважинами на глубине 113 м. Основные горные породы, слагающие данный водоносный горизонт, – известняки.

❖ **Протерозойский водоносный горизонт**

Этот водоносный горизонт распространен на большей части района исследования. Породы представлены в основном метаморфическими породами фации Тхач-Хоан. В минеральном отношении сложен кварцем, слюдами. Эти породы сильно метаморфизованы, с небольшой степенью трещиноватости.

❖ **Водоносный горизонт в коре выветривания магматических пород**

Гранитные породы фации Тан Фыонг обнажаются на небольшой площади на севере. Фация Тан Фыонг практически не обводнена. Запасы воды выявлена только в зоне выветривания, поэтому для водоснабжения значительного значения не имеют [20].

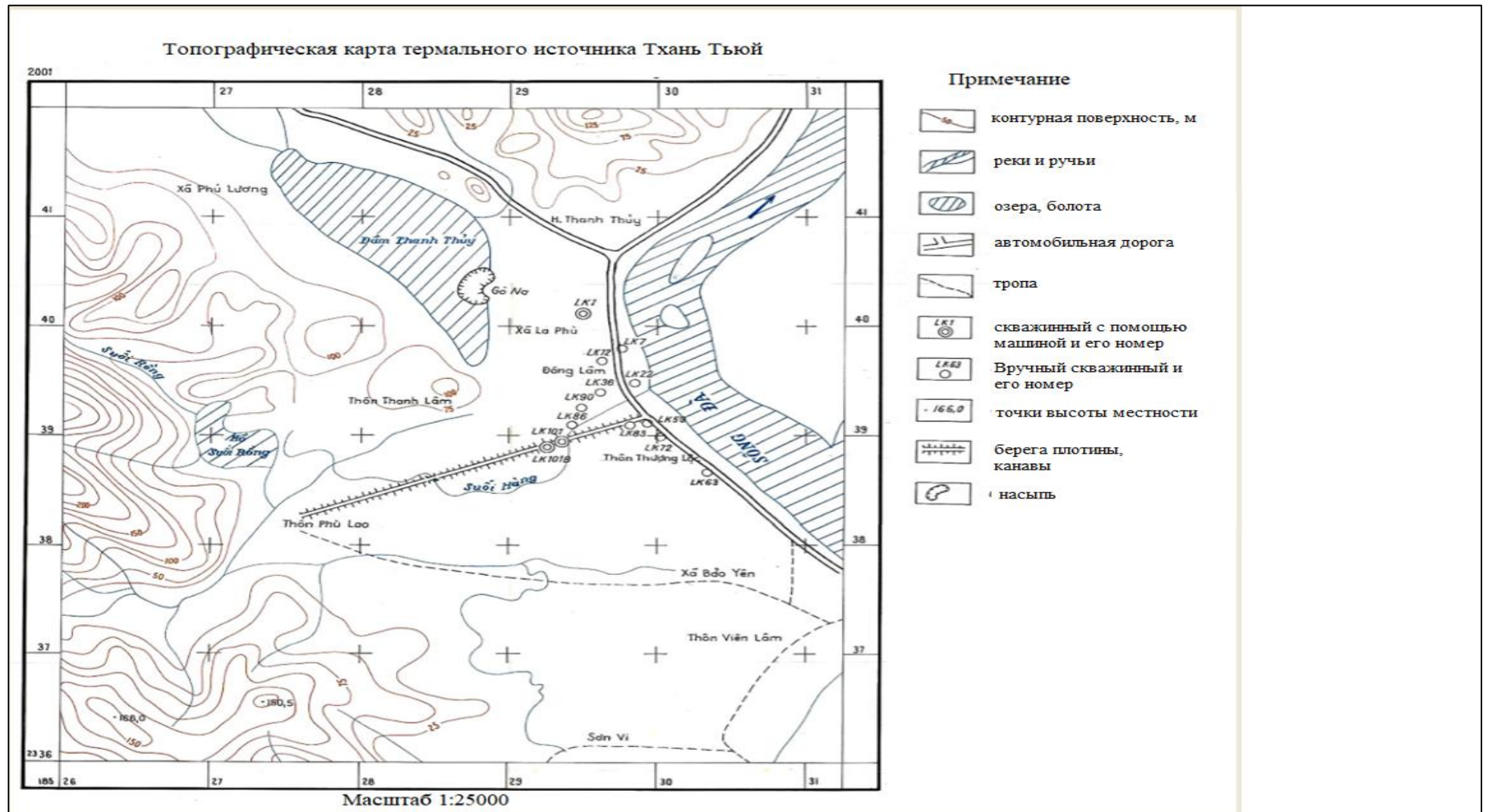


Рисунок 2.1 – Гидрографическая карта термального источника Тхань Тьюй (Ле Ху Хай, 2001) [20]

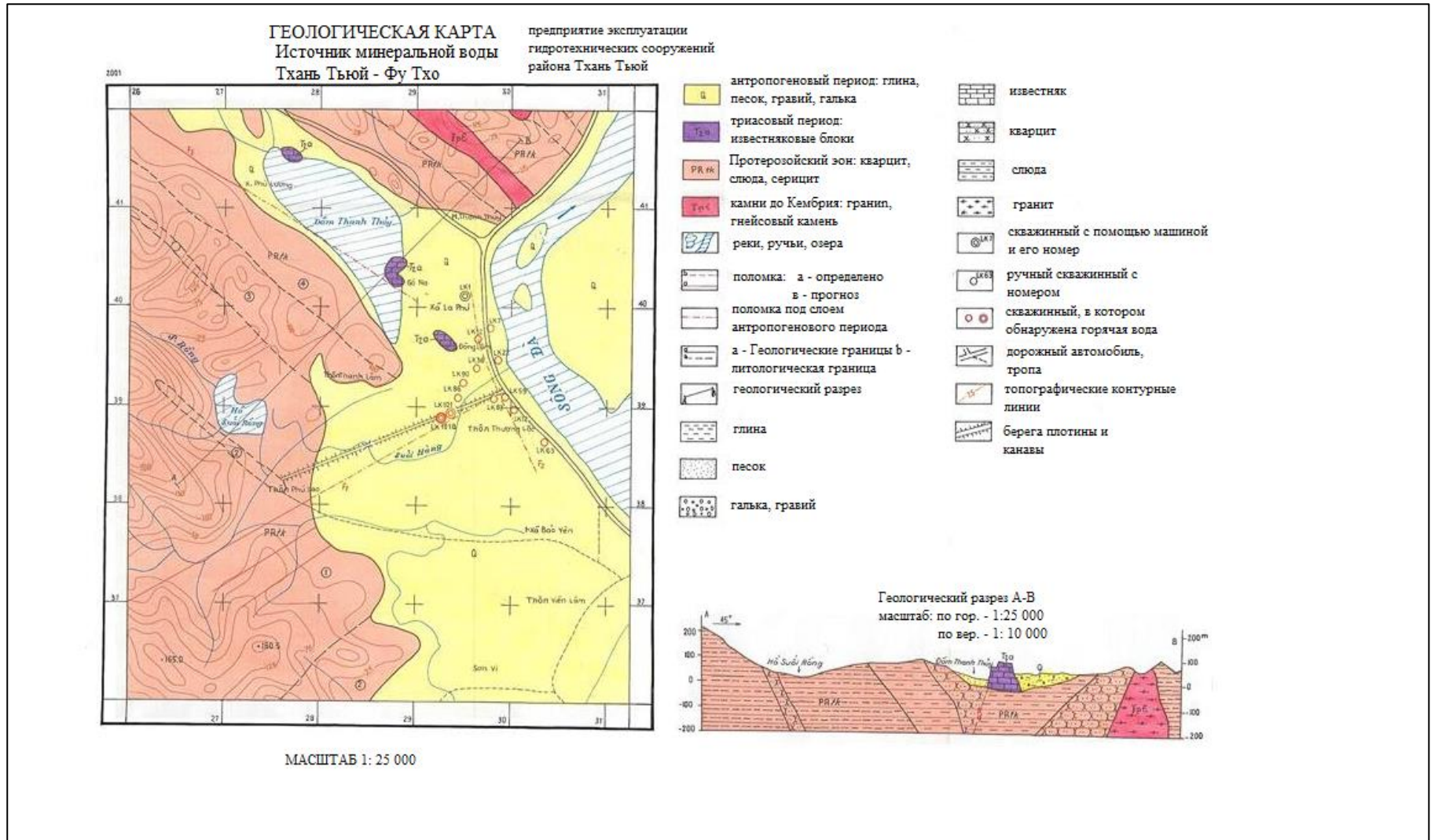


Рисунок 2.2 - Геологическая карта термального источника Тхань Тьюй (Ле Ху Хай, 2001) [20]

2.1.2. История исследования и использования вод термального источника Тхань Тьюй

В 1982 году Геологическое подразделение 303 Геологического отдела III провело гидрогеологические изыскания в масштабе 1: 25000 района Тхань Сын - Тхань Тьюй. Минеральная вода Там Тхань была обнаружена на ЛК 101 вблизи деревни Тхыонг Ло, коммуны Бао Йен, район Там Тхань, провинция Винь Фу. В 1991 году предприятие по добыче полезных ископаемых 303 пробурило скважину для проведения анализа качества воды Там Тхань с целью получения лицензии на использование и производство для потребления человеком. Качество, количество и потенциал минеральной воды не были полностью определены.

Для удовлетворения высокого спроса на минеральную воду в области напитков и медицинского обслуживания, также для развития местной экономики на основе использования имеющихся ресурсов, в 1993 году компания по разработке полезных ископаемых III начала исследования по изучению и оценке термального источника по решению Министерства тяжелой промышленности № 414 КТ / КХТ от 14 июля 1993 года. Целями этой работы являются изучение и оценка качества, запасов, условий и происхождения термальной воды, расположения буровых установок и условий эксплуатации.

В 2000 году, при бурении скважины для питьевой воды, жители деревни Тхыонг Ло случайно обнаружили термальную минерализованную воду на расстоянии 600-700 м от скважины ЛК101. Жители оборудовали много ванн для удовлетворения рыночного спроса. Эксплуатация и использование источника местным населением может вызвать неблагоприятное воздействие [4].

2.1.3. Закономерности распространения и происхождения вод термального источника Тхань Тьюй

В 1993 году на базе скважины ЛК101 геологи из компании по разработке полезных ископаемых III совместно с геофизическим отделом

Вьетнамской академии наук провели исследования изменения температуры вокруг скважины. Глубина исследования составляла 2 метра.

По полученным результатам была построена изотермическая карта. Согласно ней, термальная вода распределяется по площади треугольной формы площадью около 1095 км². Пересечение двух разломов сформировало большую зону (500 м с востока на запад и 800 м с севера на юг). Термальная вода поднимается по трещинам из базальтовых пород и поступает в долину реки Да. Именно эта зона является центральной частью источника [20].

Вода поступает через тектонические трещины и разломы, размывая слои гипса и поглощая тепло, с образованием термальной сульфатной воды и изливается.

Вода в источнике Тхань Тьюй имеет температуру 37-45 градусов с повышенной минерализацией 3054 мг/дм³. Вода обогащена анионами (бикарбонаты, сульфаты, хлориды, фториды) и катионами (кальций, натрий, магний). На сегодняшний день термальная вода Тхань Тьюй применяется в лечении болезней женских органов, нервной системы, опорно-двигательного аппарата и пищеварения.

2.2 ЖЕМЧУГСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Район исследования входит в состав Байкальской гидрогеологической складчатой области (Пиннекер и др, 1968; Гидрогеология СССР, 1970; Ломоносов, 1974; и др.). Водоносные комплексы и формации Тункинского бассейна представлены широким возрастным диапазоном (Ломоносов, 1974, Павлов и др., 1995, Лехатинов, Лехатинова, 2008; и др.). Согласно работам (Пиннекер и др., 1968, Ломоносов, 1974; и др.), в осадочных отложениях преобладают порово-пластовые, трещинно-пластовые, пластовотрещинные напорные, в том числе термальные минеральные воды. В метаморфических и

магматических породах более широко распространены трещинные, трещинно-карстовые и трещинно-жильные воды зон тектонических нарушений. Впадина отличается наличием значительного количества источников минеральных и пресных вод.

Наибольшее распространение на территории Тункинской впадины имеют углекислые термальные воды (рисунок 2.3). Они приурочены к зоне трещиноватых и закарстованных известняков иркутской свиты нижнего протерозоя. Нижним водоупором являются нижнепротерозойские сланцы ильчирской свиты, а в роли верхнего водоупора выступают глины с включением гальки и валунов, лежащие в основе кайнозойской толщи. Проявления углекислых термальных вод связаны с активными разломами и узлами разрывных нарушений. Данные разрывные нарушения служат для них коллекторами (Павлов и др., 1995; и др.) [40].

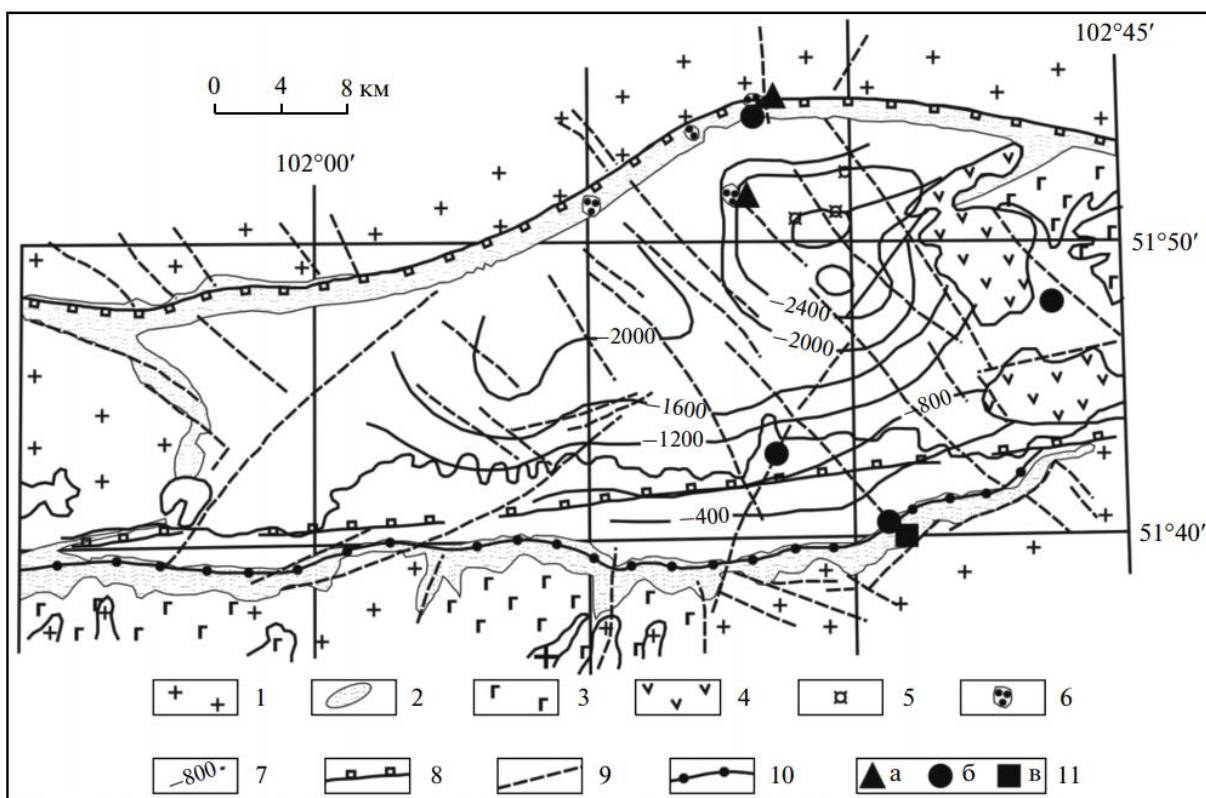
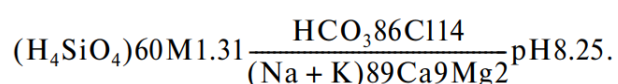


Рисунок 2.3 - Карта распространения углекислых вод в Тункинской впадине (по Павлову и др., 1995 с изменениями авторов) [40].

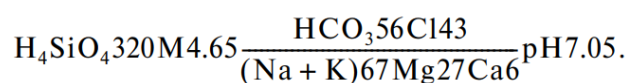
1 – гидрогеологический массив пресных кислородно-азотных и азотных трещинных и трещинно-жильных вод; 2 – контур распространения межгорного артезианского бассейна пресных азотных, азотно-метановых и метановых порово-пластовых вод; 3 – неогеновые базальты; 4 – четвертичные базальты; 5 – вулканы; 6 – известковые туфы (травертины); 7 – изогипсы фундамента впадины; 8 – региональные сбросы; 9 – локальные разломы; 10 – граница области термальных и холодных углекислых вод; 11 – проявления углекислых вод: *а* – родник, *б* – скважина, *в* – колодец.

Местность “Вышка” известна как оздоровительный центр, функционирующий на базе двух самоизливающихся источников: Р-1 и Г-1 (Лехатинов, Оргильянов, 2012; и др.).

Скважина Р-1 была пробурена в 1954 г. с целью поиска месторождения нефти и газа. Глубина скважины – 1026 м, минеральные воды поступают с глубины 840 м. Вода является слабоминерализованной (1.2 г/дм³) метановой, гидрокарбонатно-натриевой. Температура воды – +38°С (рисунок 3.4). Химический состав подземных вод, отобранных из скважины Р-1 в 2011 г., отражен в формуле (Лехатинов, Оргильянов, 2012):



Скважина Г-1 была пробурена в 1987 г. в 150 м севернее скважины Р-1 на глубину 1093 м. Вода является углекислой, хлоридно-гидрокарбонатной магниевой-натриевой с минерализацией 4.2 г/дм³. Температура воды на выходе +55°С (рисунок 3.5). Формула химического состава воды имеет вид (Лехатинов, Оргильянов, 2012):



Жемчугское месторождение термальных метановых вод расположено на правом берегу р. Иркут. Имеются две скважины, первая из которых была пробурена в 1953 г., а вторая - в 1988 г. и находится в 200 м севернее скважины № 1. Вода первой скважины получена с глубины 834-864 м имеет низкую минерализацию (до 1.2 г/дм³), температуру 38 °С. Эксплуатационный дебит скважины 700 м³/сут. По химическому составу вода относится к метановой (83 %), гидрокарбонатной натриевой (рисунок 2.4). Вода из пробуренной рядом более глубокой скважины имеет температуру 55 °С, минерализацию 4.9 г/дм³. Состав ее хлоридно-гидрокарбонатный кальциево-натриевый (рисунок 2.5). Обращают на себя внимание повышенные содержания стронция (5.7 мг/дм³) и диоксида углерода (400 г/дм³). Катионно-анионный состав воды в зависимости от места отбора изменяется в широких пределах: гидрокарбонаты - от 600 до 1100 мг/дм³, хлориды - от 190 до 750 мг/дм³, натрий - от 250 до 580 мг/дм³ [40].

Наличие в одном месте минеральных вод двух типов- термальных углекислых и термальных метановых очень перспективно для создания крупного санаторно-курортного учреждения.

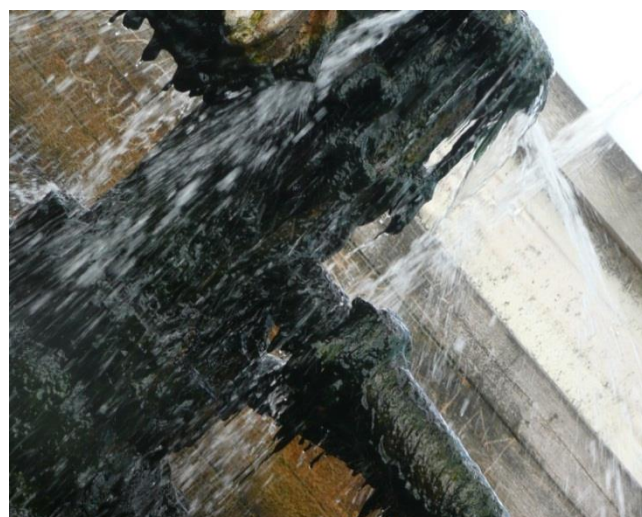


Рисунок 2.4 - Метановая скважина в источнике Жемчуг



Рисунок 2.5 - Углекислая скважина в источнике Жемчуг [40]

Месторождение не имеет аналогов и поэтому выделено в самостоятельный тункинский тип метановых маломинерализованных вод.

Данные минеральные образования имеют богатую палитру цветов: от белесосерой до черной, оранжевой, зеленой, бурокрасной. По своей цветовой характеристике они напоминают травертиновые отложения в источнике Виши (Франция) (личные наблюдения авторов). Это разнообразие окраски определяется, на наш взгляд, микробиальными сообществами, создающими тесный симбиоз с формирующимися минеральными образованиями.

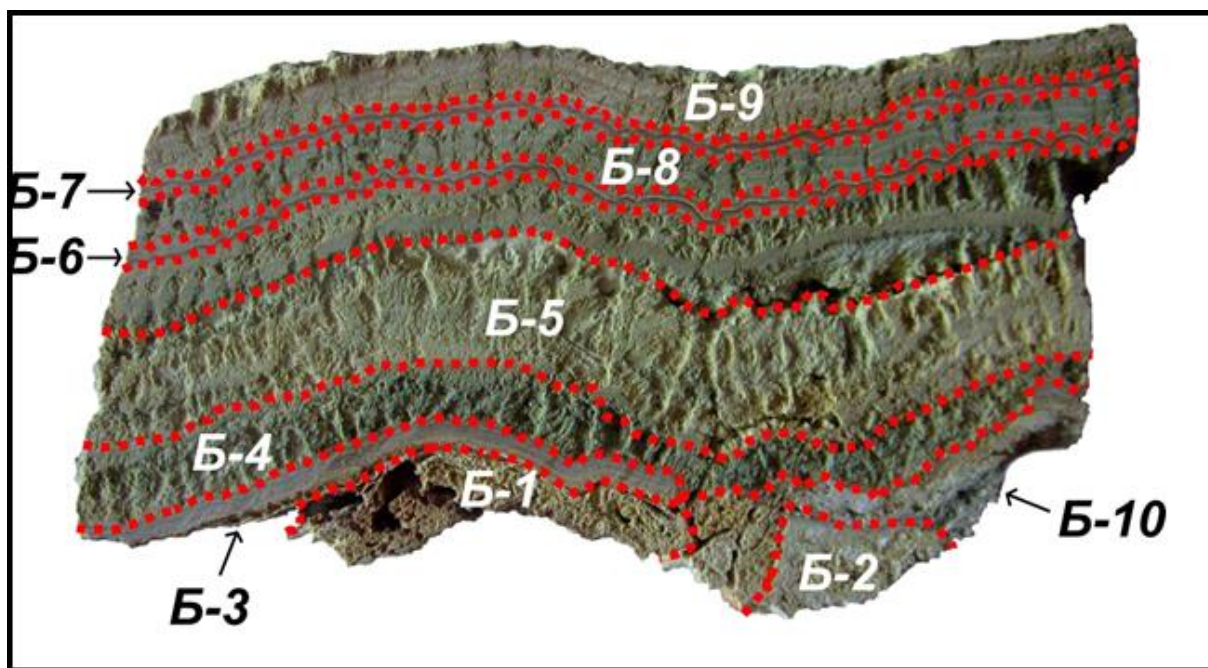


Рисунок 2.6 - Ритмично-слоистое строение травертиновых образований. Скважина Г-1. Натуральная величина. Показаны места отбора проб для аналитических исследований [40].

Породы макроскопически весьма неоднородны по своим текстурным особенностям. Среди них отмечаются рыхлые землистые и весьма плотные разновидности, большинство из них имеют кавернозную текстуру с четко выраженным ритмичным строением, иногда со стволовыми ветвистыми частями. По своему характеру они весьма напоминают строматолиты, микрофитолиты (Анисимов, 2013). Мощность отдельных слоев колеблется от долей миллиметра до сантиметров, образуя отдельные ритмы. Поэтому их опробование производилось по отдельным слоям с образцов, отобранных с различных сторон натечного конуса (рисунок 2.6). 10 пробы травертинов в рисунке 10 используются для анализа в дипломной работе.

2.3. ЯМКУНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Озеро Ямкун расположено в Забайкальском крае на высоте 700 метров над уровнем моря. Расположен Ямкун в Читинской области в двух с половиной километрах от районного центра – села Газимуровский Завод и в 180 километрах от города Сретенска, на базе его в настоящее время

развернута областная физиотерапевтическая больница. Название "Ямкун" происходит от бурятского "Ям гун", что в переводе означает "без дна" действительно.

