

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Отделение геологии

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Формы нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях</b> УДК 552.54-021.58:550.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г51	Аламов Александр Дмитриевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Рихванов Леонид Петрович	Д.Г - М.Н., профессор		

Консультант

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

#### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Кащук Ирина Вадимовна	К.Т.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Белоенко Елена Владимировна	К.Т.Н.		

#### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Азарова Светлана Валерьевна	К.Г - М.Н.		

Томск – 2019 г.

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

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 05.03.06 «Экология и природопользование»

Уровень образования бакалавриат

Отделение геологии

Период выполнения (весенний семестр 2018/2019 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**

выполнения выпускной квалификационной работы студента гр. 2Г51 Аламова А.Д.  
 на тему: «Формы нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных  
 отложениях»

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

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.02.2019	<i>Формы нахождения химических элементов в карбонатных отложениях в природных и антропогенных условиях (литературный обзор)</i>	20
15.03.2019	<i>Материалы и методы</i>	20
30.03.2019	<i>Формы нахождения химических элементов</i>	30
17.04.2019	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережения</i>	15
30.04.2019	<i>Социальная ответственность</i>	15

**СОСТАВИЛ** Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Рихванов Леонид Петрович	Д.Г - М.Н., профессор		

Консультант

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

**СОГЛАСОВАНО:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Азарова С.В.	К.Г-М.Н.		

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ Азарова С.В.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Г51	Аламову Александру Дмитриевичу

Тема работы:

<b>Формы нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	3728/с от 14.05.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.04.2019
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <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>Исходными данными для работы являются материалы предоставленные сотрудниками отделения геологии ИШПР ТПУ .</p>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p><u>1. Формы нахождения химических элементов в карбонатных отложениях в природных и антропогенных условиях (литературный обзор)</u>  <u>1.1. Понятие форм нахождения химических элементов</u>  <u>1.2. Формы нахождения химических элементов в осадочных карбонатных отложениях</u>  <u>1.3. Формы нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях</u>  <u>2. Материалы и методы</u>  <u>2.1. Фактический материал и отбор проб</u>  <u>2.2. Лабораторно-аналитические исследования</u>  <u>2.2.1. Рентгеновская дифрактометрия</u>  <u>2.2.2. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ)</u>  <u>3. Формы нахождения химических элементов</u></p>
<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)</p>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Социальная ответственность	Белоенко Елена Владимировна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кащук Ирина Вадимовна
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
Нет	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	04.02.2019
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г51	Аламов Александр Дмитриевич		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Г51	Аламову Александру Дмитриевичу

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Геологии
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Экология и природопользование

Тема ВКР:

Формы нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Объектом исследования являются данные электронной микроскопии и рентгеновской дифрактометрии, полученные в результате анализа антропогенных карбонатных отложений.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя</li> </ul>	<i>Р 2.2.2006-05, ГОСТ 12.1.005–88, ГОСТ 12.1.012-2004, СН 2.2.4/2.1.8.562–96, СанПиН 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.038-82, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, ГОСТ 12.1.004- 91, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.</i>
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<i>Опасные факторы: поражение электрическим током; вредные факторы: отклонение показателей климата на открытом воздухе; отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны; электромагнитное излучение; степень нервно-эмоционального напряжения; шум.</i>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<i>При проведении камеральных работ на рабочей зоне образуются отходы V класса опасности (бумага, обрезки бумаги и мусор от уборки помещений).</i>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<i>Возможные ЧС – пожар в здании</i>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Белоенко Е.В.	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г51	Аламов Александр Дмитриевич		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Г51	Аламову Александру Дмитриевичу

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Геологии</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Экология и природопользование

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Расчет стоимости выполняемых работ, материальных ресурсов выполнялся согласно рыночной цене по городу Томск
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов согласно сборнику сметных норм на геолого-разведочные работы, выпуск 2 «Геолого-экологические работы»
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления внебюджетные фонды 30%

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Выполнение SWOT-анализа научного исследования
2. <i>Формирование плана и графика выполняемых работ</i>	Выбор направления исследований, литературный обзор (организационный период), пробоотбор (полевой этап), анализ проб (лабораторный этап), анализ данных, оформление отчетной документации (камеральный этап).
3. <i>Составление бюджета научно-исследовательской работы</i>	Расчет бюджетной стоимости научно-исследовательской работы по изучению форм нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях
4. <i>Определение финансовой, ресурсной (ресурсосберегающей) эффективности исследования</i>	Определение энергоэкономичности, экологичности, надежности, безопасности

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)**

1. Матрица SWOT
2. График проведения НИ (Диаграмма Ганта)

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2Г51	Аламов Александр Дмитриевич		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 64 с., 32 рис., 15 табл., 37 источников.