Озеро имеет глубину до 3-3.5 метров и площадь около 160 тысяч кв.м. По внешнему виду вода в озере, кажется, имеет мутно-зеленоватого цвета, но налитая в сосуд прозрачна (рисунок 2.7).

Климат Ямкуна более суров, чем в центральных районах Забайкалья. Здесь холодная зима и сравнительно прохладное лето. Температура воды в озере от +10 до +25°C и не замерзает даже в самые суровые морозы. Вода озера обладает высокой радиоактивностью из-за повышенного содержания радона.

На дне и на берегу озера имеются выходы субтермальной радоновой углекислой гидрокарбонатно-магниево-кальциевой воды. По своему химическому составу минеральная вода озера относится к типу гидрокарбонатных кальциево-магниевых, с минерализацией от 1,6 до 2,2 г/л. Во многих местах озера интенсивно выделяется газ, представляющий смесь углекислоты и азота.

Солонечный, в долине одноименной реки. Но самым знаменитым в районе является Ямкунский минеральный источник. Он представляет собой три выхода минеральных вод: в 3 км от райцентра в виде небольшого озера глубиной более 3 метров и два выхода этих вод в виде колодцев, расположенных в 20км от озера. По химическому составу воды этого месторождения углекислые малой минерализации с небольшим содержанием газа, гидрокарбонатные кальциево-магниевые.



Рисунок 2.7 - Ямкунский источник

Термальные азотно углекислые воды Ямкунского месторождения относятся к гидрокарбонатным кальциевомагниевым, слабокислым, железистым и характеризуются малой минерализацией, небольшим содержанием газа и повышенной радиоактивностью. Газовая составляющая на 77% представлена азотом, редкими газами и на 21,4% углекислотой. В месте выхода источника содержание радона 1–3 нКи/дм³, в то время как в неглубоких шурфах и колодцах – 149 нКи/дм³. Мощность водоносных зон 12–20 м. Дебит скважин достигает 11 л/с. Температура воды 23–31°С. Бальнеологически активные компоненты – свободная углекислота (0,3–0,8 г/дм³) и радон; радиоактивность вод 3700–4000 Бк/дм³. На базе месторождения функционирует областная физиотерапевтическая больница. В восточной части региона известен ряд неизученных источников Ямкунского типа.

Ямкунские минеральные воды известны более 800 лет, но они долгое время служили больше для хозяйственных, чем для лечебных целей. Местные заводчики в них вымачивали коноплю, благодаря чему озеро получило название «Газимуровского конопляника».

Радоновые воды озера целебны, поэтому озеро Ямкун стало эксплуатироваться как курорт с 1830 года. Ямкун является физиотерапевтической лечебницей, широко использующей минеральную воду для бальнеологических процедур. Основным лечебным фактором курорта – азотно-углекислая теплая минеральная вода озера Ямкун, обладающая высокой радиоактивностью. Минеральная вода озера Ямкун применяется главным образом для лечения больных урвской болезнью. Однако есть указания, что бальнеологические процедуры из минеральной ямкунской воды оказываются весьма полезными и при лечении остаточных явлений полиомиелита и некоторых заболеваний опорно-двигательного аппарата.

ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОБООТБОРА

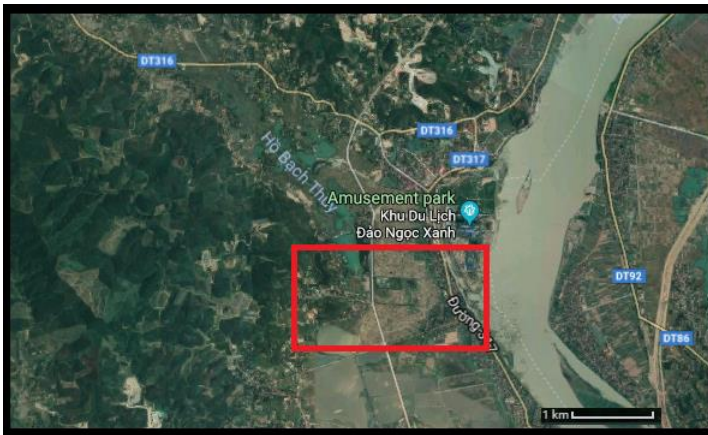
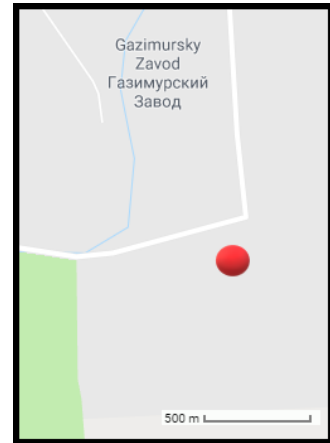
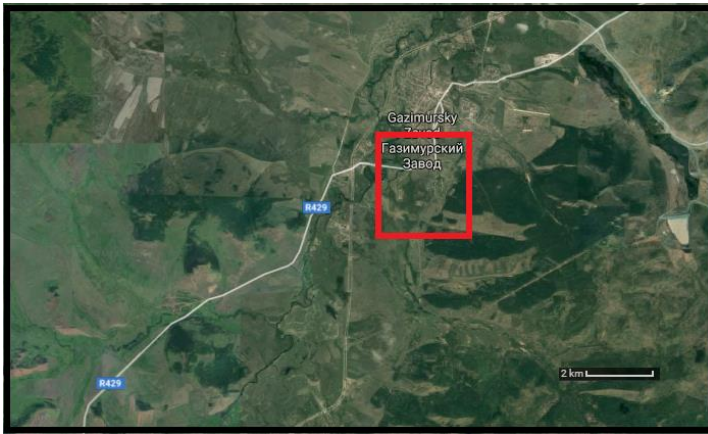
В данной работе в качестве **объекта исследований** выступают травертины минеральных источников на источниках в Вьетнаме (ТханьТьюй) и в России (Жемчуг и Ямкун). **Предметом исследований** является их элементный и минеральный состав травертина. Количество проб и мест отбора проб представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1- Изученность травертинов территорий

№	Страна	Место отбора проб	Количество проб
1	Вьетнам	ТханьТьюйское месторождение термальных вод	8
2	Россия	Жемчугское месторождение термальных вод	10
3		Ямкунское месторождение термальных вод	6
Всего			24

На сегодняшний день не существует ГОСТов или методических указаний, которые регламентируют отбор, пробоподготовку и анализ проб травертина.

Отбор проб осуществлялся руками (для исключения взаимодействия объекта с посторонним материалом) с последующим помещением их в целлофановый пакет. Травертин отбирались осторожно, послойно (при возможности), чтобы исключить смешением слоев (рисунок 3.1). Проба высушивалась при комнатной температуре, затем истиралась в агатовой ступке до тонкозернистого состояния для дальнейшей отправки на анализ.



● Точки отбора проб травертинов

Рисунок 3.1 - Карта размещения точек отбора проб травертинов на исследованных территориях

3.2 ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основные методы исследования были направлены на выявления элементного и минерального составов травертинов. Все отобранные пробы анализировались в лабораториях имеющих сертификат и работающих по аттестованным методикам. Для определения элементного состава травертинов применяли инструментальный нейтронно-активационный анализ, а метод рентгеновская дифрактометрия на приборах D2 Phaser для определение минерального состава травертинов .

3.2.1. Инструментальный нейтронно-активационный анализ

Пробоподготовка для инструментального нейтронно-активационного анализа включает в себя следующие этапы:

1. Высушивание проб травертинов при температуре 50⁰С;
2. Измельчение в агатовой ступке до порошкообразного состояния;
3. Упаковка сухого остатка травертинов в алюминиевую фольгу (вес каждой пробы около 100 мг без учета веса фольги);
4. Анализ.

Инструментальный нейтронно-активационный анализ – современный высокочувствительный вид анализа, является эффективным для определения химических элементов, в том числе редких, редкоземельных и радиоактивных (таблица 3.2). Метод ИНАА, реализуемый в лаборатории, используется также для аттестации стандартных образцов состава (СОС) как отечественных, так и зарубежных (МАГАТЭ, Германия, Япония, Индия и др.).

Таблица 3.2 - Сравнительная оценка результатов элементного анализа, полученного методом ИНАА, с паспортными данными национальных и международных стандартов

Элемент	ЭК-1		ЗУК-1 (Россия)		БИЛ-1 (Россия)		SD-M2/TM (МАГАТЭ)	
	паспорт	ЯГЛ	паспорт	ЯГЛ	паспорт	ЯГЛ	паспорт	ЯГЛ
Na (%)	0,69	0,64	0,24	0,205	1,93	1,74	1,35	1,35
Ca (%)	2,9	2,8	20,98	12,04	1,86	6,76	11,2	7,9
Sc	0,38	0,41	12,6	13	13	16	10,3	10,5
Cr	5,2	5,6	45	44	67	69	77,2	79,0
Fe(%)	0,26	0,29	6,26	6,28	7,01	7,13	2,71	2,87
Co	1,5	1,6	17	14	18,5	17	13,6	14,4
Zn	20,6	-						
As	0,76	-						
Br	32,6	25,0						
Rb	3,5	3,2	16	45,6	96	118	99,7	104
Sr	175	198						
Sb	-	-	1,58	1,58	1,5	1,52	0,99	1,19
Cs	0,11	0,12	2,25	2,25	5,9	6,7	8,05	8,3
Ba	0,008	0,01	2380	2500	670	864	252	247
La	2,05	2,03	23	18,8	51	40	26,2	27,2
Ce	3,4	4,0	39	31	81,5	70	54,3	50,3
Sm	0,31	0,38	4,6	3,75	7,9	6,79	4,27	4,78
Eu	0,045	0,05	1,2	1,3	1,65	1,96	0,85	0,92
Tb	0,04	0,05	0,8	0,8	0,95	0,94	0,52	0,58
Yb	0,11	0,15	2,8	2,4	3	2,44	1,62	1,69
Lu	0,019	0,015	0,44	0,44	0,44	0,46	0,243	0,26
Ta	-	-	0,57	0,57	0,9	0,9	0,84	0,95
Hf			2,7	3,74	4,1	5,13	2,83	2,95
Th	0,4	0,4	5,25	5,67	12	12,5	8,15	8,2

U	1,4	1,3	3,5	4,6	12	10,7	2,49	2,76
---	-----	-----	-----	-----	----	------	------	------

Примечание: ЭК-1 – элодея канадская, ЗУК – зола углей каменных, БИЛ-1 – байкальский ил, SD-M2/ТМ – морские осадки

ИНАА позволяет в различных пробах определять в широком диапазоне (от $n \cdot 1\%$ до $n \cdot 10^{-6}\%$) содержание 28 элементов.

Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) на 28 химических элементов выполнен согласно инструкции НСАМ ВИМС № 410-ЯФ с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском реакторе ИРТ-Т в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования Томского политехнического университета (аналитики – с.н.с. Судыко А.Ф., Богутская Л.Ф.). Плотность потока тепловых нейтронов в канале облучения составляла $2 \cdot 10^{13}$ нейтр/(см²*с). Продолжительность облучения проб – 20 часов. Измерение производилось на многоканальном анализаторе импульсов АМА-02Ф с полупроводниковым Ge-Li детектором ДГДК-63А.

Данный метод основан на регистрации излучения радиоактивных нуклидов, образующихся при облучении исследуемых проб потоком нейтронов. Одновременно с исследуемыми пробами в тех же условиях облучались и стандартные образцы. Определение содержаний химических элементов производилось путем сравнения интенсивности излучения проб и стандартных образцов в выбранных энергетических интервалах спектрометра. После окончания облучения пробы выдерживались некоторое время и после спада наведенной активности направлялись на анализ.

3.2.2. Рентгеновская дифрактометрия на приборах D2 Phaser

Минеральный состав пробы изучался лаборатории электронно – оптической диагностики МИНОЦ «Урановая геология» кафедры

геоэкологии и геохимии ТПУ с применением рентгеновского дифрактометра D2 PHASER (рисунок 3.2).

Для изучения структуры вещества в кристаллическом состоянии наиболее широко применяются методы, использующие рентгеновское излучение. Схема эксперимента довольно проста: рентгеновское излучение направляется на объект и после взаимодействия с ним закономерно рассеивается. Рассеянное излучение регистрируется. Полученная информация о распределении интенсивности рассеянного излучения по углам рассеяния обрабатывается в соответствии с теорией рассеяния.

Целью рентгеноструктурного анализа является установление соответствия между атомной структурой исследуемого образца и пространственным распределением рентгеновского излучения, рассеянного образцом. Как известно, рентгеноструктурный анализ основан на том, что каждая индивидуальная структура дает только ей присущий дифракционный спектр. Данный вид анализа применяется для исследования твёрдых веществ, обладающих кристаллической структурой, где роль строительных единиц выполняют атомы, ионы, молекулы, комплексы и т.д.

В основе работы дифрактометра лежит получение одной или частичной рентгенограммы под углом между плоскостью образца и первичным пучком. Современные дифрактометры позволяют получать порошковую рентгенограмму в интервале углов от 6-8° до 140-160° с минимальным шагом 0,01-0,005°. Перед проведением съемки в кювету равномерно наносится порошок исследуемого вещества и прессуется. В дифрактометре происходит последовательная регистрация дифракционной картины, а не одновременная, как в фотометодe. Детектором фиксируется интенсивность дифракции в узком угловом интервале в каждый момент времени. Поэтому интенсивность первичного пучка должна быть

стабильной во времени, а схема съемки - фокусирующей для увеличения интенсивности в каждой точке регистрации. Это обеспечивается наличием у дифрактометров высокостабилизированного источника питания рентгеновской трубки, точного гониометрического устройства и блоков электронной регистрации.



Рисунок 3.2 - Рентгеновский дифрактометр D2 Phaser

Выполнение анализа на рентгеновском дифрактометре:

Предварительно пробы травертинов растирались в агатовой ступке до тонкозернистого состояния. Далее пробы помещались в кювету из оргстекла, при этом поверхность пробы выравнивалась (рисунок 3.3). После этого производился процесс съемки и получения дифрактограмм. В среднем каждая проба снималась в течение 80 минут.

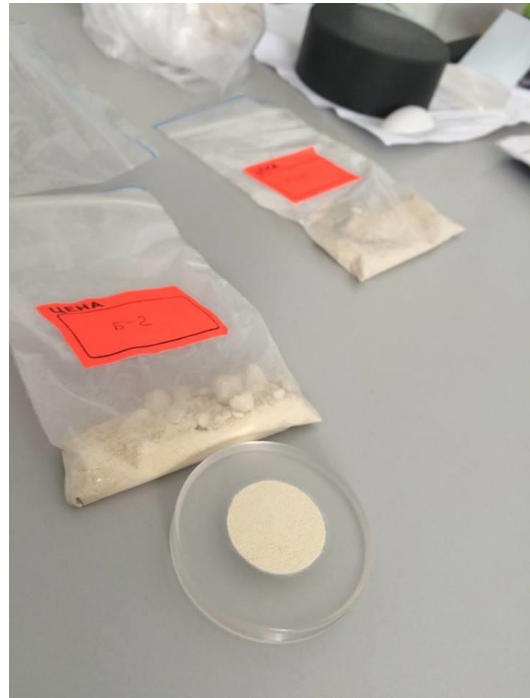
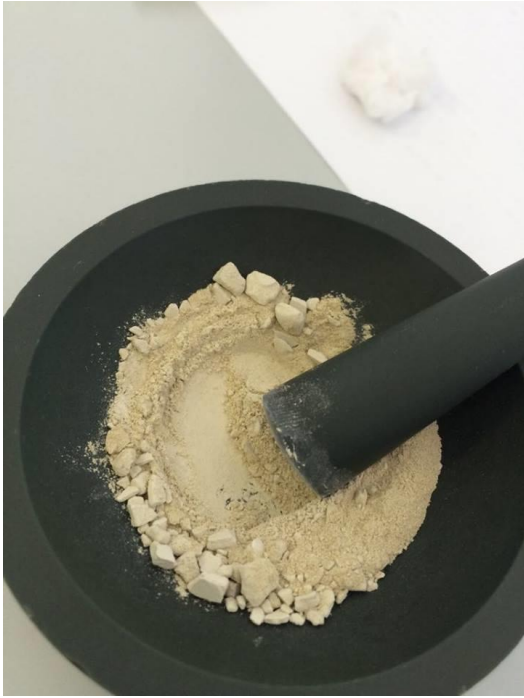


Рисунок 3.3 - Подготовка проб травертинов Жемчуг

После съемки результаты сохраняются и расшифровываются с использованием программного комплекса Diffraction.EVA.

3.3 МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ

Обработка результатов анализа проводилась с использованием персональных электронных вычислительных машин.

В качестве программного обеспечения использовались пакет приложений MicrosoftOffice, растровый графический редактор Paint, интегрированная система статистического анализа STATISTICA, векторный графический редактор CorelDRAWX3.

Основные статистические параметры, рассчитанные с помощью пакета «STATISTICA»:

- *Mean* – **среднее арифметическое**, представляет собой наиболее типичное, наиболее вероятное значение выборки;
- *Min, max* – **минимальное и максимальное значения**;
- *Std. Dev* – **стандартное отклонение**, или среднее квадратическое отклонение является мерой изменчивости (вариации)

признака. Оно показывает, на какую величину в среднем отклоняются случаи от среднего значения.

- Std. err. of mean – стандартная ошибка среднего. Эта величина характеризует стандартное отклонение выборочного среднего.

Расчёт коэффициента концентрации производился по формуле:

$$K=C/C_k,$$

где K – коэффициент концентрации;

C – содержание элемента в пробе, мг/кг;

C_k – среднее содержание элемента в исследуемой среде, мг/кг. В работе за среднее содержание принято среднее арифметическое (mean), рассчитанное программой «STATISTICA».

Кларк концентрации – отношение содержания химического элемента к его кларку – вычислялся по формуле:

$$K_k=C/K,$$

где K_k – кларк концентрации,

C – среднее содержание элемента, мг/кг;

K – кларк элемента, мг/кг.

Были построены геохимические ряды ассоциации элементов. Построение проводилось по убыванию коэффициентов концентрации. Ассоциация химических элементов – группа элементов, обнаруживаемая в изучаемом объекте в количестве, отличном от критериального уровня. В настоящей работе за такой уровень были приняты средние арифметические значения содержания элементов.

Также в работе приведены геохимические спектры (графики и лепестковые диаграммы, построенные в Microsoft Excel), представляющие

собой графическое изображение химического состава объекта, определенным образом упорядоченное и приведенное к виду, удобному для сравнения со сходными объектами. Элементы упорядочены в соответствии с порядковым номером периодической таблицы Менделеева Д.И. и изображены в логарифмическом масштабе.

Программы Paint, а также CorelDraw использовались для графической обработки изображений, карт, схем.

ГЛАВА 4. АНАЛИЗА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ТРАВЕРТИНОВ ТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Каждый изученный нами термальный источник минеральной воды имеет свои специфические гидрохимические особенности, что отражается на элементном составе формирующихся травертинов (таблица 4.1, рисунок 4.1).

Таблица 4. 1 - Геохимическая характеристика травертинов изученных
термальных источников

Элемент	Жемчуг	Ямкун	Тхань Гьюй
Натрий- Na	$\frac{2279 \pm 62}{2004 - 2701}$	$\frac{1395 \pm 1133}{144 - 8184}$	$\frac{4361 \pm 1037}{1653 - 10315}$
Кальций- Ca	$\frac{265656 \pm 4267}{237602 - 285806}$	$\frac{246198 \pm 16592}{155896 - 295781}$	$\frac{143243 \pm 15509}{89607 - 235053}$
Скандий- Sc	$\frac{0,2 \pm 0,05}{0,07 - 0,67}$	$\frac{0,49 \pm 0,17}{0,13 - 1,44}$	$\frac{1,06 \pm 0,49}{0,1 - 3,81}$
Хром- Cr	$\frac{16,3 \pm 2,3}{6,13 - 25,6}$	$\frac{27,91 \pm 9,63}{9,97 - 69,44}$	$\frac{19 \pm 5,73}{6,1 - 51,5}$
Железо- Fe	$\frac{7984 \pm 658}{5400 - 11232}$	$\frac{13415 \pm 4376}{1131 - 34305}$	$\frac{11187 \pm 5104}{1420 - 44523}$
Кобальт- Co	$\frac{0,26 \pm 0,12}{0,02 - 1,3}$	$\frac{28,58 \pm 9,21}{0,76 - 67,39}$	$\frac{2,46 \pm 0,9}{0,26 - 7,48}$
Цинк- Zn	$\frac{15,48 \pm 3,8}{0,99 - 39,6}$	$\frac{135 \pm 90}{17 - 674}$	$\frac{114,3 \pm 45,8}{54,5 - 540,7}$
Мышьяк – As	$\frac{0,21 \pm 0,04}{0,07 - 0,5}$	$\frac{312 \pm 129}{8 - 950}$	$\frac{16,13 \pm 9,82}{3 - 84,45}$
Бром- Br	$\frac{0,5 \pm 0}{0,5 - 0,5}$	$\frac{1,48 \pm 0,31}{0,42 - 2,94}$	$\frac{17,56 \pm 6,39}{0,46 - 46,94}$
Рубидий- Rb	$\frac{1,04 \pm 7,56}{0,2 - 2,25}$	$\frac{10,9 \pm 9,84}{1 - 70}$	$\frac{7,4 \pm 4,0}{0,36 - 33}$
Стронций- Sr	$\frac{11272 \pm 798}{9634 - 12368}$	$\frac{375 \pm 30}{247 - 470}$	$\frac{1821 \pm 283}{923 - 3058}$

Серебро- Ag	$\frac{0,15 \pm 0}{0,15 - 0,15}$	$\frac{6,97 \pm 6,62}{0,35 - 46,71}$	$\frac{0,67 \pm 0,28}{0,13 - 2,46}$
Сурьма- Sb	$\frac{0,034 \pm 0,001}{0,02 - 0,35}$	$\frac{15,72 \pm 5,66}{0,58 - 44,8}$	$\frac{0,53 \pm 0,17}{0,12 - 1,62}$
Цезий –Cs	$\frac{0,094 \pm 0,02}{0,001 - 0,19}$	$\frac{0,32 \pm 0,11}{0,05 - 0,94}$	$\frac{1,08 \pm 0,58}{0,02 - 4,75}$
Барий- Ba	$\frac{385 \pm 13,5}{310 - 440}$	$\frac{436 \pm 111}{44 - 875}$	$\frac{43,44 \pm 8,5}{13,55 - 88}$
Лантан- La	$\frac{0,4 \pm 0,19}{0,1 - 2,07}$	$\frac{1,66 \pm 1,06}{0,2 - 8}$	$\frac{33,46 \pm 4,53}{9,24 - 45,87}$
Церий – Ce	$\frac{0,7 \pm 0,21}{144 - 8184}$	$\frac{5,4 \pm 2,72}{1,5 - 21,5}$	$\frac{16,2 \pm 3,48}{0,5 - 29,5}$
Неодим- Nd	$\frac{4,41 \pm 0,33}{3,5 - 7,1}$	$\frac{4,3 \pm 1,0}{0,5 - 8,52}$	$\frac{4,5 \pm 1,54}{1,24 - 14,43}$
Самарий- Sm	$\frac{0,09 \pm 0,02}{0,06 - 0,25}$	$\frac{0,31 \pm 0,17}{0,06 - 1,32}$	$\frac{0,55 \pm 0,19}{0,14 - 1,4}$
Европий- Eu	$\frac{0,016 \pm 0,007}{0,0007 - 0,076}$	$\frac{0,06 \pm 0,04}{0,004 - 0,29}$	$\frac{0,045 \pm 0,03}{0,01 - 0,28}$
Тербий- Tb	$\frac{0,01 \pm 0,003}{0,004 - 0,028}$	$\frac{0,05 \pm 0,02}{0,006 - 0,183}$	$\frac{0,11 \pm 0,03}{0,026 - 0,24}$
Иттербий- Yb	$\frac{0,03 \pm 0,006}{0,007 - 0,077}$	$\frac{0,18 \pm 0,08}{0,04 - 0,62}$	$\frac{0,4 \pm 0,16}{0,02 - 1,32}$
Лютеций- Lu	$\frac{0,006 \pm 0,001}{0,0025 - 0,0136}$	$\frac{0,04 \pm 0,007}{0,02 - 0,07}$	$\frac{0,07 \pm 0,03}{0,02 - 0,25}$
Гафний- Hf	$\frac{0,04 \pm 0,03}{0,0006 - 0,315}$	$\frac{0,35 \pm 0,16}{0,05 - 1,275}$	$\frac{4,53 \pm 2,66}{0,23 - 22,35}$
Тантал- Ta	$\frac{0,012 \pm 0,007}{0,005 - 0,08}$	$\frac{0,08 \pm 0,05}{0,007 - 0,36}$	$\frac{0,045 \pm 0,01}{0,007 - 0,1}$
Золото- Au	$\frac{0,0006 \pm 0,00007}{0,0005 - 0,001}$	$\frac{0,003 \pm 0,0008}{0,0001 - 0,006}$	$\frac{0,035 \pm 0,02}{0,003 - 0,152}$
Торий- Th	$\frac{0,05 \pm 0,03}{0,001 - 0,275}$	$\frac{0,48 \pm 0,33}{0,07 - 2,45}$	$\frac{1,32 \pm 0,54}{0,072 - 4,065}$
Уран- U	$\frac{0,55 \pm 0,45}{0,015 - 4,574}$	$\frac{2,54 \pm 0,23}{1,78 - 3,51}$	$\frac{0,15 \pm 0,09}{0,05 - 0,8}$

Примечание: жирным шрифтом выделены максимальные средние содержания химических элементов в травертинах трех термальных источников.

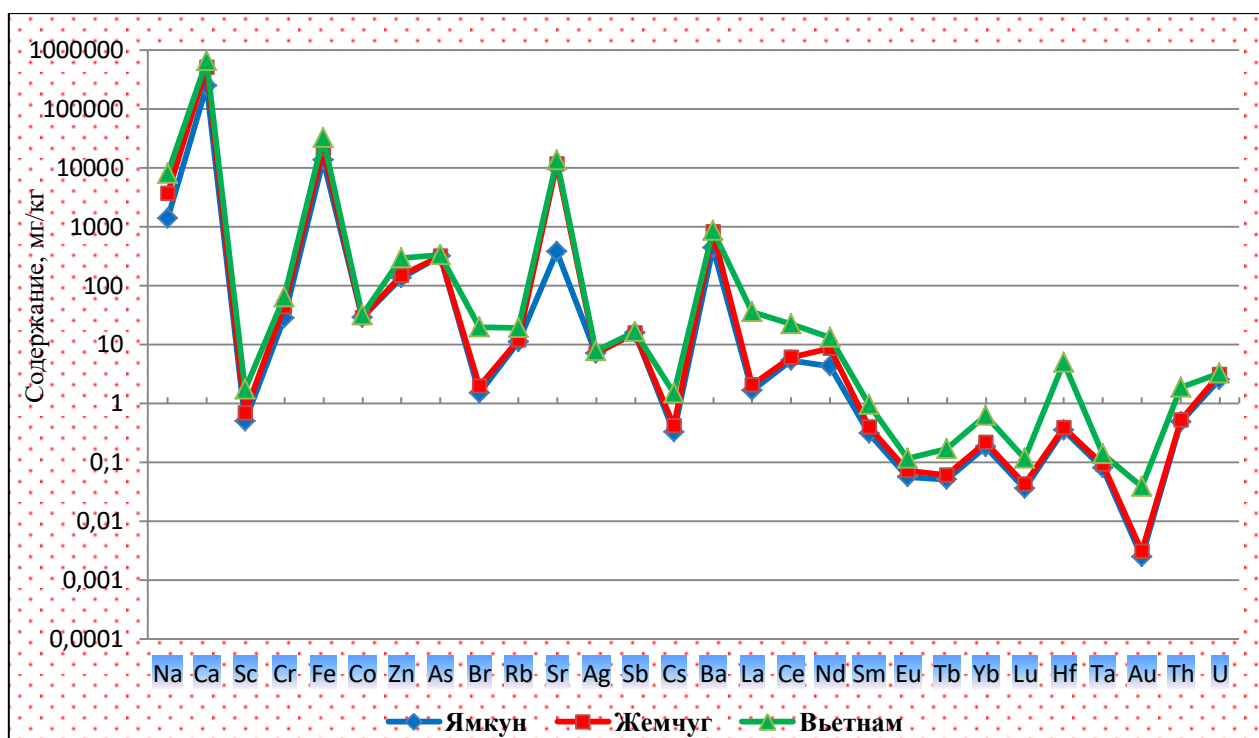


Рисунок 4.1 - Сравнительное распределение элементов в травертинах трёх термальных источников (Жемчуг, Ямкун и Вьетнам) (мг/кг)

Как видно из полученных данных, элементный состав травертинов трех изученных источников различен. Из травертинов трех источников выделяется источник во Вьетнаме, для которого характерно превышение по большинству химических элементов, особенно это касается Br, Hf, Au, Th и редкоземельных элементов. Травертины источника Ямкун выделяются максимальными концентрациями Fe, Cr, Co, Zn, As, Br, Ag, Sb, Ba, Ta, U. Травертины источника Жемчуг обогащены Ca и Sr.

Для выявления геохимической специализации травертинов мы пронормировали средние значения к кларку осадочных карбонатных пород (Григорьев, 2009).

Из рисунка 4.2 видно, что травертины источника Жемчуг обогащены Na, Sr, Ag и Ba. Для травертинов источника Ямкун характерно наличие

коэффициентов концентрации больше 1 для таких элементов, как Cr, Fe, Co, Zn, As, Ag, Sb, Ba, Au, U (рисунок 4.3). Травертины источника Тхань Тьюй обогащены Na, Fe, Zn, As, Br, Sr, Sb, La, Ce, Hf, Ag и Au (рисунок 4.4).

По полученным данным были построены геохимические ряды накопления химических элементов (таблица 4.2). Видно, что общим элементом, который накапливается в травертинах всех изученных источников является Ag. В то же время список общих элементов, для которых коэффициент концентрации меньше 1, гораздо шире (Ca, Nd, Ta, Sc, Sm, Lu, Rb, Yb, Cs, Eu, Tb, Th).

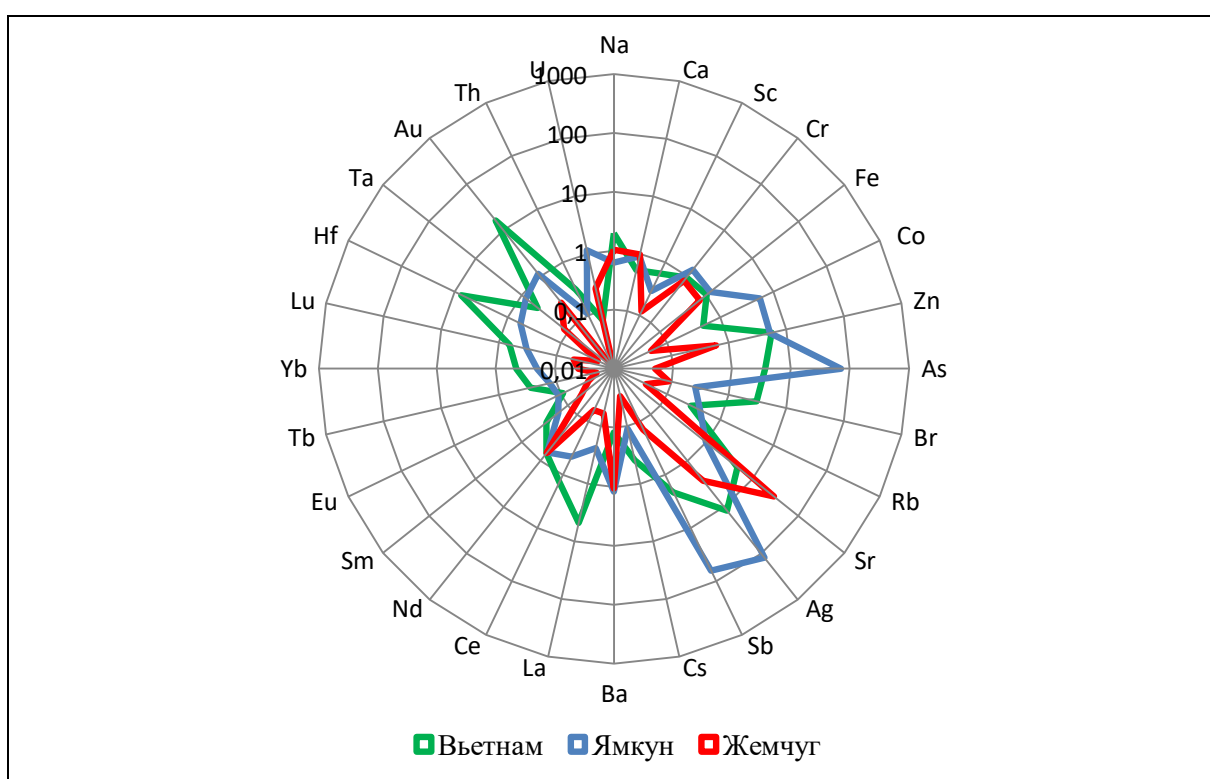


Рисунок 4.2 – Геохимическая специализация травертинов изученных источников относительно кларка осадочных карбонатных пород

Таблица 4.2 - Геохимические ряды коэффициентов концентрации относительно кларка осадочных карбонатных пород

Источник	Геохимические ряды
Жемчуг	Sr_{29,7} - Ag_{2,7} - Ba_{1,1} - Na_{1,0} - Ca_{0,97}-Cr_{0,81}-Fe_{0,73}-Nd_{0,67}-Zn_{0,6}-Au_{0,27}-U_{0,25}-Sb_{0,14}-(Ta,Sc)_{0,12}-Br_{0,09}-(La,Ce)_{0,06}-(Co,As,Sm,Lu)_{0,05}-(Rb,Yb)_{0,04}-(Cs,Eu)_{0,03}-(Tb,Hf)_{0,02}-Th_{0,01}
Ямкун	Ag_{124,5} - As_{70,9} - Sb_{62,9} - Co_{5,6} - Zn_{5,2} - Cr_{1,4} - Fe_{1,2} - U_{1,2} - Au_{1,1} - Sr_{0,99}-Ca_{0,9}-Ta_{0,81}-Nd_{0,65}-Na_{0,63}-Hf_{0,57}-Ce_{0,45}-Rb_{0,42}-Lu_{0,33}-Sc_{0,29}-Br_{0,26}-La_{0,24}-Yb_{0,2}-Sm_{0,16}-Tb_{0,13}-(Eu,Th,Cs)_{0,11}
Вьетнам	Au_{16,4} - Ag_{11,9} - Hf_{7,4} - Zn_{5,5} - Sr_{4,8} - La_{4,8} - As_{3,7} - Br_{3,0} - Sb_{2,1} - Na_{2,0} - Ce_{1,4} - Fe_{1,0} - Cr_{0,95} - Nd_{0,68} - Lu_{0,65} - Sc_{0,62} - Ca_{0,52} - Co_{0,48} - (Ta, Yb)_{0,45} - Cs_{0,39} - Th_{0,31} - Sm_{0,29} - (Rb, Tb)_{0,28} - Ba_{0,12} - Eu_{0,09} - U_{0,07}

Эти особенности, скорее всего, связаны с геологическим строением территории, с составом воды каждого отдельного источника, а также со спецификой самих экосистем.

Чтобы охарактеризовать и оценить накопление редкоземельных элементов в травертинах трёх источников мы пронормировали средние значения к данным NASC (североамериканский сланец) (рисунок 4.3).

По полученным данным видно, что по характеру распределения редкоземельных элементов выделяется источник Тхань Тьюй, для которого характерен сильный Eu минимум. В то время как для источников Жемчуг и Ямкун Eu минимум не так сильно выражен, однако выделяется сильный Nd максимум. Вероятно это связано с тем, что в источнике Тхань Тьюй воды по химическому составу являются сульфатными, что влияет на миграцию и накопление редкоземельных элементов. Воды источников Жемчуг и Ямкун являются гидрокарбонатными, что отражается в одинаковом характере распределения редкоземельных элементов.



Рисунок 4.3 - Распределение редкоземельных элементов в травертинах

Примечание: нормирование выполнено относительно NASC

Для дальнейшего анализа были построены двойные (рисунки 4.4 – 4.18) и тройные (рисунки 4.19 – 4.24) графики отношения ряда химических элементов.

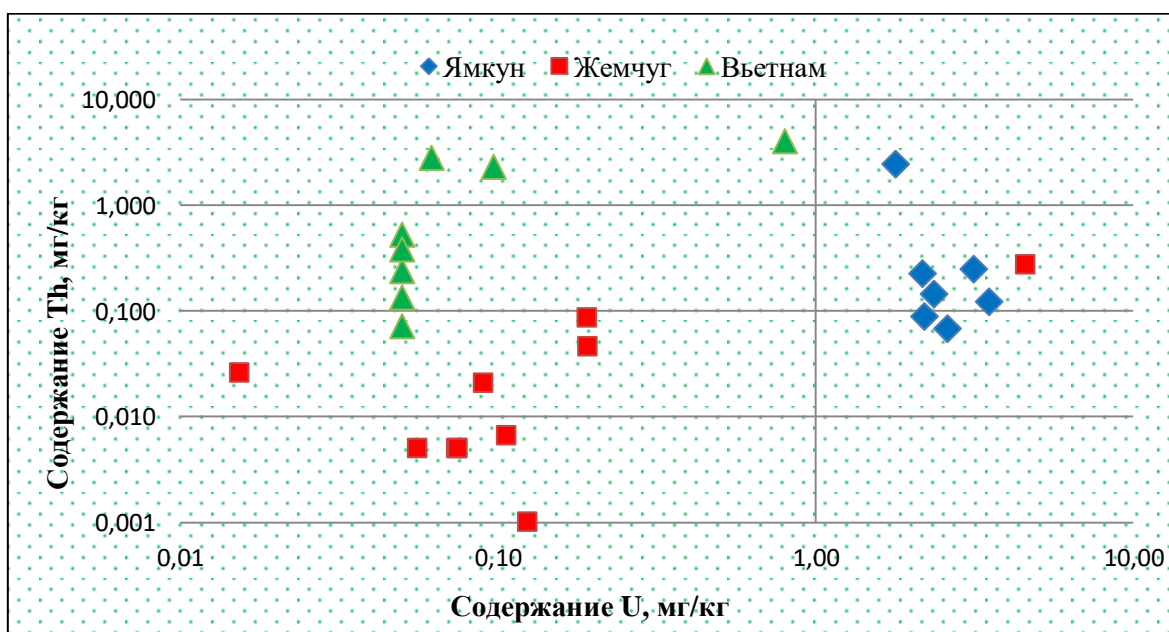


Рисунок 4.4 - Распределение проб травертинов изученных термальных источников в полях отношения Th и U

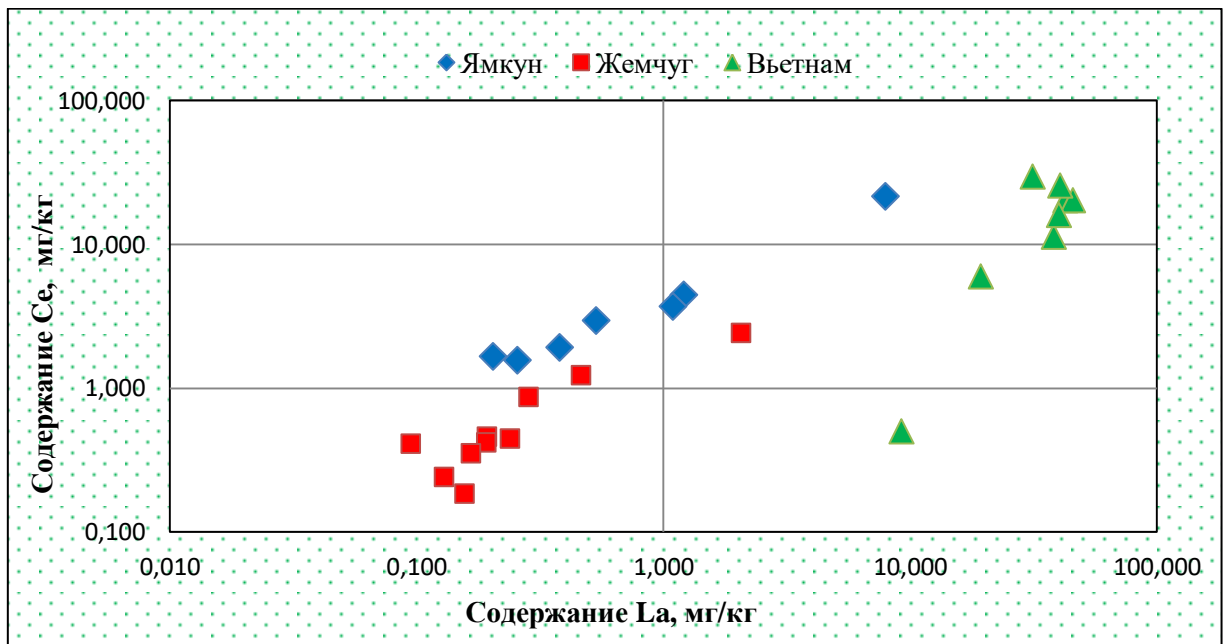


Рисунок 4.5 - Распределение проб травертинов изученных термальных источников в полях отношения Се и La

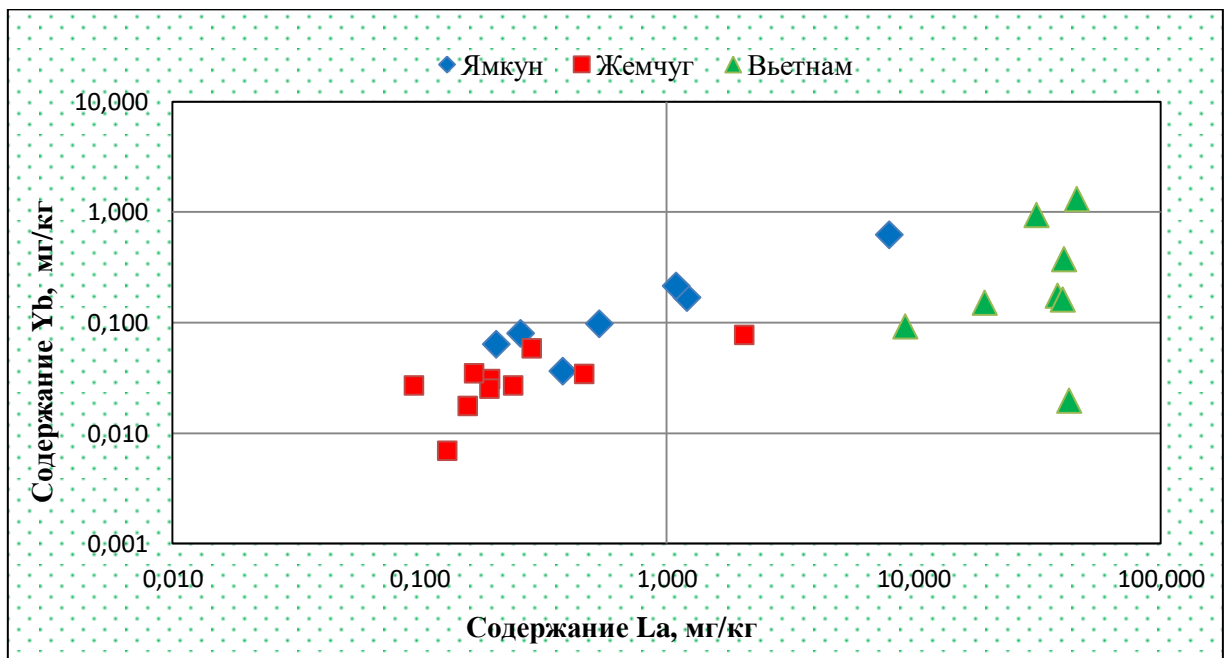


Рисунок 4.6 - Распределение проб травертинов изученных термальных источников в полях отношения Уб и La

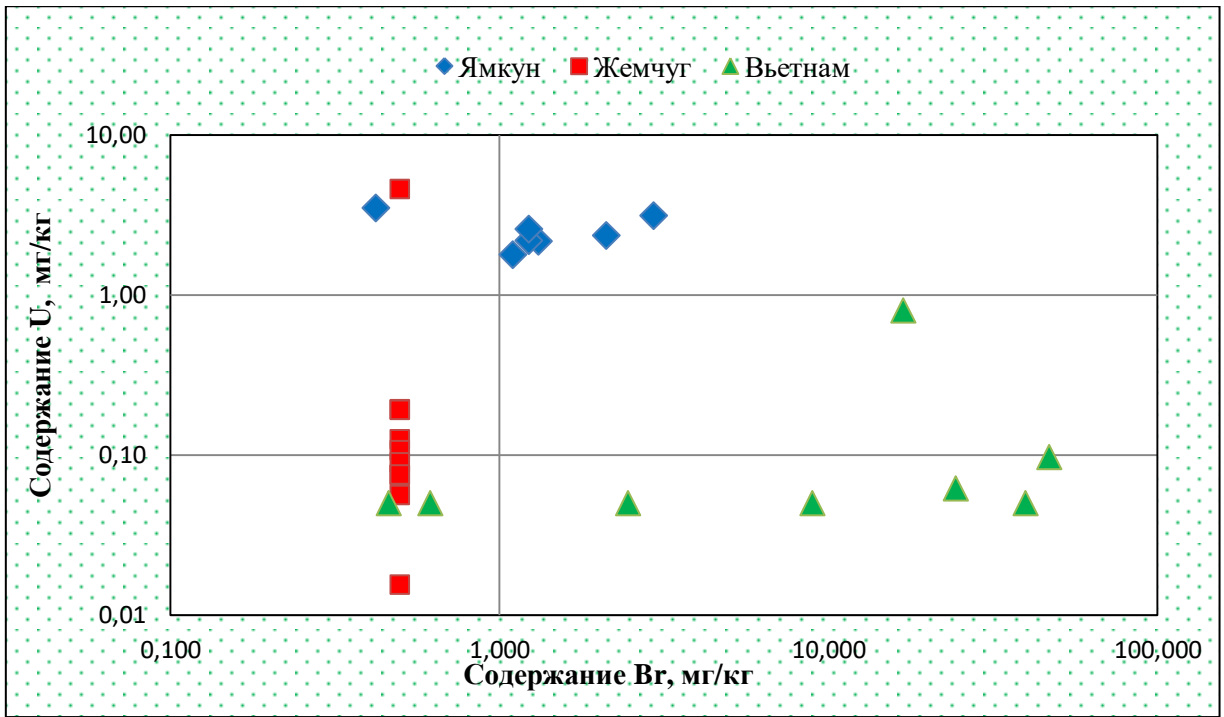


Рисунок 4.7 - Распределение проб травертинов изученных термальных источников в полях отношения U и Br

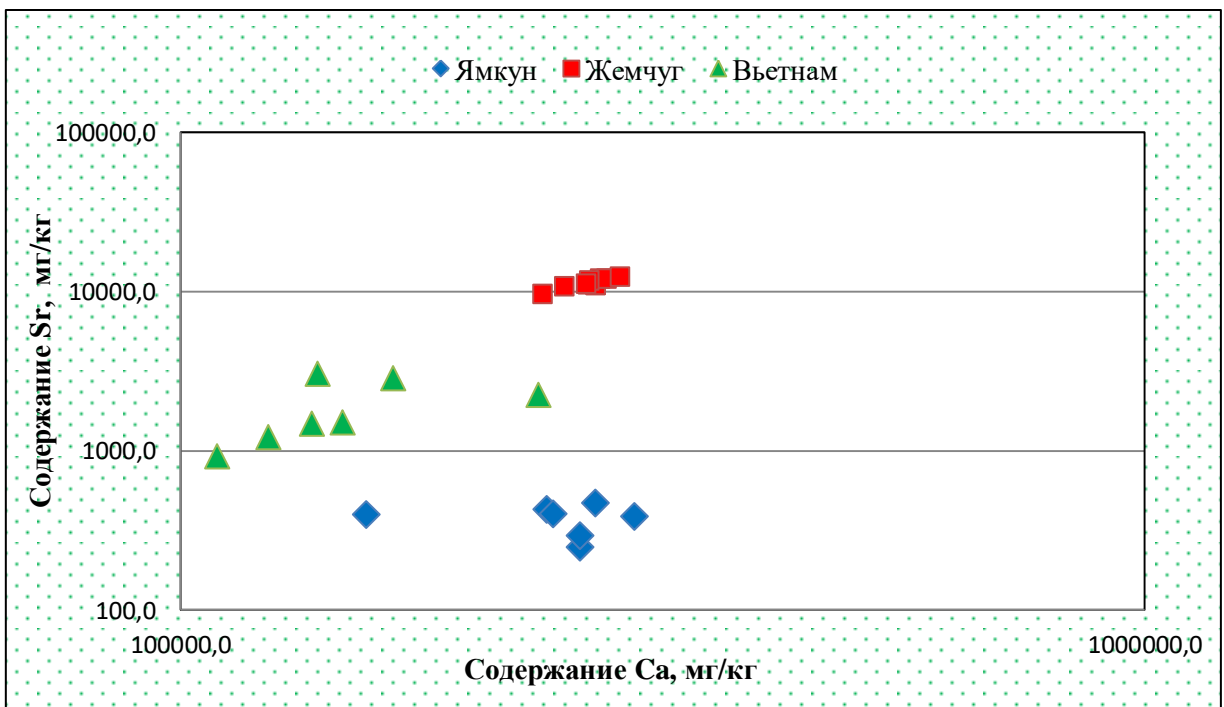


Рисунок 4.8 - Распределение проб травертинов изученных термальных источников в полях отношения Sr и Ca

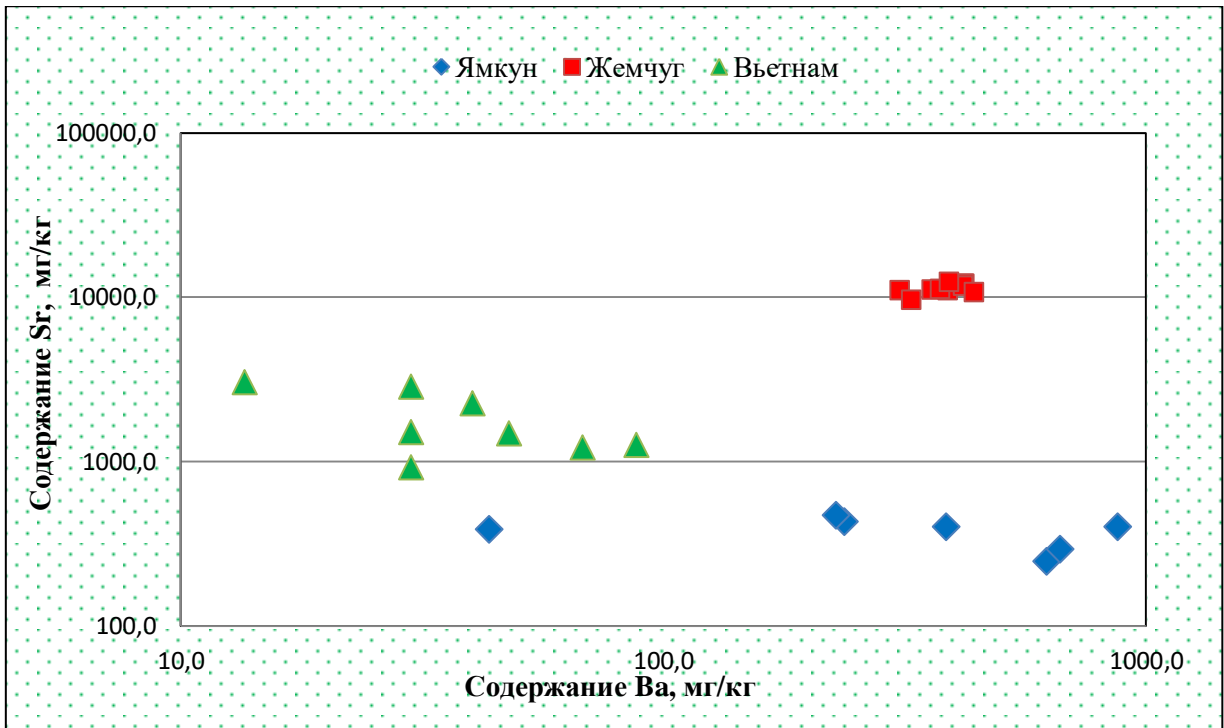


Рисунок 4.9 - Распределение проб травертинов изученных термальных источников в полях отношения Sr и Ba

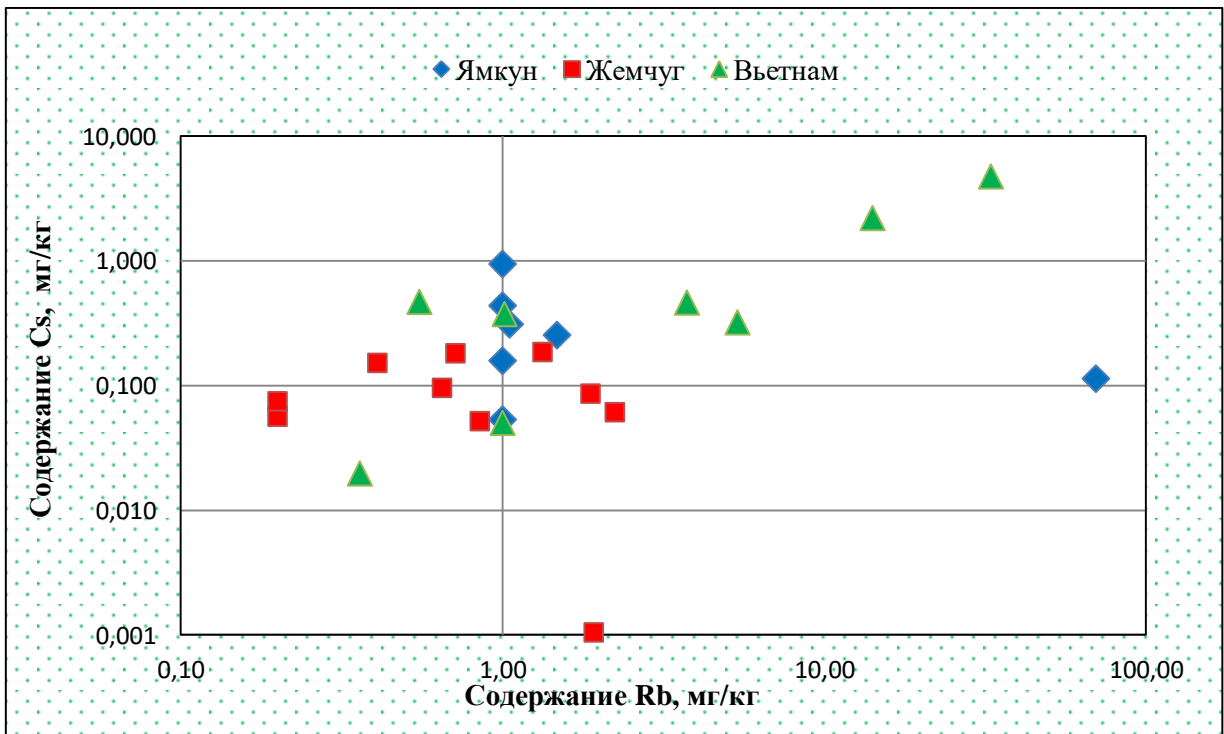


Рисунок 4.10 - Распределение проб травертинов изученных термальных источников в полях отношения Cs и Rb

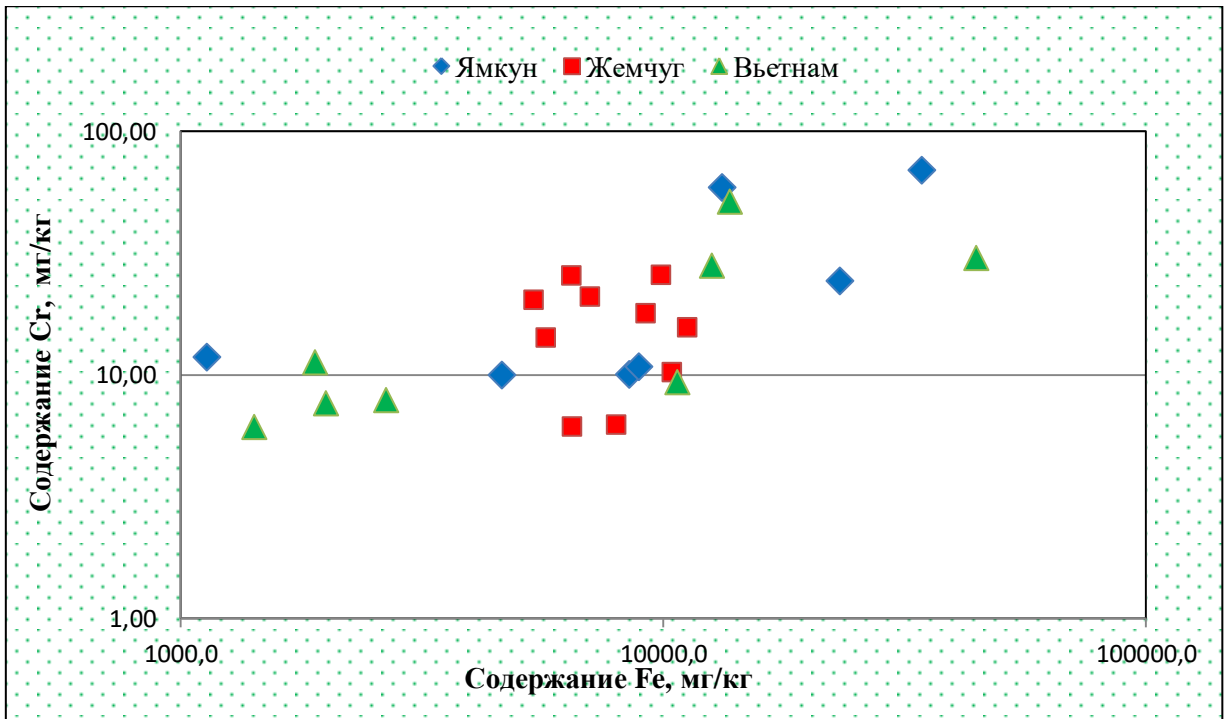


Рисунок 4.11 - Распределение проб травертинов изученных термальных источников в полях отношения Sr и Fe

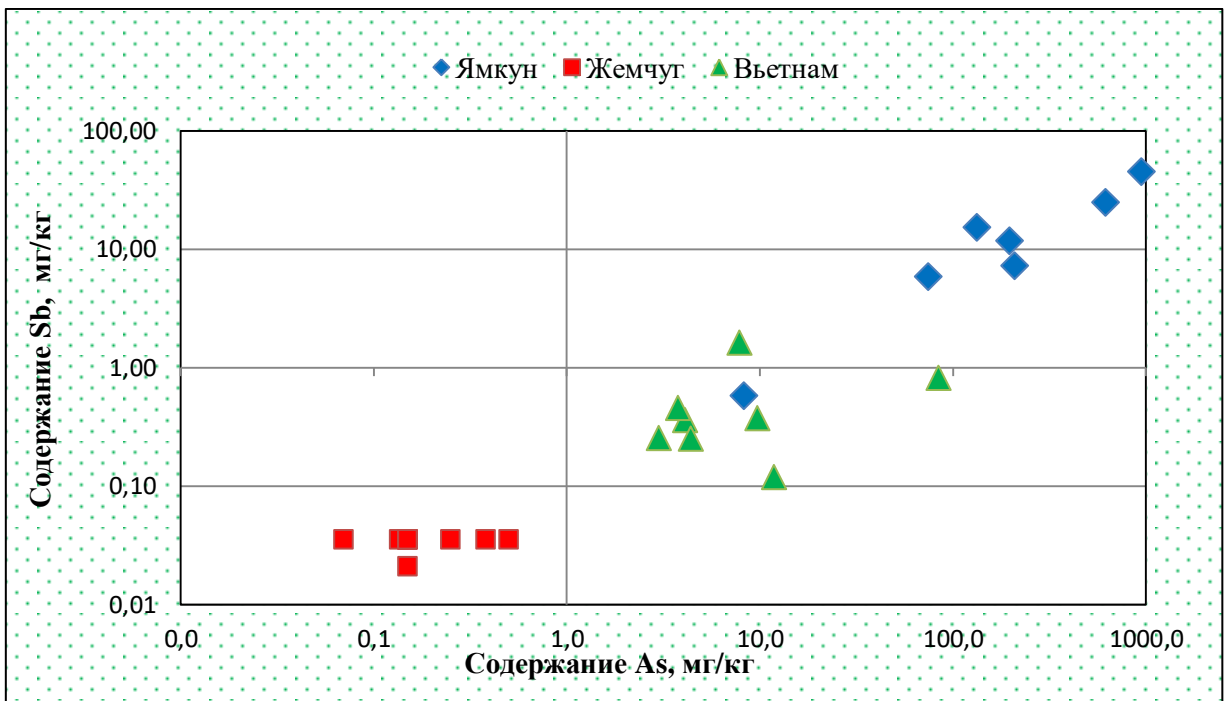


Рисунок 4.12 - Распределение проб травертинов изученных термальных источников в полях отношения Sb и As

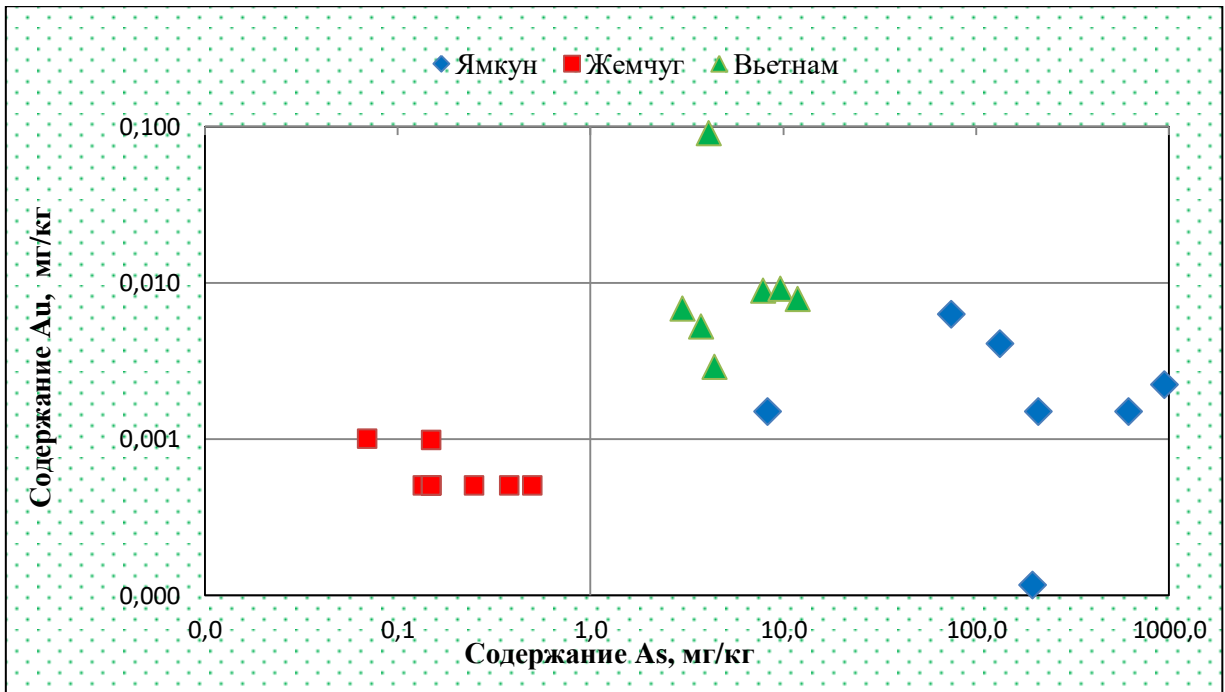


Рисунок 4.13 - Распределение проб травертинов изученных термальных источников в полях отношения Au и As

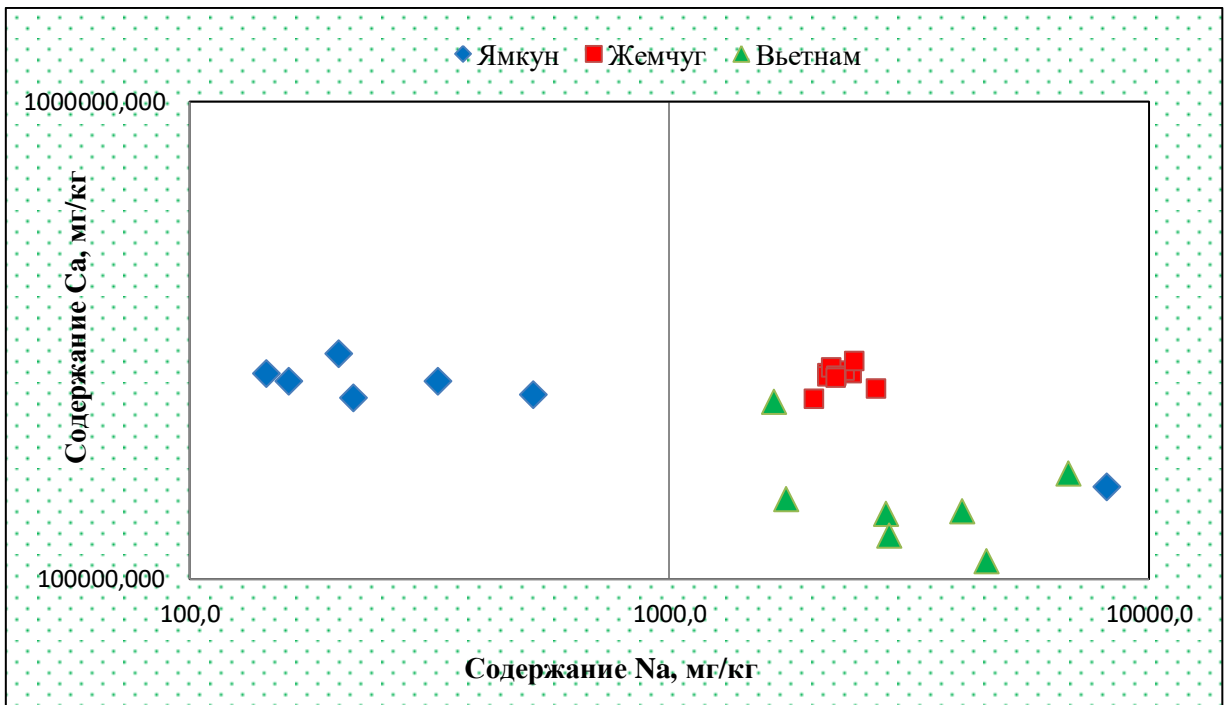


Рисунок 4.14 - Распределение проб травертинов изученных термальных источников в полях отношения Ca и Na

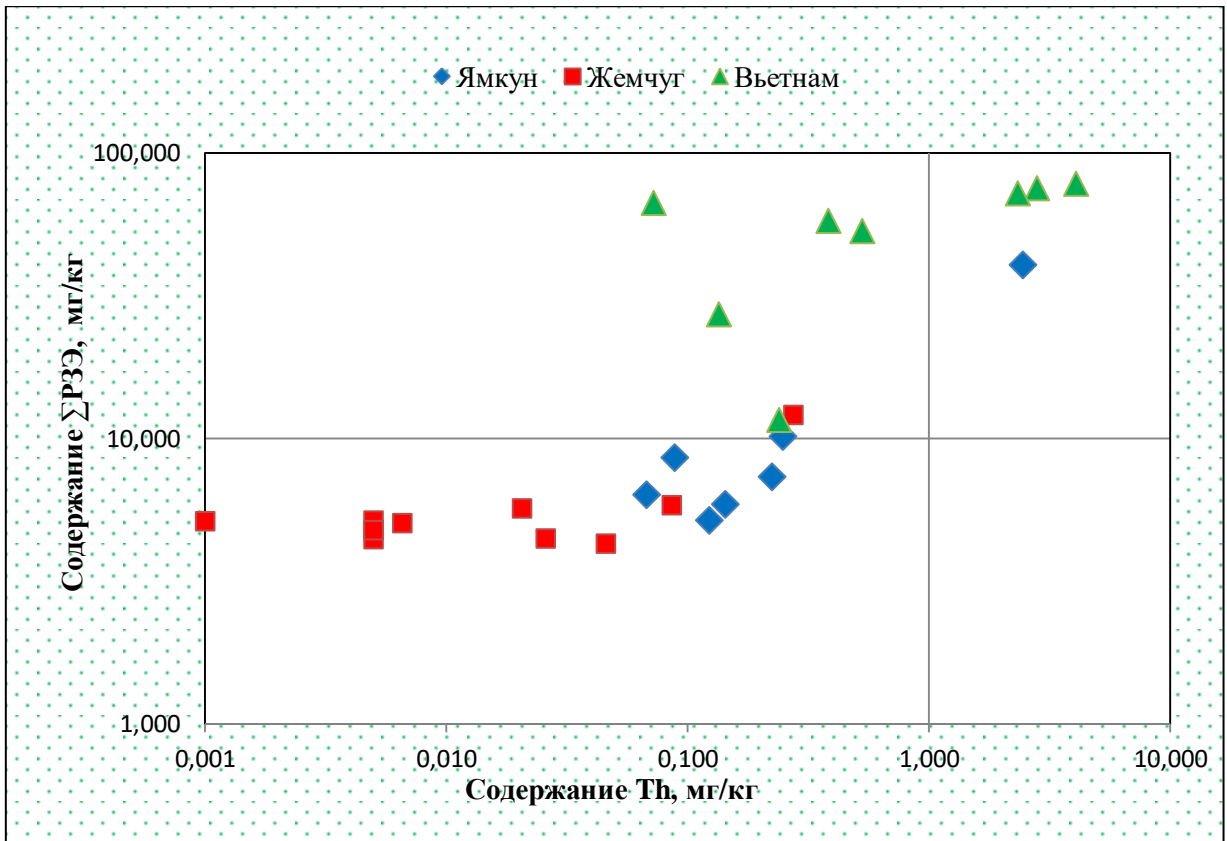


Рисунок 4.15 - Распределение проб травертинов изученных термальных источников в полях отношения Σ РЗЭ и Th

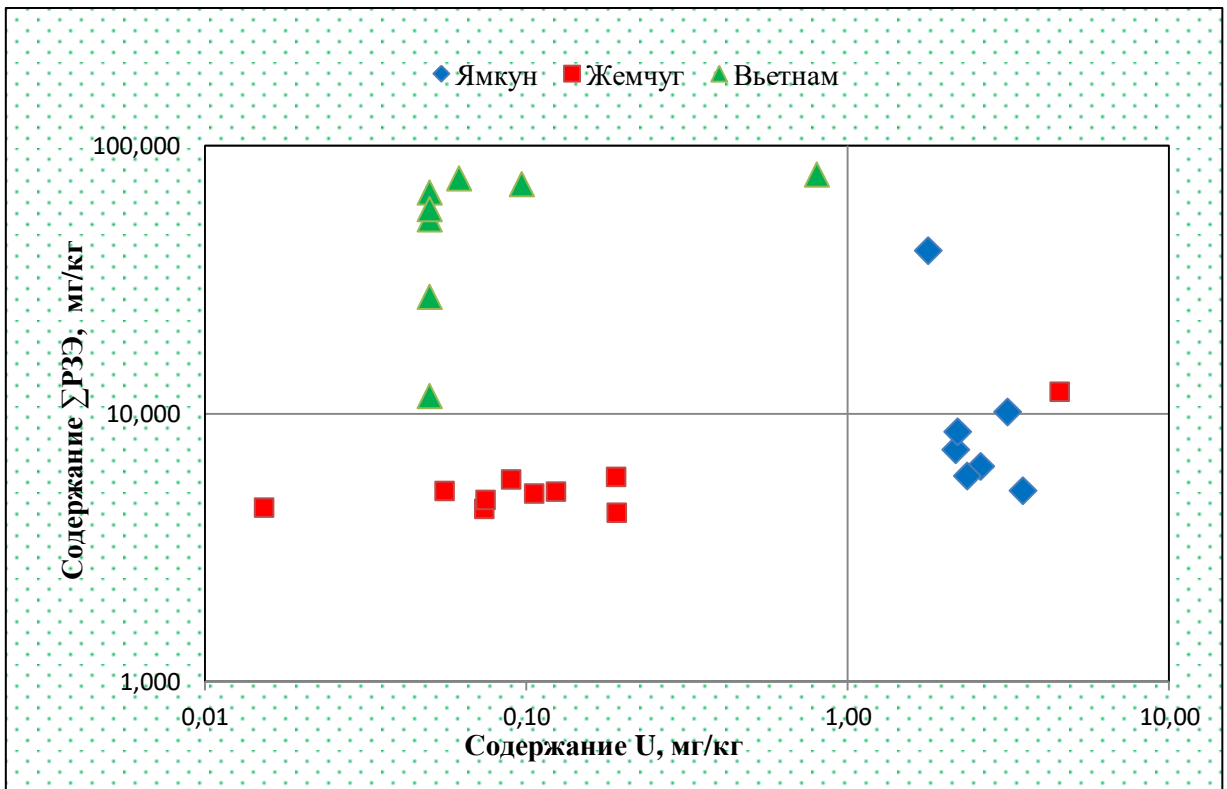


Рисунок 4.16 - Распределение проб травертинов изученных термальных источников в полях отношения Σ РЗЭ и U

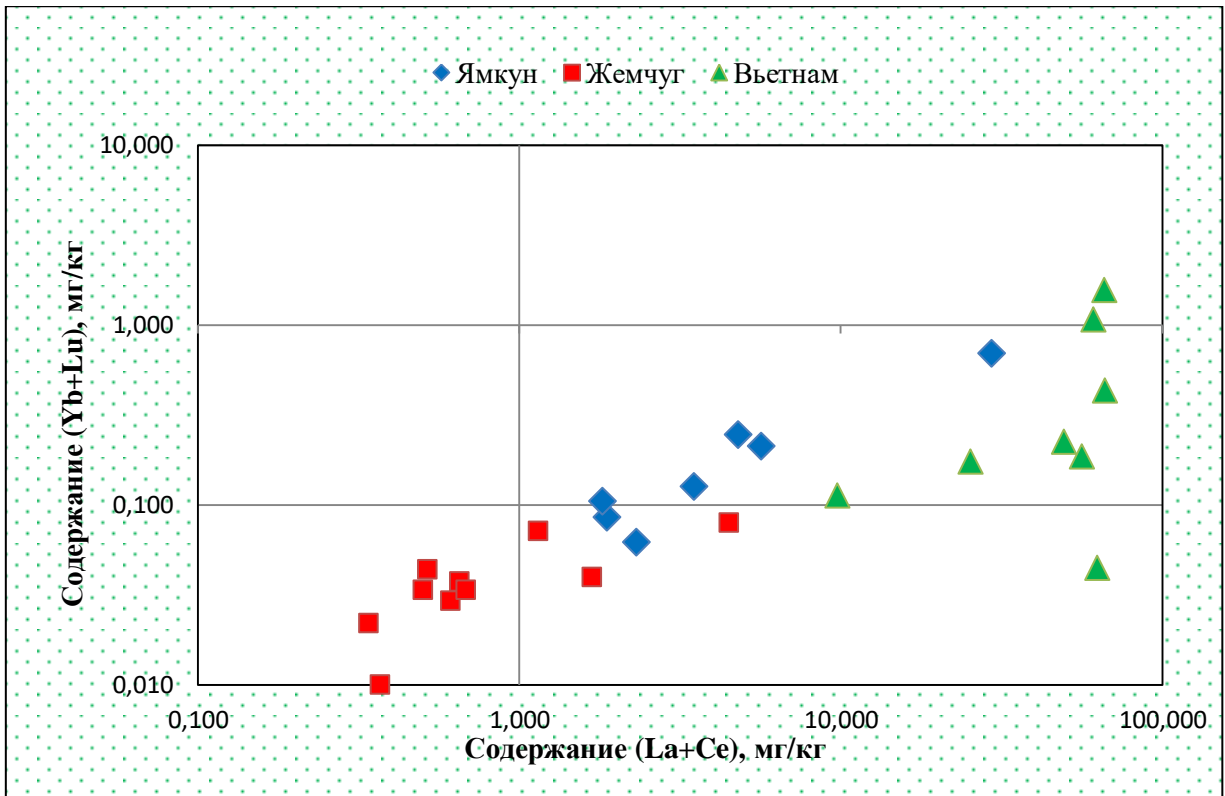


Рисунок 4.17 - Распределение проб травертинов изученных термальных источников в полях отношения (Yb+Lu) и (La+Ce)

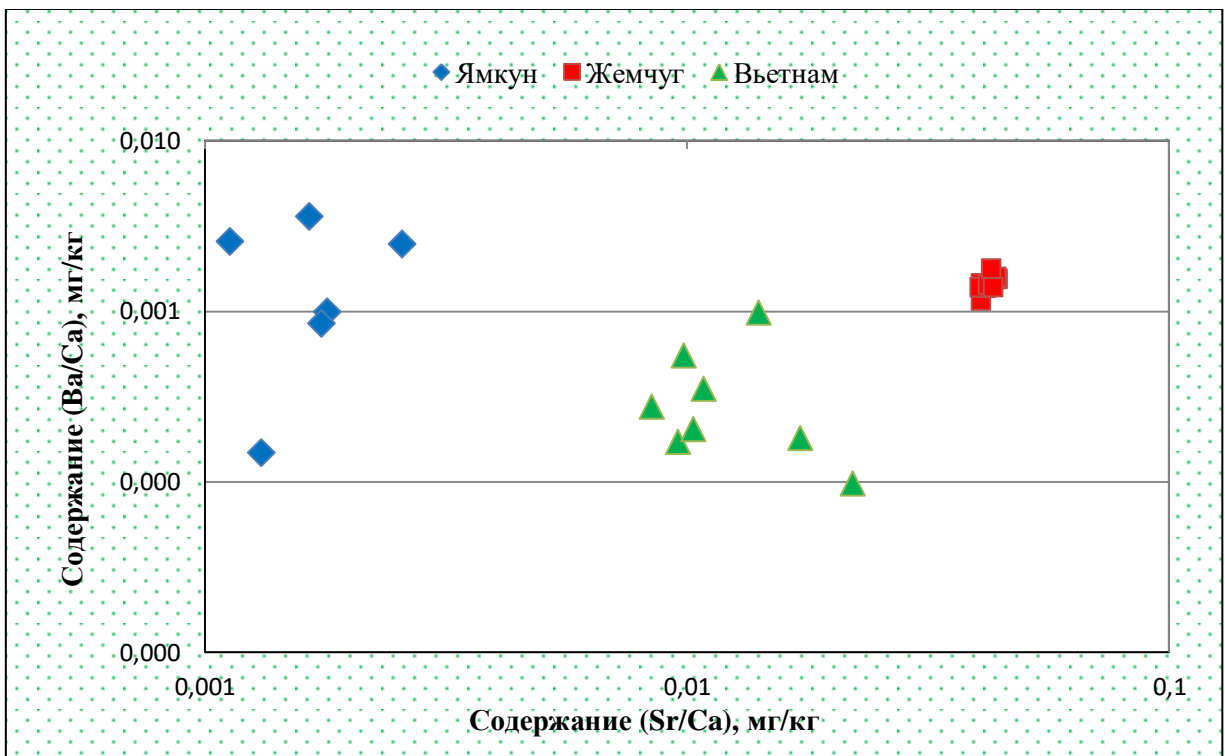


Рисунок 4.18 - Распределение проб травертинов изученных термальных источников в полях отношения (Ba/Ca) и (Sr/Ca)

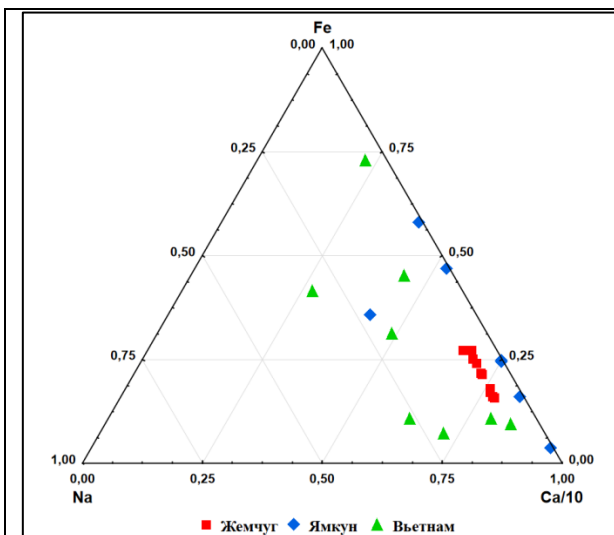


Рисунок 4.19 – Распределение проб травертинов трех термальных источников в системе «Na-Ca/10-Fe»

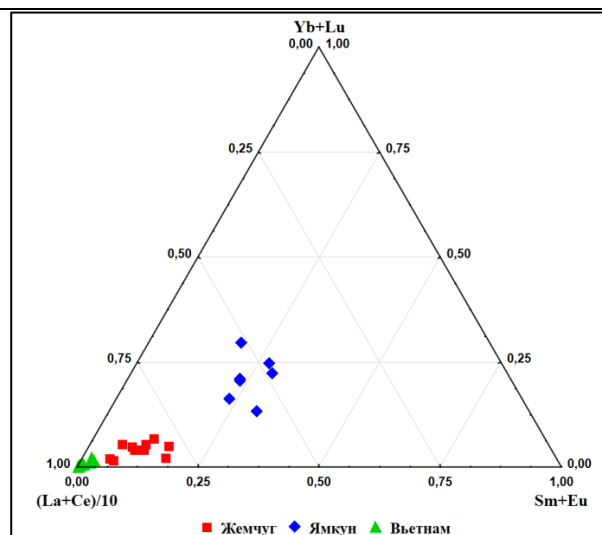


Рисунок 4.20 – Распределение проб травертинов трех термальных источников в системе «(La+Ce)/10-(Sm+Eu)-(Yb+Lu)»

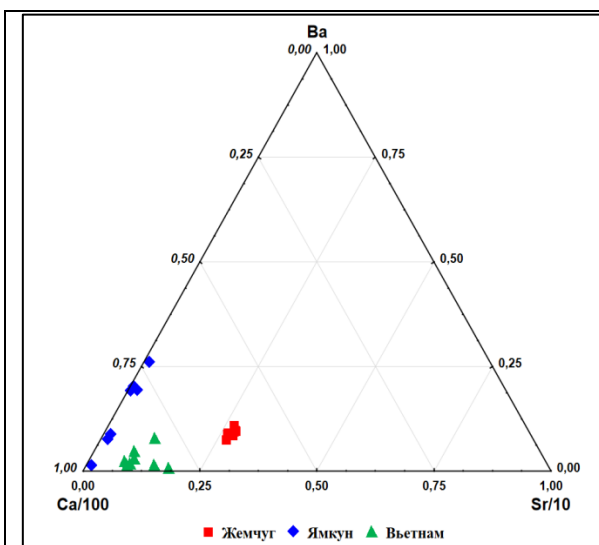


Рисунок 4.21 – Распределение проб травертинов трех термальных источников в системе «Ca/100-Sr/10-Ba»

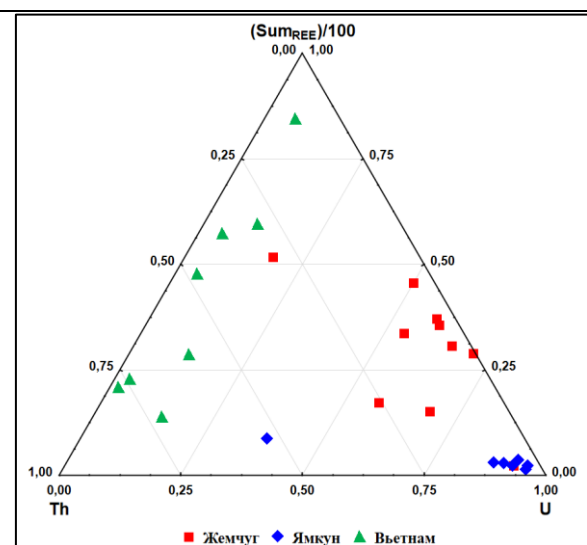
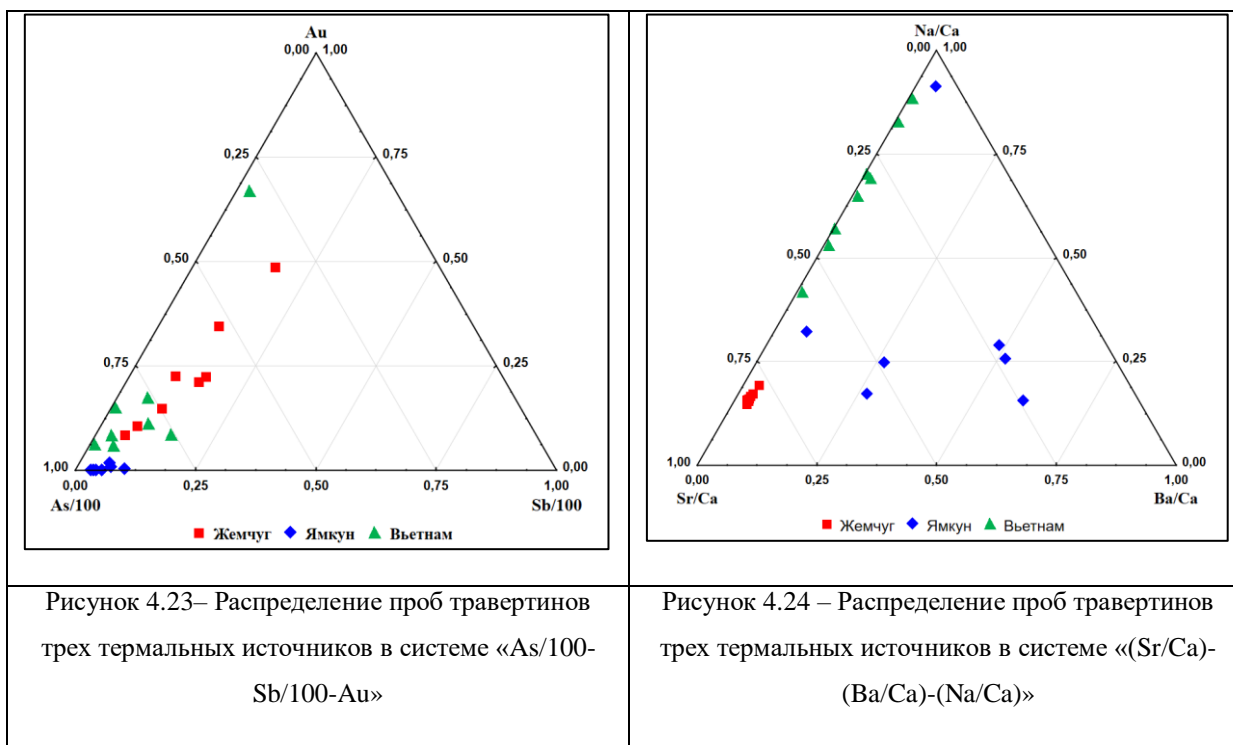


Рисунок 4.22 – Распределение проб травертинов трех термальных источников в системе «Th-U-(Sum_{REE})/100»



На рисунках (рисунок 4.8, 4.9, 4.14, 4.18, 4.21 и 4.24) видно, что для травертинов источника Жемчуг характерны максимальные показатели отношений Ca/Sr, Ba/Sr, Na/Ca и (Sr/Ca)/(Ba/Ca). Это может быть связано, прежде всего, с химическим составом воды, минерализацией и температурой этого источника. Вода, поступающая из скважины Г-1, имеет хлоридно-гидрокарбонатный кальциево-натриевый состав, минерализацию 4,9 г/дм³, температуру +55°С. Во-вторых, важное значение также имеет глубина скважины: вода поступает с глубины 1077 м [40].

Для травертинов проб источника Ямкун характерны повышенные значения отношений Br/U, As/Sb и As/Au (рисунки 4.7 и 4.12) по сравнению с остальными источниками. Это может быть связано с особенностями геологического строения территории расположения источника: данный район известен наличием большого количества месторождений благородных металлов, полиметаллов, урана.

Специфика травертинов источника Тхань Тьюй проявляется в полях следующих индикаторных отношений: La/Ce, La/Yb, Th/∑PЗЭ и

$(La+Ce)/(Yb+Lu)$ (рисунки 4.5, 4.6, 4.15 и 4.17). Вероятнее всего, в данном случае имеет место сочетание двух природных факторов: геологического строения и сульфатного состава термальных вод.

В целом можно сделать вывод, что травертины каждого источника характеризуются определенным спектром элементов, который может зависеть от нескольких факторов, в первую очередь, от геологического строения территории, от состава вод, глубины скважин, температуры, минерализации источника и специфики экосистем.

ГЛАВА 5. АНАЛИЗА МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ТРАВЕРТИНОВ ТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Источник Жемчуг

Результаты исследования минерального состава источника Жемчуг представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Минеральный состав травертинов Жемчуг, %

Минерал	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5	Б-6	Б-7	Б-8	Б-9	Б-10	Ср.
Арагонит	73,2	86,9	67,8	87,2	78,2	71,2	67,8	69,6	68,2	62,5	73,3
Кварц	19,7	8,8	18,2	7,2	14,6	20,5	18,9	19,3	19,4	17,5	16,4
Кальцит	1,4	0,7	5,7	2,1	2,0	0,8	2,6	2,0	2,3	3,0	2,3
Анортит	2,3	2,9	2,6	2,0	3,5	6,0	2,7	7,0	2,5	8,2	4,0
Альбит	3,4	0,7	5,7	1,5	1,7	1,5	8,0	2,1	7,6	8,8	4,1

Из таблицы 5.1 видно, что в пробах травертинов источника Жемчуг выявлены 5 основных минералов: арагонит, кварц, кальцит, анортит и альбит. Преобладающим минералом этого источника является арагонит.

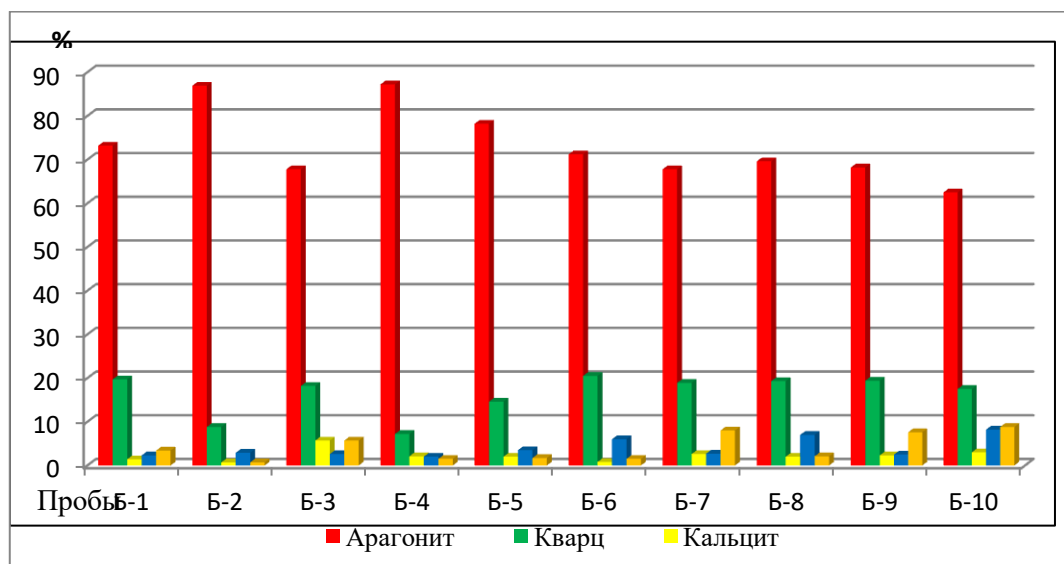


Рисунок 5.2 - Соотношение минералов в составе травертинов источника
Жемчуг

По рисунку 5.2 из источника Жемчуг видно, что преобладающим минералом является арагонит, количество которого колеблется от 62.5 до 87.2 %. Максимальная доля арагонита выявлена в пробе Б-4, минимальная – в пробе Б-10. Доля кварца изменяется от 7.2 % до 20.5 %, кальцита – от 0.7 до 5.7 %, анортита – от 0.7 до 8.8 %, альбита – от 2.0 до 8.2%.

Преимущественное формирование арагонита в травертинах источника Жемчуг может быть связано с деятельностью микроорганизмов в микробиальных матах. Значимая роль микроорганизмов в формировании арагонита вызывает интерес с точки зрения не только геологии, но и геохимии, а также микробиологии.

Столь сложный и постоянно меняющийся минеральный состав матрицы позволяет говорить о работе чрезвычайно неравновесной гидротермальной системы с постоянно изменяющимися параметрами ее химического состава. Хотя наблюдения за температурой изливающейся воды источника говорят о ее стабильности в пределах точности измерения (Лехатинов, Оргильянов, 2012) [].

Источник Ямкун

Результаты исследования минерального состава источника Жемчуг представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Минеральный состав травертинов Ямкун, %

Минерал	Я-1	Я-2	Я-3	Я-4	Я-5	Я-6	Среднее
Кальцит	75,1	35,1	78,5	70,6	89,4	80,3	71,5
Кварц	1,1	36,2	0,8	2,7	0,5	1,0	7,1
Арагонит	8,4	3,9	7,2	14,6	3,9	7,6	7,6
Анортит	8,9	17,7	6,8	6,8	5,2	9,0	9,1
Альбит	6,5	7,1	6,7	5,3	1,0	2,1	4,8

Из таблицы 5.2 видно, что в пробах травертинов источника Ямкун выявлены 5 основных минералов: кальцит, кварц, арагонит, анортит и альбит. В отличие от проб из источника Жемчуг, преобладающим минералом является кальцит.

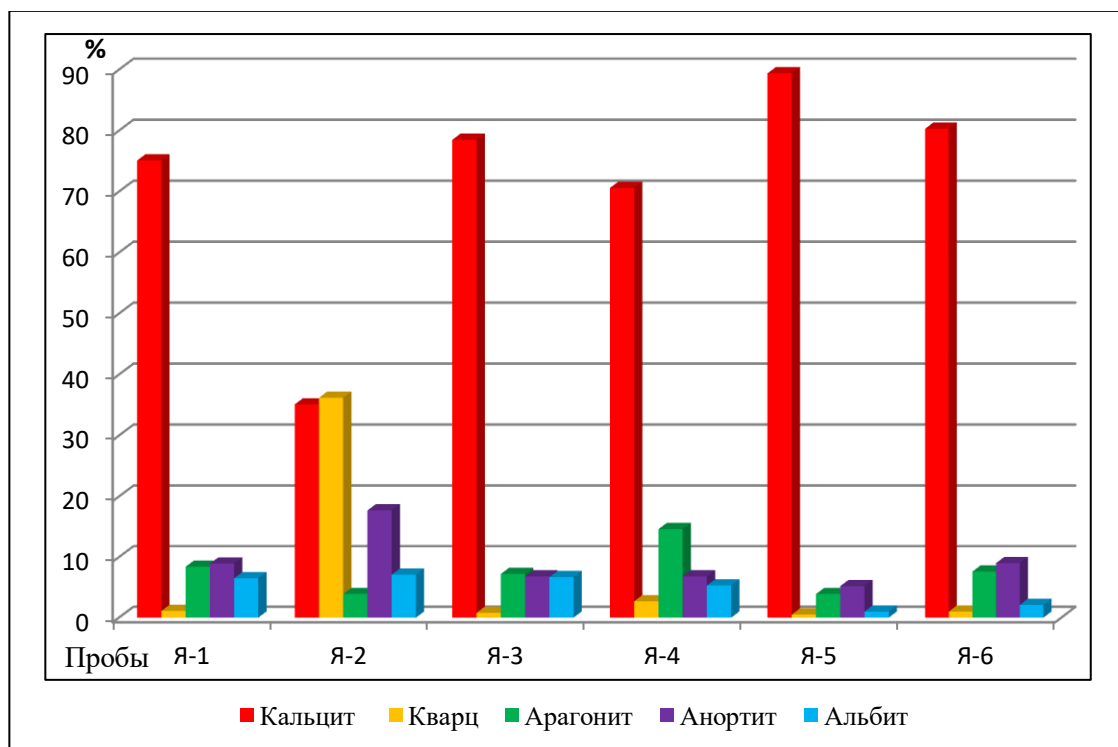


Рисунок 5.3 - Соотношение минералов в травертинах источника Ямкун

По рисунку 5.3 видно, что доля кальцита колеблется от 35.1% до 89.4%. Максимальная доля кальцита выявлена в пробе В-1 и минимальная – в пробе Я-2. Кварц имеет количество на долю которого приходится от 0.5% до 36.2%; арагонит (3.9-14.6%); анортит (5.2-17.7%), а также альбит (1.0-7.1%).

Источник Тхань Тьюй

Результаты исследования минерального состава источника Тхань Тьюй представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Минеральный состав травертинов Тхань Тьюй, %

Минерал	В-1	В-2	В-3	В-6	Сред.с
Гипс	51,6	50,5	34,4	43,4	45,0
Кальцит	30,0	28,3	20,8	27,7	26,7
Кварц	3,9	4,7	26,4	15,8	12,7
Арагонит	6,9	10,7	4,6	7,4	7,4
Анортит	5,3	2,4	9,1	2,6	4,9
Альбит	2,3	3,4	4,7	3,1	3,4

Из таблицы 5.3 видно, что в пробах травертинов источника Тхань Тьюй выявлены 6 основных минералов: гипс, кальцит, кварц, арагонит, анортит и альбит. В отличие от проб из источников Жемчуг и Ямкун, преобладающим минералом является гипс.

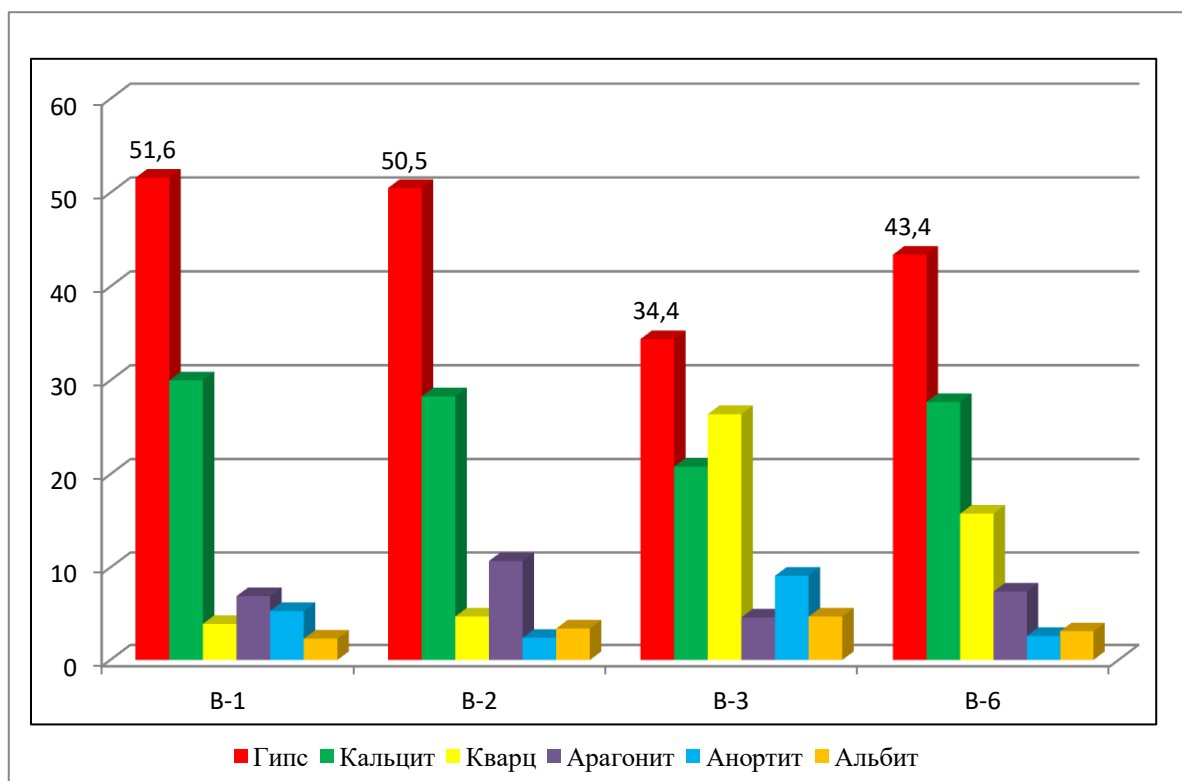


Рисунок 5.4 - Соотношение минералов в травертинах источника Тхань Тьюй

По рисунку 5.4 видно, что доля гипса колеблется от 34.4 до 51.6 %. Максимальная доля гипса выявлена в пробе В-1 и минимальная – в пробе В-3. Кальцит имеет количество на долю которого приходится от 20.8 до 30 %; кварц (3.9-26.4 %); арагонит (4.6-10.7 %); анортит (2.4-9.1 %), а также альбит (2.3-4.7 %).

По результатам анализа минерального состава травертинов были построена диаграмма сравнительного анализа (рисунок 5.5). Из рисунка видно, что соотношение основных минеральных составов в травертинах каждого источника значительно различается.

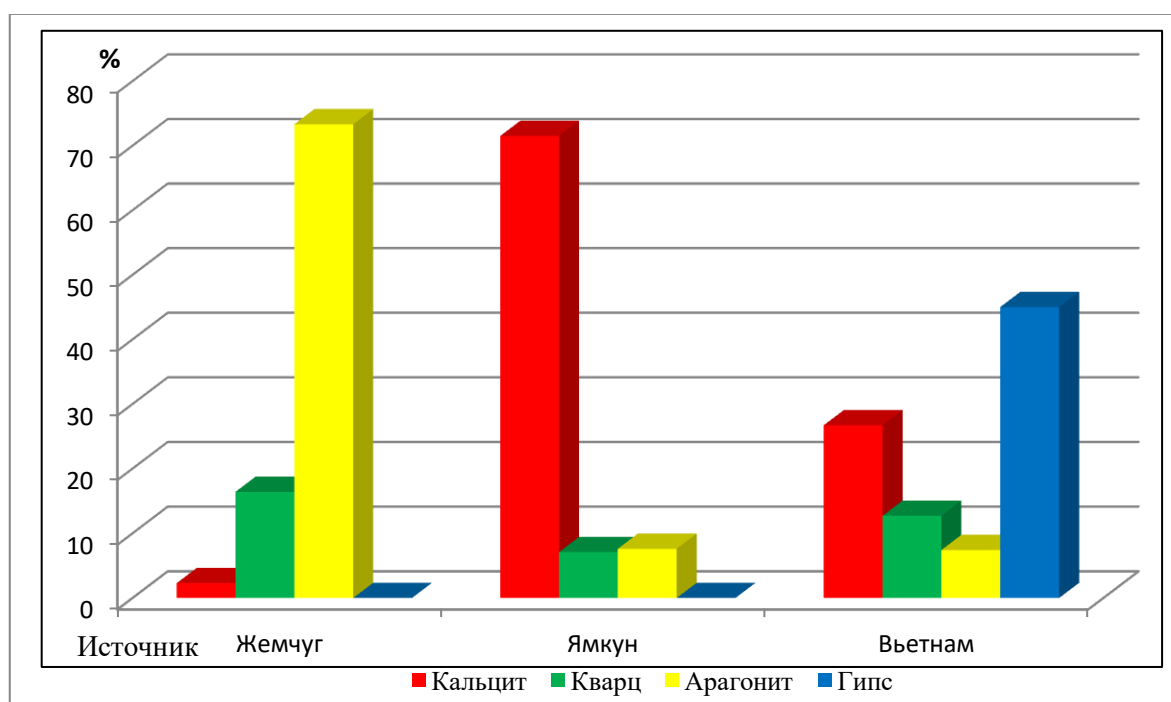


Рисунок 5.5 – Сравнительная диаграмма минерального состава травертинов изученных источников

Причина этого различия может быть связана с комплексом геологических, гидрогеологических, геохимических и геотермических условий их формирования. Прежде всего, такие различия связаны с химическим составом воды, из которой формируются травертины: воды источника Тхань Тьюй по составу являются сульфатными, в то время как воды источников Жемчуг и Ямкун – гидрокарбонатные.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ71	Фам Бик Нгок

Институт	Инженерная школа природных ресурсов	Кафедра	Отделение геологии
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	Экология и природопользование

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

❖ <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>СНОР 93, вып. 1, ч. 3 СНН 92, вып. 7 СНН 93, вып. 1, ч. 3</i>
❖ <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Налоговый кодекс РФ</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
• <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Анализ затрат времени на производство полевых и лабораторных работ для анализа минерального и элементного составов травертинов</i>
• <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Расчет стоимости проведения полевых и лабораторных работ для анализа минерального и элементного составов травертинов</i>
• <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет общей сметы проведения полевых и лабораторных работ для анализа минерального и элементного составов травертинов</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доктор исторических наук	Трубникова Наталья Валерьевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ71	Фам Бик Нгок		

**ГЛАВА 6. МАТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ И РАСЧЕТ СМЕТНОЙ
СТОИМОСТИ РАБОТ ПО ИЗУЧЕНИЮ МИНЕРАЛЬНОГО -
ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТРАВЕРТИНОВ
МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ПРИМЕРЕ РЯДА ОБЪЕКТОВ
ЗАБАЙКАЛЯ И ВЬЕТНАМА**

6.1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ И ОБЪЕМА РАБОТ

Цель данной выпускной квалификационной работы заключается в изучении минерального- геохимических особенностей травертинов термальных минеральных источников Забайкальской рифтовой зоны и Вьетнама. Были отобраны проб травертинов на термальном источником Тхань Тьюй на территории Ла Фу и Бао Йен в Вьетнаме, на термальных источниках Жемчуг и Ямкун (Забайкальской). Для этого необходимо произвести следующие виды работ, которые выполняются последовательно: эколого-геохимические, лабораторные и камеральные (таблица 6.1). На основании технического плана рассчитываются затраты времени и труда.

Таблица 6.1- Виды и объемы проектируемых работ (технический план)

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм	Кол-во		
1.	Эколого-геохимические работы	проба	20	отбор проб	
2.	Лабораторные работы	проба	20	пробоподготовка материала	
		проба	20	определение минерального в 20 пробах	Рентгеновский дефрактометр D2 Phaser
		проба	20	определение химического элемента в 20 пробах	Нейтронно активационный анализа (ИНАА) –

3.	Камеральные работы			обработка данных, анализ материала	ПЭВМ
----	--------------------	--	--	------------------------------------	------

1. Эколого-геохимические работы.

Содержание работ: выбор площадок отбора проб, привязка пунктов наблюдения, отбор проб травертинов, матов, растительности даже субстрата вручную, изучение и описание материалов проб, маркировка пакетов для проб, этикетирование и упаковка проб, Отражение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения, сушка и истирание материала проб, регистрация проб в журнале.

Отбор проб травертинов и объектов, входящих в экосистемы производился на 3 термальных минеральных источниках в Вьетнаме и в России, в период 2017-2018 гг.

2. Лабораторные работы.

Минеральный состав пробы изучался лаборатории электронно – оптической диагностики МИНОЦ «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ с применением рентгеновского дифрактометра D2 PHASER.

Этот этап работ даже включает подготовку проб к инструментальному нейтронно-активационному анализу, который выполняется подрядчиками в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета, а именно истирание, подготовка пакетиков из фольги размером 10*10 мм, упаковка 100 мг вещества в пакетики.

3. Камеральные работы.

Камеральная обработка материалов включает: сбор и систематизацию информации об изучаемой территории и травертинах;

дополнительный сбор исходных данных и их систематизацию в послеполевой период; собственно камеральную обработку материалов; составление специализированных карт; машинописные и чертежно-оформительские работы.

Содержание работы при выполнении стандартного комплекса операций. Окончательное уточнение и дополнение карты фактического материала на ландшафтной или функциональной основе и составление их чистовых авторских оригиналов. Регистрация и оценка качества результатов анализов проб травертинов. Систематизация эколого-геохимических показателей о термальных источниках. Выделение, интерпретация, оценка разницы в составе травертинов и анализирования факторов, вызывающих разницу. Написание текста окончательного отчета, включая составление текстовых приложений.

В содержание работы при камеральной обработке материалов (с использованием ЭВМ) дополнительно включается: формирование макетов, кодирование проб, уточнение порога чувствительности анализов, постановка основной задачи, подборка программы математической обработки, уточнение фоновых содержаний, элементов-индикаторов, оперативный контроль достоверности полученных результатов, постановка дополнительных задач. Составление комплексных эколого-геохимических карт оценки, анализирования минерального и элементного составов в травертинах и сопоставления различия между ними. А также комплекс операций, необходимость выполнения которого зависит в целом от геохимического метода. Это составление, уточнение и пополнение карт: изучение и анализ материалов и их систематизация; систематизация и анализ расчетных геохимических показателей; разработка условных обозначений; разноска на карту (план) фактического материала, включая расчетные геохимические показатели; цветовое оформление; вычерчивание рамок и зарамочное оформление.

Содержание работы при проведении аналитических и расчетных работы: изучение результатов анализов проб и их систематизация; анализ характера минерального и элементного составов с построением (при необходимости) графиков распределения содержаний минералов и элементов; формирование геохимических выборок; собственно расчет геохимических показателей; оформление полученных данных в виде таблиц, графиков, диаграмм.

6.2 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 6.2 - Расчет затрат времени и труда

№	Вид работ	Объем		Норма времен и по ССН (Н _{вр})	Ко эф- ты (К)	Документ	Итого времени на объем (N)
		Ед. изм	Кол- во (Q)				
Эколого-геохимические работы							
1.1	Отбор и обработка проб	проба	20	0,1289	-	пункт 81 ССН, вып. 2	2,578
1.2	эколого-геохимические работы	проба	20	0,1386	-	табл. 41 5 стл, 1 стр ССН, вып. 2	2,772
Итого на эколого-геохимические работы							5,35 смен
2.1	Пробоподготовка для ИНАА	проба	20	За 1 смену 40 проб	-		1,675
2.2	Пробоподготовка для рентгеновского дефрактометра D2 Phaser	проба	20	За 1 смену 2 проб	-		10
Итого на лабораторные работы							11,675 смен
3.1	Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ) Масштаб работ 1:200000 – 1:100000	проба	20	0,0106	-	табл. 59 3 стл, 1 стр ССН, вып. 2	0,212
3.2	Предварительное изучение результатов анализов проб и выявление минерального и элементного составов	элемен то- опреде ления	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	20	0,0232	-	табл. 61 3 стл, 1 стр ССН, вып. 2	0,464
Итого на камеральные работы							0,7336 смены
Итого:							17,76 смены

В месяце 21 смены, таким образом, все работы займут 0,85 месяца.

6.3 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 6.3).

Таблица 6.3- Нормы расхода материалов на проведение работ

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
Эколого-геохимические работы				
Бумага писчая	шт.	56	1,5	84
Книжка этикетная	книжка (300шт.)	35	0,083	2,905
Карандаш простой	шт.	15	2	30
Ручка шариковая	шт.	64	1	64
Пакеты полиэтиленовые фасовочные	шт.	0,2	35	7
Перчатки латексные нестерильные	шт.	54	5	270
Контейнер для проб	шт.	15	8	120
Итого:				577,91
Лабораторные работы				
Фольга алюминиевая 10 м × 30см	шт.	35,2	0.053	1,87

Лист бумаги А4	шт.	0,6	70	42
Вата стерильная хирургическая	г	20	2,3	46
Спирт этиловый технический марки А гидролизный	л	75	2,3	172,5
Пинцет медицинский	шт.	48	1	48
Итого:				309,37
Камеральные работы				
Бумага офисная	пачка (100 л)	165	0,1	36,3
Карандаш простой	шт.	2	7	14
Ручка шариковая	шт.	24	2	48
Ластик	шт.	15	1	15
Линейка чертежная	шт.	27	1	27
Итого:				140,3
Итого:				1027,58

Таблица 6.4 – Расчет затрат на *горюче-смазочные материалы* (ГСМ)

№ п/п	Наименование автотранспортного средства	Расстояние	Стоимость за 1л (р).
1	Бензин	7310 км	40,37
Итого:			295104,7

Расчет стоимости на лабораторные исследования представлен в таблице 6.5.

Таблица 6.5 - Расчет затрат на лабораторные работы

№	Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость, руб.	Итого
1	Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА)	20	1500	30000
2	Рентгеновский дефрактометр D2 Phaser	20	2500	50000
Итого:				80000

6.4 ОБЩИЙ РАСЧЕТ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ РАБОТ (СМ 1)

Общий расчет сметной стоимости оформляется по типовой форме.

На эту базу начисляются проценты, которые обеспечивают организацию и управление работ по проекту, то есть расходы, за счет которых осуществляются содержание всех функциональных отделов структуры предприятия.

Расходы на организацию полевых работ составляют 1,5 % от суммы расходов на полевые работы. Расходы на ликвидацию полевых работ – 0,8% суммы полевых работ. Расходы на транспортировку грузов и персонала – 5% полевых работ. Накладные расходы составляют 15% основных расходов. Сумма плановых накоплений составляет 20% суммы основных и накладных расходов. Резерв на непредвидимые работы и затраты колеблется от 3-6 %. Расчет стоимости на проектно-сметные работы выполняется на основании данных организации, составляющей проектно-сметную документацию. Оклад берется условно.

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$\mathbf{ЗП = О_{кл} * Т * К,} \quad (2)$$

где ЗП – заработная плата (условно), Окл – оклад по тарифу (р), Т – отработано дней (дни, часы), К – коэффициент районный (для Томска 1,3 на 2019 г).

$$\mathbf{ДЗП = ЗП * 7,9\%,} \quad (3)$$

где ДЗП – дополнительная заработная плата (%).

$$\mathbf{ФЗП = ЗП + ДЗП,} \quad (4)$$

где ФЗП – фонд заработной платы (р).

$$\mathbf{СВ = ФЗП * 30\%,} \quad (5)$$

где СВ – страховые взносы.

$$\mathbf{ФОТ = ФЗП + СВ,} \quad (6)$$

где ФОТ – фонд оплаты труда (р).

$$\mathbf{R = ЗП * 3\%,} \quad (7)$$

где R – резерв (%).

$$\text{СПР} = \text{ФОТ} + \text{М} + \text{А} + \text{R}, \quad (8)$$

где СПР – стоимость проектно-сметных работ.

Накладные расходы составляют 15% основных расходов. Сумма плановых накоплений составляет 10% суммы основных и накладных расходов. Сумма доплат рабочим равняется 2% от суммы основных и накладных расходов. Резерв на непредвидимые работы и затраты колеблется от 3-6 %.

Сметно-финансовый расчет на проектно-сметные работы представлен в таблице 8.6.

Таблица 6.6- Сметно-финансовый расчет на выполнение проектно-сметных работ (СМ 6)

№	Статьи основных расходов	Загрузка, коэф.	Оклад за месяц	Премия	Районный коэффициент	Итого руб/мес
1	Начальник	1	15000	1,4	1,3	27300
2	Геоэколог	0,5	12000	1,2	1,3	9360
3	Рабочий 2 категории	0,5	8000	1,2	1,3	6240
4	Итого в месяц					42900
	Итого за 0,85 месяца:					36465
5	ДЗП (7.9%)					2881
6	Итого: ФЗП					39346
7	СВ (30% от ФЗП)					11803,8
8	ФОТ					51149,8
9	Материалы (2% от ЗП)					729,3
10	Амортизация (2% от ЗП)					729,3
11	Резерв (3% от ЗП)					1093,95

12	Итого:	53702,35
13	Итого за 12 месяцев:	644428,2

Общий расчет сметной стоимости всех работ отображен в таблице

6.7.

Таблица 6.7 - Общий расчет сметной стоимости работ (СМ 1)

№	Статьи затрат	Ед. изм.	Кол-во	Полная сметная стоимость, руб.
I Основные расходы (ОР)				
Группа А. Собственно геоэкологические работы				
1	Проектно-сметные работы	%	50	26851
2	Полевые работы (ПР)			53702,35
3	Организация полевых работ	%	1,4	751,8
4	Ликвидация полевых работ	%	1,3	698,1
5	Камеральные работы	%	30	16110,7
Группа Б. Сопутствующие работы				
1	Транспортировка персонала	% от ПР	35	18795,8
Итого основные расходы:				116909,8
II Накладные расходы (НР)		% от ОР	15	17536,47
Итого ОР+НР				134446,27
III Плановые накопления		% от (ОР+НР)	20	26889,25
IV Подрядные работы				
Лабораторные работы		руб.		80000
V Резерв		% от ОР	3	3507,3
Всего по объекту:				244842,82
НДС		%	20	48968,56
Итого с учетом НДС:				293811,38

Таким образом, в данной главе было составлено экономическое обоснование проведенных работ, включающее в себя расчет затрат времени и труда, а также сметы по всем видам проведенных работ, суммирование которых дало представление об общей стоимости исследований. Для производства данных работ требуется 17,76 чел./смены и 293 811,38 рублей.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ71	Фам Бик Нгок

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

Тема ВКР:

Минералого – геохимические особенности травертинов термальных источников (на примере ряда объектов Забайкалья и Вьетнама)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p><i>Объект исследования - травертины, опробованные за период 2018-2019 годы на термальных источниках на примере ряда объектов Забайкалья и Вьетнама. Данная выпускная квалификационная работа (ВКР) посвящена выявлению особенностей и факторов формирования минерального и элементного состава травертинов минеральных источников на примере ряда объектов Забайкалья и Вьетнама. 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 являлось установление взаимосвязи геохимических особенностей воды термальных источников, минеральных отложений, формирующихся из нее, и минералого геохимических особенностей солевых образований в посуде.</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - Специальные (характерные при	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;

эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Р 2.2.2006-05; СНиП 23-05-95; ГОСТ Р 55710-2013; Р 2.2.2006-05.
2. Производственная безопасность 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<i>Вредные факторы:</i> - отклонение показателей микроклимата; - недостаточная освещенности рабочей зоны; - монотонный режим работы. <i>Опасные факторы:</i> - электрический ток; - пожарная опасность.
3. Экологическая безопасность:	<i>не оказывает влияние на окружающую среду</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>Возможной и наиболее типичной ЧС является пожар на рабочем месте.</i>

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	Фам Бик Нгок		

ГЛАВА 7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Данная выпускная квалификационная работа (ВКР) посвящена выявлению особенностей и факторов формирования минерального и элементного состава травертинов минеральных источников на примере ряда объектов Забайкалья и Вьетнама.

В ходе работы устанавливается элементный состав отобранных проб травертинов из источников (Жемчуг, Ямкун и Тхань Тьюй), затем на основе полученных данных выявляется минералого - геохимическая специфика проб из других источников, выполняется её анализ. Для выявления детально минералого – геохимическая особенности травертинов термальных источников нужны даются характеристики минерального состава.

Отобранные пробы подвергались комплексному изучению различными аналитическими методами. Химический состав исследовался методом инструментального нейтронно- активационного анализа (ИНАА), не требующий деструкции образца и, тем самым, исключаящий важную аналитическую ошибку, связанную с разложением материала. Анализы выполнялись в ЯГЛ, функционирующей на базе исследовательского ядерного реактора ТПУ.

Результаты исследования помогают выявлению закономерности распространения травертинов, которые определяются комплексом геологических, гидрогеологических, геохимических и геотермических условий их формирования. Минеральный состав пробы изучался лаборатории электронно – оптической диагностики МИНОЦ «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ с применением рентгеновского дифрактометра D2 PHASER.

Целью данного исследования являлось определение минералого - геохимических особенностей травертинов из трёх термальных источников и указания на различия особенностей между ними.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Эргономические условия работы на персональной электронно-вычислительной машине (ПЭВМ)

Требования к помещениям для работы с ПЭВМ

Негативное воздействие на человека ПЭВМ заключается в том, что к концу рабочего дня операторы ощущают головную боль, резь в глазах, тянущие боли в мышцах шеи, рук, спины, зуд кожи лица. Со временем это приводит к мигрени, частичной потере зрения, сколиозу, кожным воспалениям и другим нежелательным явлениям. У людей, просиживающих у ПЭВМ от 2 до 6 часов в день, резко возрастают шансы заработать болезнь верхних дыхательных путей, получить неожиданный инфаркт или инсульт. Результаты показали, что наиболее «рисковыми» пользователями ПЭВМ являются дети и беременные женщины СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [45].

Санитарно-гигиенические требования к помещениям для эксплуатации ПЭВМ_согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [45] следующие: рабочие места с ПЭВМ требуется располагать во всех помещениях, кроме подвальных, с окнами, выходящими на север и северо-восток. В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола помещения:

- окна ориентированы на юг – стены зеленовато-голубого или светло-голубого цвета, пол – зеленый;
- окна ориентированы на север – стены светло-оранжевого или оранжево-желтого цвета, пол – красновато-оранжевый;
- окна ориентированы на восток и запад – стены желто-зеленого цвета, пол – зеленый или красновато-оранжевый.

Пол помещения должен быть ровный, антистатический. Отделка помещения полимерными материалами производится только с разрешения

Госсанэпиднадзора. В образовательных помещениях запрещается применять полимерные материалы (полиуретановые, эпоксидные, полиэфирные) выделяющие в воздух вредные химические вещества. В помещении должны быть медицинская аптечка и углекислый огнетушитель. Расстояние между боковыми поверхностями мониторов – не менее 1,2 м. Оконные проемы должны иметь регулирующие устройства (жалюзи, занавески). Компьютер нужно установить так, чтобы на экран не падал прямой свет (иначе экран будет отсвечивать, что является вредным для глаз). Оптимальное положение на работе – боком к окну, желательно левым.

Режим труда и отдыха при работе с ПЭВМ

Согласно СанПиНу режимы труда и отдыха при работе с ПЭВМ зависит от вида и категории трудовой деятельности. При этом виды трудовой деятельности делят на три группы (А, Б и В). К группе А относят работы по считыванию информации с экрана ВДТ с предварительным запросом; Б – работа по вводу информации; В – творческая работа в режиме диалога с ЭВМ. Для указанных видов трудовой деятельности устанавливаются три категории (I, II и III) тяжести и напряженности работы с ВДТ и ПЭВМ. Например, для группы А категории I-III определяются по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену, но не более 60000 знаков за смену [45].

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей должны устанавливаться регламентированные перерывы в течение рабочей смены. После каждого часа работы за компьютером следует делать перерыв на 5-10 минут. Глаза начинают уставать уже через час после непрерывной работы с компьютером. Снимать утомление глаз можно даже во время работы в течение нескольких секунд поворачивая ими по часовой стрелке и обратно. Это следует чередовать с легкими гимнастическими упражнениями для

всего тела. Ежедневная работа высокой интенсивности и с нервно-эмоциональным напряжением по 12 и более часов не допускается.

Обучение и инструктаж персонала, разработка инструкций по охране труда должны соответствовать требованиям. В инструкции должны быть отражены безопасные приемы, порядок допуска к работе, перечислены опасные и вредные производственные факторы. К самостоятельной работе с ВДТ и ПЭВМ допускаются сотрудники, изучившие порядок их эксплуатации, прошедшие первичный инструктаж на рабочем месте и аттестацию по электробезопасности с присвоением второй квалификационной группы [43].

Производственная безопасность

Основные элементы производственного процесса в полевых условиях, формирующие опасные и вредные факторы. Работы на электронно-вычислительных машинах проводятся в помещении, соответствующем требованиям санитарных правил и норм [43]. Для обеспечения безопасности труда, работники обязаны проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, инструктаж по охране труда, соблюдать требования охраны труда, правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты, а также проходить обязательные предварительные и периодические медицинские обследования [35]. В таблице 7.1 приведены опасные и вредные факторы.

Таблица 7.1 - Основные элементы производственного процесса камеральных работ, формирующие вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) [8]	Нормативные документы
Вредные факторы	
1. Отклонение показателей микроклимата	СанПиН 2.2.4.548-96 [35] Р 2.2.2006-05 [41]
2. Недостаточная освещённость рабочей зоны	СНиП 23-05-95 [38] ГОСТ Р 55710-2013 [41]

3. Монотонный режим работы	Р 2.2.2006-05 [41]
Опасные факторы	
1. 1. Электрический ток	ГОСТ 12.1.030-81 [10] ГОСТ 12.1.038-82 [41] ГОСТ 12.1.019-2017 [41]
2. 2. Пожарная опасность	НПБ 105-03 [43] ГОСТ 12.4.009-83 [12] ГОСТ 12.1.004-91 [15]

Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Отклонение параметров микроклимата. Микроклиматические параметры – это сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Эти параметры в значительной степени влияют на функциональную деятельность человека, его самочувствие, здоровье, а также и на надежность работы вычислительной техники. С целью создания нормальных условий для персонала установлены нормы производственного микроклимата. В производственных помещениях, в которых работа на ПЭВМ является основной, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [35] должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата, как показано в таблице 7.2.

Таблица 7.2 - Оптимальные величины показателей микроклимата для помещений с ВДТ и ПЭВМ [42]

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С не более	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
1	2	3	4	5
Холодный	Легкая	22-24	40-60	0,1
Теплый	Легкая	23-25	40-60	0,1

Таблица 7.3 - Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры [42]

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м ³ /на одного человека в час
Объем до 20 м ³ на человека	Не менее 30

Для поддержания вышеуказанных параметров воздуха в помещениях с ПЭВМ применяют системы отопления и кондиционирования или эффективную приточно-вытяжную вентиляцию, данные требования указаны в таблице 7.3. Расчет потребного количества воздуха для местной системы кондиционирования воздуха осуществляется по теплоизбыткам от машин, людей, солнечной радиации и искусственного освещения согласно СНиП 2.04.05-91 [37]. Для систем отопления и внутреннего теплоснабжения применяют в качестве теплоносителя, как правило, воду. Системы отопления проектируют, обеспечивая равномерное нагревание воздуха помещений, гидравлическую и тепловую устойчивость, взрывопожарную безопасность и доступность для очистки и ремонта [37]. В помещениях с ПЭВМ ежедневно проводится влажная уборка. Для снижения концентрации пыли в помещениях с ПЭВМ и лабораториях работают в хлопчатобумажных халатах и легкой сменной обуви. Запрещается курить, так как частицы пепла, оседая на поверхностях магнитных носителей, вызывают сбой в работе с ПЭВМ. Запыленность в данных помещениях не должна превышать 0,5 мг/м³[38]. Поэтому нельзя открывать окна, форточки и необходимо применять местную систему кондиционирования воздуха, системы механической вентиляции.

Недостаточная освещенность рабочей зоны. В помещении, где находится рабочее место, есть естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через световые проемы.

Искусственное освещение подразделяется на общее и местное. При общем освещении светильники устанавливаются в верхней части помещения параллельно стене с оконными проемами, что позволяет их включать и отключать последовательно в зависимости от изменения

естественного освещения. Выполнение таких работ, как, например, обработка документов, требует дополнительного местного освещения, концентрирующего световой поток непосредственно на орудия и предметы труда. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк. В зоне рабочего места освещенность должна составлять 300-500 лк, яркость светящихся поверхностей (окна, светильники, стены), находящихся в поле зрения, $< 200 \text{ кд/м}^2$, коэффициент пульсации $< 5\%$ [38].

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности.

В качестве источников света при искусственном освещении применяются преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ. Допускается применение лампы накаливания в светильниках местного освещения. В таблице 7.4 приведены нормы освещенности, регламентируемые Строительными нормами и правилами [38].

Таблица 7.4 - Нормы освещенности рабочего места (СНиП 23-05-95)
[38]

Тип помещения	Нормы освещенности, лк при освещении	
	комбинированное	общее
1	2	3
Машинный зал	750	400

Помещение для персонала, осуществляющего техническое обслуживание ПЭВМ	750	400
------------------------------------------------------------------------	-----	-----

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп. Для защиты от избыточной яркости окон могут быть применены занавеси, шторы.

Монотонный режим работы. Известно, что работоспособность не является величиной постоянной, она изменяется. Основной причиной изменения работоспособности является сама работа. Обычно работоспособность снижается при более или менее длительном ее выполнении. Снижение работоспособности под влиянием выполненной работы принято считать утомлением. При этом имеется немало данных, свидетельствующих о том, что помимо самой рабочей нагрузки в реальной трудовой деятельности на работоспособность определенным образом влияют и неблагоприятные условия труда, в том числе такие, которые вытекают из характера самой выполняемой работы. Так, широко известно влияние на работоспособность фактора монотонности.

Применяющиеся показатели, прежде всего можно разделить на «объективные» и «субъективные». К объективным показателям работоспособности обычно относят: а) изменения количественных и качественных показателей труда и б) изменения функционального состояния нервной системы. К субъективным показателям относят ощущения усталости, вялости, болезненные ощущения. Эти субъективные переживания свидетельствуют о тех психических состояниях, которые развиваются при снижении работоспособности. Психическое состояние при утомлении обозначается обычно термином «усталость». Кроме этого состояния в процессе трудовой деятельности могут иметь место и другие психические состояния, связанные с особой заинтересованностью в

результатах работы или, наоборот, безразличием к ним, состояние тревожности и др. Все эти состояния накладывают свой отпечаток и на соответствующие субъективные показатели.

Неблагоприятное влияние монотонности на работоспособность проявляется, естественно, во всех показателях работоспособности. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что при монотонной работе наблюдается более раннее появление и объективных, и субъективных признаков снижения работоспособности.

Различие в динамике работоспособности при немонотонной и монотонной работе дало основание ряду исследователей прийти к выводу о том, что при монотонной работе развивается особое специфическое состояние, получившее название монотонии, отличное от состояния собственно утомления, со своими особыми физиологическими механизмами.

Согласно мнению большинства исследователей, торможение, развивающееся в ЦНС при утомлении, является результатом перегрузки соответствующих мозговых систем и играет защитную, охранительную роль, предупреждая их чрезмерное истощение.

Для того, чтобы избежать утомляемости необходимо делать каждые 2 часа 15 минутные перерывы, а также желательно стараться более 4 часов не заниматься одной и той же работой, необходимо менять занятие и обстановку [45].

Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Электрический ток. Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ человек может коснуться частей,

находящихся под напряжением. Специфическая опасность электроустановок – токоведущие проводники, корпуса стоек ЭВМ и прочего оборудования, оказавшегося под напряжением в результате повреждения изоляции, не подают каких-либо сигналов, которые предупреждают человека об опасности. Реакция человека на электрический ток возникает лишь при протекании последнего через тело человека.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 [13] 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°С; токопроводящие полы отсутствуют [30].

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 [11].

Кроме того, особенно важным для предотвращения травматизма является соблюдение правил электробезопасности и технических правил эксплуатации при работе с электрооборудованием и контроль за их выполнением [12].

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

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Работа посвящена выявлению особенностей и факторов формирования минерального и элементного состава травертинов минеральных источников; поэтому она не оказывает влияние на окружающую среду.

БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Наиболее вероятным и разрушительным видом чрезвычайной ситуации (ЧС) является пожар на рабочем месте. К причинам возникновения пожара относятся: неисправность электропроводки; сбой 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. [26].

Рабочее помещение должно соответствовать требованиям пожарной безопасности [4] и иметь средства пожаротушения [14].

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) [43], 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

В ходе написания раздела «Социальная ответственность» в магистерской выпускной квалификационной работе были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, выявлены и охарактеризованы опасные и вредные факторы, возникающие при выполнении работ в лаборатории, даны рекомендации по минимизации негативного влияния данных факторов на здоровье человека. Кроме того, рассмотрена экологическая безопасность проводимых исследований и проанализирован такой вид ЧС, как пожар на рабочем месте.

Таким образом, информация, представленная в этом разделе, играет важную роль в вопросах техники безопасности в лабораторий при анализе и обработке проб. Хотя вредные факторы, выявленные в лаборатории, не слишком значительны, они все же оказывают определенное влияние на здоровье человека. поэтому, необходимо заранее проанализировать и соблюдать правила безопасности на рабочем месте и пожарной безопасности, чтобы избежать возможные несчастные случаи или снизить негативное воздействие на организм человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение травертинов как на континентах, так и на океаническом ложе дает новую информацию для понимания минералогорудообразующих процессов, условий переноса и концентрирования рудных элементов при разгрузке термальных вод на современной дневной поверхности и в водной толще.

В ходе проведения исследования был установлен элементный состав травертинов термальных источников Жемчуг, Ямкун (Россия), Тхань Тьюй (Вьетнам). Травертины скважины Г-1 источника Жемчуг обогащены Са, Na, Sr, Ag и Ва. Травертины источника Ямкун выделяются максимальными концентрациями Cr, Fe, Co, Zn, As, Ag, Sb, Ва, Au, Br, Та и U. В травертинах источника Тхань Тьюй преобладающими компонентами являются Na, Fe, Zn, As, Br, Sr, Sb, Ag, Au, Hf, Th и редкоземельные элементы. Видно, что по характеру распределения редкоземельных элементов выделяется источник Тхань Тьюй. Вероятно, это связано с тем, что в источнике Тхань Тьюй воды по химическому составу являются сульфатными, что влияет на миграцию и накопление редкоземельных элементов. Воды источников Жемчуг и Ямкун являются гидрокарбонатными, что отражается в одинаковом характере распределения редкоземельных элементов.

По результатам изучения минерального состава травертинов видно, что в пробах травертинов источника Жемчуг выявлены 5 основных минералов: арагонит, кварц, кальцит, анортит и альбит. Преобладающим минералом этого источника является арагонит. В пробах травертинов источника Ямкун выявлены 5 основных минералов: кальцит, кварц, арагонит, анортит и альбит. В отличие от проб из источника Жемчуг, преобладающим минералом является кальцит. В пробах травертинов источника Тхань Тьюй (Вьетнам) содержатся 6 основных минералов: гипс, кальцит, кварц, арагонит, анортит и альбит. В отличие от проб из

двух остальных источников Жемчуг и Ямкун, преобладающим минералом является гипс.

Распределение в травертинах указанных элементов и минералов по источникам крайне неравномерное, что зависит, прежде всего, от особенностей геологического строения территории, состава пород и вод, температуры источников, глубины выхода вод и некоторых других.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Mineralogical and geochemical features of the travertines thermal springs

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ71	Фам Бик Нгок		

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	Гугарева Н.Ю.	к.п.н, доцент		

CHAPTER 1. PROCESSES OF TRAILING FORMATION

1.5. Definition of the term “travertine”

The word "travertine" comes from the Italian word "travertino", which in itself is a derivation of the Latin word "lapis tiburtinus", originating from the place of its initial extraction Tibur (Tivoli) - Tiburta stone.

In the domestic literature, travertine is a calcareous tuff, a polycrystalline, fragile, fine-grained homogeneous rock formed in water sources by calcium carbonate minerals (Geological Dictionary, 1978).

The term "tuff" (Italian Tufo) appeared at about the same time as the term "travertine", but the existing descriptions seem to refer to the form of consolidated volcanic ash, which were common around Rome. In the 12th century, the term moved to Western Europe (to Britain, France and Germany), where it was named Tufa, Towfe or Tuff and was used to designate both consolidated volcanic ash and soft, highly porous freshwater carbonates (Figure 1.1). At the beginning of the 19th century, a large number of different prefixes emerged (for example, Kalktuff, tuf calcaire, calcareous tufa - calcareous tuff), which highlighted the differences between volcanic and freshwater carbonate rocks.

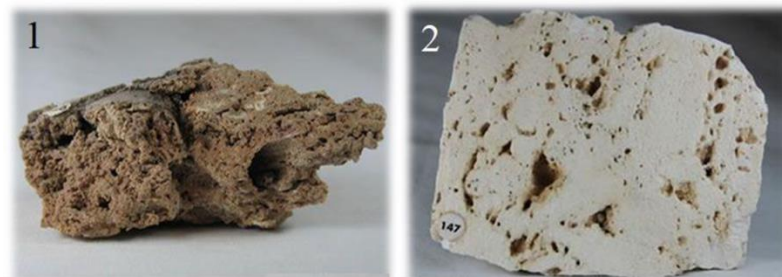


Figure 1.1 - Examples of various travertines (www.geology.com)

1 - highly porous with biostructure, 2 – massive

The stone can be white, yellowish, grayish, cream and other colors. Since iron compounds are present in travertine, it can change shade as a result of oxidation. For example, a white stone can become sandy or yellow. This does not affect the properties of the rock. There the rocks exist of darker shades like brown, brownish-gray and others.

Travertine, which has a darker color, has better technical characteristics. There are also rocks with intense color, such as the yellow and red travertine occurring in Iran. They are a calcareous tuff containing certain pigments that give it a very bright shade.

1.6. Classification of travertine

The most generalized classification scheme for travertines was proposed by Allan Pentecost in 1994.

The classification is based on three main criteria:

- geochemical;
- textural;
- morphologically-facial.

Classification schemes based on these criteria are not mutually exclusive, but it is convenient to consider them separately [67].

1.6.1. Travertine classification by geochemical criterion

Allan Pentecost (Pentecost, 1994) proposed to subdivide travertines based on the origin of the source of carbon dioxide, which directly affects their composition (gross and isotopic). Two classes of travertines were distinguished:

- "Meteoric" travertines;
- "Thermogenic" travertines.

"Meteogenic" travertines

In "meteogenic" travertine, the source of carbon dioxide is the soil or the atmosphere. Such travertines are usually formed from the cold sources in the areas of carbonate rock. However, sometimes water circulates deep beneath the surface and comes to the surface heated, but contains only meteogenic carbon dioxide. The content of dissolved inorganic carbon rarely exceeds 8 mmol / l (480 ppm as HCO₃), and calcium ions - 4 mmol / l (160 ppm as Ca). The stable isotopic composition of carbon averages about -10.

"Thermogenic" travertines

Usually formed in thermal springs in areas of abundant carbon dioxide (volcanic zones, areas of faults, etc.). Here, carbon dioxide can come from a large number of sources: hydrolysis and oxidation of reduced carbon, decarbonization of limestone, or directly from the upper mantle, mainly in areas of volcanic activity. High concentrations of carbon dioxide are capable of dissolving large amounts of carbonates. The typical contents of dissolved inorganic carbon are 10-100 mmol / l (400-4000 ppm as HCO_3) and calcium - 2-20 mmol / l (80-800 ppm as Ca). Content is 2-10 times higher than that of most “meteo-genic” travertines. The carbon isotopic composition is generally heavier than in meteoric travertines (usually from -3 to $+8$). These travertines have a more limited distribution, being mainly in areas of recent volcanic activity.

It is important to note that thermogenic waters will not necessarily be hot (although this is a very special case), the term “thermogenic” is more confined to the source, and not to the water temperature at the surface [67].

1.6.2. Classification of travertine by the texture features

Texture refers to a set of parameters, such as: relative position, density and size of the constituent parts of the rock. Density is related to the porosity of the sediments, and the nature of the porosity gives valuable information about the method of deposition.

The texture of travertines is most influenced by various bacteria and plants (higher and lower plants). But one should not forget about such important factors as sedimentation rate, mineralogy and degree of diagenesis.

There are a large number of travertine deposits, devoid of the plants and bacteria, which are often referred to under the term "sintering". They have their own set of the textures. The most recognizable of them is “foam rock”, which forms when travertine is deposited around gas bubbles [68].

1.6.3. Classification of travertines by morphological and facial criteria

The morphology of travertines mainly reflects the accretionary processes, rather than erosion. Depending on the degree of adhesion of the constituent parts

of the rock, travertine deposits vary in a wide range, from soft and crumbly to dense and massive.

The morphological classification below groups travertines can be divided into nine categories, divided into two subgroups. The first subgroup contains all autochthonous deposits associated with sources, streams, rivers, lakes, swamps and ending with allochthonous (detrital) travertines. Almost all the known travertines can be assigned to one of these categories.

Autochthonous travertines

The types of morphology of autochthonous travertins are shown in Figure 1.2 and table 1. 1.

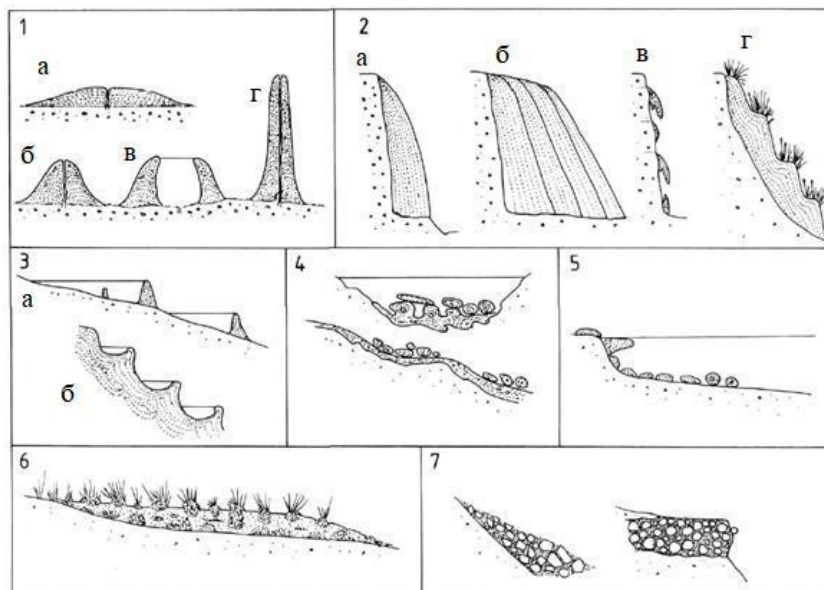


Figure 1.2 - Types of morphology of autochthonous travertines

1 – embankments and ridges with cracks: a – a gentle embankment, б – a steep embankment, в – a divided embankment, г – a high lake embankment; 2 – cascades: a – erosion type, б – cascade overlap, в – adherent, г – step-type cascades; 3 – rollers: a – large lake rollers, б – a system of small rollers on the slope of travertine deposits; 4, 5 – crusts; 6 – marsh deposits; 7 – conglomerates (Pentecost, 2005).

Table 1.1 - Types of morphology of the autochthonous travertines
(Pentecost, 2005) [68].

№	Types	Specifications
1	mounds	<p>Appear in two cases:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. emerging “mounds” form a dome shape around the source; most often formed from the thermogenic sources, but can also be formed from the meteogenic sources; 2. submerged "mounds", which are found in the salt lakes; they appear as a result of mixing groundwater and calcium-rich groundwater in the lake, which leads to the immediate precipitation of calcium carbonate.
2	cracked ridges	They appear as a result of a buildup around the outlets of the source along cracks and faults.
3	cascades	Two types of the cascade sediments are distinguished: the erosion deposits (formed in the waterfalls) and the accretionary deposits (formed in the places where accumulation prevails over erosion).
4	rollers	They differ from cascades by their vertical accretion, which can lead to the formation of the dams. There are two types: large lake rollers and a system of small rollers on the slope of travertine deposits.
5	crusts	<p>There are two types of crust: lake and river.</p> <p>River crusts are formed in the flowing water of small streams and large rivers. They develop on different substrates and can be smooth and leafy. There are also crusts, which can be spherical or spheroidal. River crusts can merge with cascades and rollers.</p> <p>Lake crusts have common features with river crusts. They mainly consist of oncoids located on the littoral sediments and the large reef-like aggregations.</p>
6	swamp deposits	Formed in the marsh conditions, where the stagnant water and a large amount of vegetation. These deposits are often mixed with marls and chalk.
7	conglomerates	The deposits consist of the lime sediment with gravel, alluvium, breccia, etc.

Allochthonous (debris) travertines

They are usually formed in the turbulent flows, due to which they are inevitably eroded and contain large amounts of detrital material.

A morphological classification of the allochthonous travertines (figure 1.3).

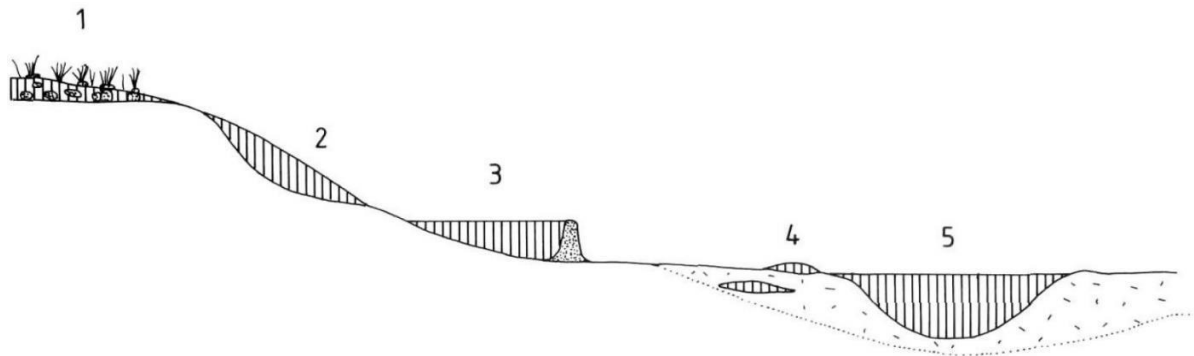


Figure 1.3 - Types of the allochthonous (detrital) travertine morphology

1 – a marsh complex, 2 – the alluvial slope deposits, 3 – the rollers, 4 – the floodplain bars, 5 – the filled depressions (Pentecost, 2005)

The following morphological types were identified: the swamp complex, the alluvial slope deposits, the rollers, the floodplain bars, and the filled troughs.

Later, the classification of the allochthonous (detrital) travertines was supplemented by Pedley in 1990, he divided them into five types (table 1.2).

Table 1.2 - Classification of the allochthonous (detrital) travertines (Pentecost 2005) [68]

Type	Description
Tuff with phytoclasts	Cemented fragments of the inlaid plants
Oncoid Tuff	Consists of the rounded carbonate grains
Tuff with interclasts	Clay or sand particles that form a grainy texture
Microdiertite tuff	Usually unstructured (lake chalk or drywall)
Peloid tuff	Formations with micrite, clotted, peloid or spartive microstructures and the absence of clearly defined macrostructures

1.7. Factors and mechanisms of the travertine formation

There are two main views on the formation of the travertines.

The predominance of the “abiotic” effects on carbonate deposition can be expected at a relatively short distance from the carbon dioxide source, as a result of the redistribution of excess carbon dioxide transported by groundwater to the atmosphere. In hard waters saturated with calcite, the strong aeration contributes to a significant precipitation of calcium carbonate [56].

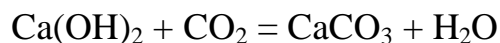
The predominance of “biogenic” effects on the formation of carbonates by a microbial photosynthetic activity can be expected later in the flow of water, after reaching equilibrium with the atmosphere [63]. The influence of the microbial biogenic processes on the nucleation and growth of mineral crystals is different (Freytet, 1998). They operate on a much smaller scale than the sedimentary processes, and with the participation of aquatic moss, creating the macrot textures and the travertine sediment structures [54].

1.7.1. Abiogenic travertinogenesis

Most travertines are formed as a result of the removal of carbon dioxide and soluble carbon dioxide from groundwater (Pentecost, 2005; Zhang, 2001) [20]. This usually occurs as a result of a drop in pressure associated with the release of groundwater to the surface, the assimilation of carbon dioxide by plants or its diffusion into the atmosphere due to the intense movement of water. As a result, a chemical reaction occurs by means of which water-insoluble calcium carbonate is released:



In some cases, travertines are formed as a result of the reaction between atmospheric carbon dioxide and highly alkaline groundwater [72]:



Such groundwater is most often found in the regions of development of rock serpentinization, or in contact with natural or industrial calcium hydroxide.

Another process can be described as alkalization of groundwater. It is observed when groundwater rich in calcium is mixed with highly alkaline surface water. Hydroxyl ions in surface waters with calcium bicarbonate, with

the formation of bicarbonate ion and the subsequent precipitation of calcium carbonate (Pentecost, 2005):



1.7.2. Biota Travertinogenesis

It is known that various microorganisms and plants play an important role in the precipitation of carbonates (table 1.3), creating the necessary conditions for this.

Most bacterial species, such as *Phormidium incrustatum*, *Chamaesiphon incrustans*, *Homoeothrix varians*, *Hydrococcus rivularis* (*Oocardium stratum*) are able to precipitate carbonates, creating favorable conditions for this (alkaline environment and large amounts of calcium ions). The deposition of carbonates by bacteria is a complex process involving metabolic pathways associated with the cycles of photosynthesis, nitrogen and sulfur, and ion exchange ($\text{Ca}^{2+}/\text{H}^+$) [56].

Table 1.3 - Ubiquitous travertine-forming organisms (Golubic, 2008) [56].

Type of organisms	Representatives
Cyanobacteria	Schizothrix, Phormidium, Rivularia
Green algae	Chlorotilium, Oocardium
Diatoms	Diatoma, Synedra, Achnantes, Gomphonema, Navicula
Mossy	Didymodon tophaceus, Eucladium verticillatum

The literature describes the precipitation of calcium carbonate by bacteria, which includes stoichiometric interactions between positively charged calcium ions and negatively charged the bacterial cell walls. These interactions lead to a change in the total charge of the cell wall, allowing the interaction of differently charged bacteria. Owing to these changes in total ionic charge, the bacterial aggregate increases the size of the biogenic carbonate, and the bacteria, in turn, become the core of this biomineral.

It was also shown that extracellular polymeric substances secreted by bacteria are involved in the process of biocalcification. They capture carbonate particles and serve as nucleation centers. The changes in the composition and concentration of extracellular polymeric substances affect both the morphology and mineralogy of carbonate formations. Extracellular polymeric substances also appear to be involved in increasing the size of crystals due to the aggregation of smaller crystals [56].

The aquatic mosses such as the *Cratoneurum commutatum*, *Eucladium verticillatum* and *Didymodon tophaceus* are known as travertine-forming organisms (table 1. 3). They thrive in aquatic environments where they can be encrusted with carbonate. Usually carbonate inlay occurs on old leaves or stems, and not on young, actively growing leaves. This may indicate that there is no direct relationship between mosses photosynthesis and carbonate deposition. Mosses stimulate the crystallization of carbonates at their tips, so as not to be cemented in carbonate. At the same time, the carbonate sedimentation is associated with the biofilms of microorganisms growing on moss over time.

The role that bryophytes play in the freshwater ecosystem is to provide the necessary cover for many invertebrates. Bryophytes also provide space on their surface for numerous bacteria, invertebrates and algae. Deposition of carbonate begins in crystallization centers in biofilms with cyanobacteria, diatoms and microscopic green algae. Carbon-encrusted “pillows” of moss form porous, spongy carbonate sediment that retains the shape of moss and is instantly fossilized. The porous, spongy texture of moss thallus provides the architectural basis for travertine deposits. If you look more closely at the surface of the moss, you can find the biofilms of cyanobacteria and diatoms, which are in close connection with calcite crystals. Without their contribution, the precipitation of calcium carbonate will still occur, but the precipitate may not be preserved in running water, but transported downstream [56].

The most intensive precipitation of microcrystalline calcite was observed in the presence of cyanobacteria (*Phormidium incrustatum*, *Chamaesiphon*

incrustans, *Homoeothrix varians*, *Hydrococcus rivularis*), diatoms (*Achnanthes affinis*, *Synedra vaucheriae*, *Cymbella affinis*, *Gomphonema olivaceum*) and green algae (*Oocardium stratum*, *Ulothrix*, *Scenedesmus*, *Chlorella*). In addition to physical, chemical and geological factors the species composition and density of the algae and cyanobacterial community seems to be of great importance for the formation of calcareous tuffs.

The precipitation of calcite by diatoms is more strongly associated with cellular products than with their photosynthetic activity. This is less pronounced in the case of cyanobacteria, where calcification occurs on extracellular shells encompassing cells. Crystalline growth of polymorphic modifications of calcite occurs around the gelatinous stems obtained by diatom cells. This relationship between the microbial product and the crystallization of the carbonate core is consistent with the concept of biomineralization.

1.8. MINERAL AND GEOCHEMICAL FEATURES OF TRAVERTINES

Travertines usually consist of two polymorphic modifications of calcium carbonate: calcite, aragonite with small admixtures of other components (MgO, Na₂O+K₂O, SrO, etc.) (Pentecost, 2005). In very rare cases, another polymorphic modification of calcium carbonate may be formed - vaterite. The studies have shown that calcite is the most thermodynamically stable among polymorphic modifications of calcium carbonate, and vaterite is the least stable (Kawano, 2009). The conditions under which these minerals are formed depend on the chemical composition of the source water, temperature, pressure and rate of release of CO₂. Given the wide range of conditions prevailing in the medium of travertine deposition, the mineralogy of travertines is of a considerable interest. In addition to calcium and carbonate ions, other neutral dissolved molecules and ions are incorporated into the crystal lattice or are trapped as inclusions. They can act as key factors in which travertines are formed.

Hydrothermal waters also contain a high concentration of other solutes that can co-precipitate with carbonate, forming other minerals [68].

Autochthonous and allochthonous travertines often contain different mineral paragenesis. Travertines vary considerably in carbonate content, but it almost always exceeds 95 wt. % Additional components include minerals that are formed during and after deposition, and the detritus allochthon component.

1.4.1. Calcite and aragonite

Travertine consists primarily of crystalline calcium carbonate. Calcite has a rhombohedral unit cell. The structure is a distorted NaCl (halite) structure in which Na atoms are replaced by Ca atoms, Cl atoms are CO₃ groups, and the cubic cell is compressed along the triple axis to rhombohedral. Anion CO₃²⁻ consists of a carbon atom surrounded by three equi-oxygenates from it, forming a nearly flat equilateral triangle. Calcium ions are located in the centers of the hexagons, the corners of which are occupied by oxygen atoms. Each oxygen atom is placed more or less symmetrically between two calcium ions and covalently bound carbon. Due to the large size of the carbonate group, there is a significant separation between oppositely charged ions. And therefore, despite the bivalence, calcite has a low hardness (in the region of three on the Mooca scale).

Aragonite is an unstable phase of calcium carbonate, and over a period of time of the order of 10-100 million years it changes to calcite. The transformation of aragonite to calcite is accompanied by an increase in volume. When heated above 400 ° C, aragonite rapidly transitions to calcite, and on fire it crumbles into fine calcite powder.

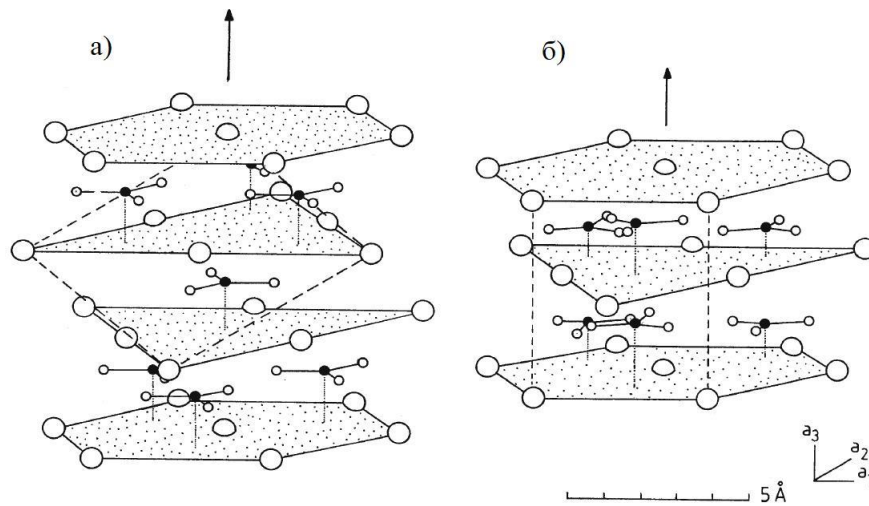


Figure 1.4 - The structures of calcite (a) and aragonite (b)

Large white circles - calcium cations, small white circles - oxygen and small black circles - carbon. The arrows indicate the direction of the c axis [68].

Aragonite is denser than calcite. Aragonite has a rhombic unit cell. Like calcite, the layer of cations is perpendicular to the c axis, but the location of the ions is very different. The structure is based on the deformed closest hexagonal packing of Ca²⁺ cations (figure 1.4, b). The packaging of CO₃²⁻ anions is somewhat more efficient than in calcite, which results in higher density (Greer, 2015) [57].

In both minerals, flat carbonate ions are oriented in flat sheets, which lead to strong birefringence, and in both structures each carbonate is surrounded by six calcium ions.

Vaterit is a very rare hexagonal modification of CaCO₃, which is metastable below 400 °C. It can be stabilized by sulfate. It is usually formed as a biomineral, in particular during the formation of gastropod shells, in this case it turns into aragonite with time, and then turns into calcite [52].

Usually, a phase transition from calcite to aragonite is impossible due to the high stability of calcite [57]. It is documented that when the concentration of magnesium in calcite increases, its growth can be inhibited, since magnesium ions are much more hydrated than calcium ions and, therefore, more strongly adsorbed on the surface of calcite (Folk, 1974) [53]. It is also worth noting that

magnesium is very limited to aragonite due to its more dense structure than calcite. Binding of magnesium ions to active zones of calcite growth may prevent further growth or enhancement of strain in the local crystal lattice and, consequently, increase the solubility of magnesium calcite compared to pure calcite (Nielsen, 2013) [66]. Thus, it will turn magnesium-containing calcite into an energetically less beneficial one. The solubility of calcite containing more than 4 mol. % of magnesium increases with its content (Mackenzie, 1983) [63]. Magnesia calcite with a magnesium content of more than 12 mol. % has a higher solubility than aragonite (Andersson, 2008) [48]. Therefore, at high magnesium concentrations, the formation of aragonite is thermodynamically and kinetically more favorable (Greer, 2015) [57].

Calcite in travertines usually has the following forms of crystals: lamellar crystals (figure 1.5, a), rhombohedrons and irregular intergrowths (figure 1.5, б, в) and prismatic crystals (figure 1.5, г). It can also form fine-grained aggregates.

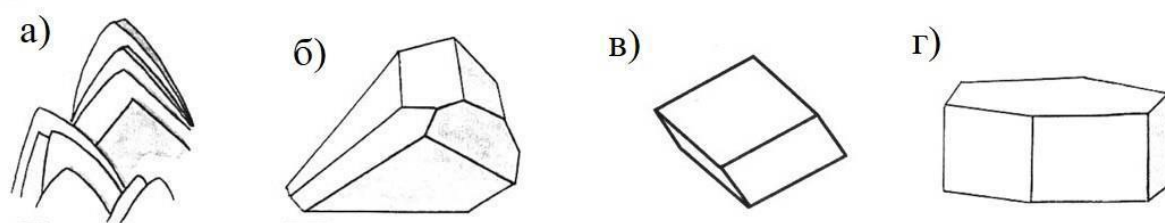


Figure 1.5 - Illustration of calcite crystals in travertines:

a – lamellar crystals ("Gothic arch"), б – improper accretion of rhombohedrons,
в – rhombohedron, г – prismatic [68]

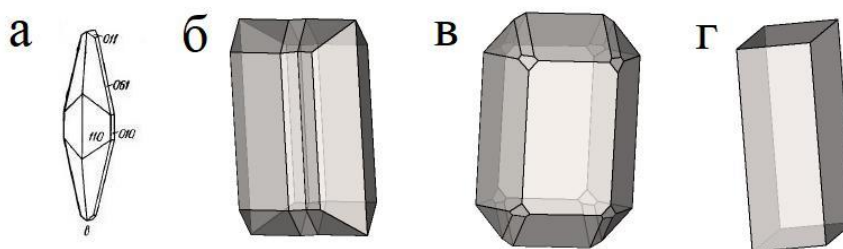


Figure 1.6 - Illustration of aragonite crystals in travertines

a – needle, spear-shaped, б – prismatic intergrowths, в – tablichaty, г – prismatic
(mindat.org).

Aragonite is usually found in the form of prismatic, columnar, tabular, needle and spear-shaped crystals. Aggregates are radially radial, columnar, fibrous, fine-grained (figure 1.6).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. - Л: Гидрометеиздат, 1970. - 443 с.
2. Безопасность жизнедеятельности. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех направлений и специальностей ТПУ. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 20 с.
3. Бейкер Дж. Л., Никитин М.Ю. (2013): Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. – В сборнике VIII Всероссийское совещание по изучению четвертичного периода. Ростов н/Д: Издательство ЮНЦ РАН – С. 61-63.
4. Буй Дык Тхань. Обнаружение новой особенности термальных подземных вод Тхань Тьюй // Геология минеральных вод. 2011. № 2. С. 30–35.
5. Геологический словарь Отв ред. Паффенгольц К.Н. 2-е издание, исправленное. — Москва: Недра, 1978. — 456 с.
6. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. (1953): Определить пресноводных водорослей СССР. Синезеленые водоросли. – М., Т. 2. 652 с
7. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. М.: Стандартиформ, 2017.
8. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. М.: Стандартиформ, 2015.
9. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. М.: Издательство стандартов, 1996.

10. ГОСТ 12.1.005-88 (с изм. №1 от 2000 г.) ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (дата введения 01.01.89).

11. ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. М.: Стандартинформ, 2018.

12. ГОСТ 12.1.030-81. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. М.: Издательство стандартов, 2001.

13. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. М.: Издательство стандартов, 1996.

14. ГОСТ 12.4.009-83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание. М.: Издательство стандартов, 2004.

15. ГОСТ Р 55710-2013. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений. М.: Стандартинформ, 2016.

16. Колокольцев В.Г., Никитин М.Ю., Ковалевская Е.О. (2014): Современные травертины в районе Санкт-Петербурга. - Журнал «Природа», №7, с. 17-29

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

18. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности. Учебно – методическое пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 144 с.

19. Ле Ту Хай. Результаты исследования термального минерального источника Тхань Тьюй. – Ханой, 2002, 50 с.

20. Ле Ту Хай. Доклад результатов исследования термальных источников Тхань Тьюй – Фу Тхо, 2001. – 143с.

21. Лепокурова, О. Е. Геохимия подземных вод севера Алтае-Саянского горного обрамления, формирующих травертины: автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – Томск, 2005. – 21 с.

22. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок, ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150–00, Москва, 2011.

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

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

25. Никитин М. Ю. (2015): Травертиногенез Ижорского плато в голоцене: автореф. дис. канд. географ. наук: 25.00.25. – С.-Петербур. гос. ун-т. – СПб., - 197 с

26. НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности «электроустановок 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.

27. Паффенгольца К. Н. и др. (1978): Геологический словарь в 2-х томах. – М. Недра.

28. Плюснин, А. М. Особенности формирования травертинов из углекислых и азотных термальных вод в зоне Байкальского рифта / А. М. Плюснин, А. П.Суздальницкий, А. А. Адушинов и др. // Геология и геофизика. – 2000. – Т. 41. – № 4. – С.564–570.

29. Приказ Минэнерго РФ от 13 января 2003 г. № 6 "Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей".

30. ПУЭ Правила устройств к персональным тва электроустановок (6-ое издание). М.: Госэнергонадзор, - 2000. - 260 с.

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

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

33. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические Межотраслевого микроклиматэлектронно-вычислительным машинам и организации работы. М.: Издательство стандартов, 2003. – 14 с.

34. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

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

36. СНиП 2.01.02-85 Огнестойкость зданий, сооружений.

37. СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование (дата введения 01.01.92).

38. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение, 1995.

39. Соктоев, Б. Р. Аномальные минералого-геохимические особенности термальных вод и травертинов в современных континентальных рифтовых системах и сопряженных с ними солевых отложений из питьевых вод / Б. Р. Соктоев, С. С. Ильенок, Л. П. Рихванов // Материалы Третьей Российской молодежной Школы с международным участием «Новое в познании процессов рудообразования». – Москва: ИГЕМ РАН, 2013. – С. 209-211.

40. Соктоев, Б. Р. Минералого-геохимические особенности травертинов современных континентальных гидротерм (скважина Г-1, Тункинская впадина, Байкальская рифтовая зона) / Б. Р. Соктоев, Л. П. Рихванов, С. С.

Ильенко и др. // Геология рудных месторождений. – 2015. – Т. 57. – № 4. – С. 370-388.

41. Трудовой кодекс Российской Федерации (по состоянию на 20 октября 2013 года). — Новосибирск: Норматика, 2013. – 206 с.

42. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», 2002.

43. Федеральный закон от 22.07.2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», 2008.

44. Федеральный закон от 28.12.2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», 2013.

45. Фролов А.В. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда / А.В. Фролов, Т.Н. Балаева. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 751 с.

46. Шварцев, С. Л. Геохимические механизмы образования травертинов из пресных вод на юге Западной Сибири / С. Л. Шварцев, О. Е. Лепокурова, Ю. Г. Копылова // Геология и геофизика. – 2007. – Т. 48. – № 8. – С. 852-861.

47. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю.. Геоэкологический мониторинг: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 276с.

48. Andersson A.J., Mackenzie F.T., Bates N.R. (2008): Life on the margin: implications of ocean acidification on Mg-calcite, high latitude and cold-water marine calcifiers. – Mar. Ecol. Prog. Ser. 373:265–273

49. Arp G., Reimer A., Reitner J (2001): Photosynthesis-induced biofilm calcification and calcium concentrations in phanerozoic oceans. – Science 292:1701–1704

50. Bischoff W.D., Bishop F.C., Mackenzie F.T. (1983): Biogenically produced magnesian calcite: inhomogeneities chemical and physical properties comparison with synthetic phases. – American Mineralogist, Volume 68, pages 1183-1188.

51. Falini G., Fermani S., Gazzanob M., Ripamonti A. (1998): Structure and morphology of synthetic magnesium calcite. – *J. Mater. Chem.*, 8(4), 1061–1065.
52. Fernandez-Diaz L., Fernandez-Gonzalez A., Prieto M. (2010): The role of sulfate groups in controlling CaCO₃ polymorphism. – *Geochim. et Cosmochim. Acta.*, 74, 6064–6076.
53. Folk R.L. (1974): The natural history of crystalline calcium carbonate; effect of magnesium content and salinity. – *J. Sediment. Res.* 44:40–53.
54. Freytet P., Verrecchia, E.P. (1998): Freshwater organisms that build stromatolites: a synopsis of biocrystallization by prokaryotic and eukaryotic algae. – *Sedimentology*, 45, 535–563.
55. Goldsmith J.R., Graf D.L., Heard H.C. (1961): Lattice constants of the calcium-magnesium carbonates. – *The Amer. Mineralog.*, vol. 46, 50-60.
56. Golubic S., Violante C., Plenkovic-Moraj A., Grgasovic T. (2008): Travertines and calcareous tufa deposits: an insight into diagenesis. – *Geo. Croatica. Zagreb*, 61/2–3, pp. 363–378.
57. Greer H.F., Zhou W., Guo L. (2015): Phase Transformation of Mg-Calcite to Aragonite in Active-forming Hot Spring Travertines. – *Miner Petrol*: 109: 453.
58. Jin D., Wang F., Yue L. (2011): Phase and morphology evolution of vaterite crystals in water/ethanol binary solvent. – *Cryst. Res. Technol.* 46:140–144.
59. Kawano J., Shimobayashi N., Miyake A., Kitamura M. (2009): Precipitation diagram of calcium carbonate polymorphs: its construction and significance. – *J. Phys. Condens. Matter* 21:425102–425107.
60. Komarek J., Anagnostidis K. (1998): Cyanoprokaryota 1. Chroococcales. – In: Ettl H., Gärtner G., Heynig H., Mollenhauer D. (eds), *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/1, p. 548, Gustav Fischer, Jena-StuttgartLübeck-Ulm.

61. Komarek J., Anagnostidis K. (2005): Cyanoprokaryota. 2. Oscillatoriales. – In: Büdel B., Krienitz L., Gärtner G. & Schagerl M. (eds), Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/2, p. 759, Elsevier/Spektrum, Heidelberg.
62. Loste E., Wilson R.M., Seshadri R., Meldrum F.C. (2003): The role of magnesium in stabilizing amorphous calcium carbonate and controlling calcite morphologies. – *J. Cryst. Growth* 254:206–218.
63. Mackenzie F.T., Bischoff W.D., Bishop F.C., Loijens M., Schoonmaker J., Wollast R. (1983): Magnesium calcites; low temperature occurrence, solubility and solid state behaviour. – *Rev. Mineral Geochem.* 11:97–144.
64. Merz-preiss M., Riding R. (1999): Cyanobacterial tufa calcification in two freshwater streams: ambient environment, chemical thresholds and biological processes. – *Sediment. Geol.*, 126, 103–124.
65. Nga C.C., Huang W.C., Chang C.C., Tzeng W.S., Chen T.W., Liu Y.S., Shyu Y.T. (2006): Tufa microbial diversity revealed by 16S rRNA cloning in Taroko National Park, Taiwan. – *Soil Biology & Biochemistry* 38, pp. 342–348.
66. Nielsen L.C., De Yoreo J.J., De Paolo D.J. (2013): General model for calcite growth kinetics in the presence of impurity ions. – *Geochim. Cosmochim. Acta.* 115:100–114.
67. Pentecost A., Viles H. A. (1994): Review and Reassessment of Travertine Classification. – *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 48, №3, pp. 305-314.
68. Pentecost, A. (2005): Travertine. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (446 pp.).
69. Shannon R. D. (1976): Revised Effective Ionic Radii and Systematic Studies of Interatomic Distances in Halides and Chalcogenides. – *Acta Cryst.*, A32, 751.
70. Vereshchagin O.S., Frank-Kamenetskaya O.V., Shumilova K.V., Khadeeva N.Yu. (2018): Carbonate sediments on decorative fountains in Peterhof, Russia. – *Environmental Earth Sciences.* - 77:56.

71. Vu B., Chen M., Crawford R.J., Ivanova E.P. (2009): Bacterial extracellular polysaccharides involved in biofilm formation. – *Molecules* 14:2535–2554.

72. Zhang, D., Zhang D., Zhu Y., Cheng X. (2001): Physical mechanisms of river waterfall tufa (travertine) formation. – *J. Sediment. Res.*, 71, 205–216.