Ключевые слова: накипь, антропогенные карбонатные отложения, рентгеновская дифрактометрия, сканирующая электронная микроскопия, химические элементы, формы нахождения.

Объектом исследования являются антропогенные карбонатные отложения (накипь).

Цель работы – определить формы нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях.

В процессе исследования проводились: отбор проб, аналитические исследования (рентгеновская дифрактометрия, сканирующая электронная микроскопия), анализ полученных данных.

В результате исследования определены формы нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях.

Область применения и степень внедрения: полученные результаты могут быть использованы в практике эколого-геохимического мониторинга объектов питьевого водоснабжения, в минералогии и петрологии, в медицине (токсикологии, клинической химии), при оценке масштаба миграции химических элементов, при прогнозировании, поиске и оценке месторождений природных ресурсов. Материалы, полученные в процессе выполнения работы, могут быть использованы при проведении занятий по курсам «Экологический мониторинг», «Медицинская геология», «Геоэкология», «Геохимия», а также при написании курсовых и дипломных работ направления «Экология и природопользование» Инженерной школы природных ресурсов ТПУ. Экономическая значимость работы экономическая целесообразность и выгода не являются прямой целью работы. Работа носит фундаментальный характер. Планируется более детальный анализ полученных данных.

## Оглавление

Введение .....	10
1. Формы нахождения химических элементов в карбонатных отложениях в природных и антропогенных условиях (литературный обзор) .....	12
1.1. Понятие форм нахождения химических элементов .....	12
1.2. Формы нахождения химических элементов в осадочных карбонатных отложениях .....	12
1.3. Формы нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях .....	16
2. Материалы и методы.....	19
2.1. Фактический материал и отбор проб .....	19
2.2. Лабораторно-аналитические исследования .....	19
2.2.1. Рентгеновская дифрактометрия.....	20
2.2.2. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) .....	20
3. Формы нахождения химических элементов .....	23
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение .....	40
4.1. SWOT-анализ.....	40
4.2. Планирование научно-исследовательской работы.....	42
4.3. Расчет бюджетной стоимости научно-исследовательской работы по изучению форм нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях .....	44
4.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, экономической эффективности исследования .....	47
5. Социальная ответственность при определении форм нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях .....	50
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	51
5.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства. ....	51
5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя .....	51
5.2 Производственная безопасность .....	52
5.2.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов, которые могут возникнуть при проведении исследований.....	52

5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя.....	53
5.3 Экологическая безопасность .....	58
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	58
Заключение .....	60
Список литературы .....	61

## Введение

**Актуальность.** Актуальность данной работы заключается в необходимости решения различных проблем научного и практического характера. Знание форм нахождения химических элементов играет большую роль при поисках ответов на вопросы, которые возникают в таких областях, как геохимия, минералогия и петрология, а также для медицины (токсикологии, клинической химии). С этими знаниями можно оценивать возможность и масштаб миграции химических элементов в экзогенных и эндогенных условиях. Правильное определение форм нахождения химических элементов важно при прогнозировании, поиске и оценке месторождений природных ресурсов. Для правильного выбора технологии по добыче химического элемента из руды нужно знать форму его нахождения в геологическом объекте.

Знание форм нахождения химических элементов играет важную роль при решении различных задач в сфере геоэкологии. К примеру, для определения токсичного химического элемента, который может представлять угрозу экологической обстановке на территории в горных породах, слагающих данную территорию в форме, из которой он легко выносится и распространяется грунтовыми водами. Но если он располагается в виде химически устойчивого минерала, то даже при значительных его концентрациях он может не представлять существенной экологической опасности для данной территории.

**Цель работы:** определить формы нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях.

### **Задачи:**

1. Проанализировать данные, полученные методами рентгеновской дифрактометрии и сканирующей электронной микроскопии.
2. Сравнить полученные результаты с литературными данными.

**Объект исследования:** антропогенные карбонатные отложения (накипь).

**Предмет исследования:** минеральный и элементный состав антропогенных карбонатных отложений.

**Методы исследования.** В основу работы положены образцы антропогенных карбонатных отложений, отобранные сотрудниками отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов Томского политехнического университета. Базовыми аналитическими методами для определения форм нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях(накипи) являются рентгеновская дифрактометрия и сканирующая электронная микроскопия. Исследования проводились в учебно-научной лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» отделения геологии ТПУ.

#### **Научная новизна работы.**

- выявлены минеральные формы нахождения ряда химических элементов (Ca, Na, Mg, Al, Fe, Cu, Zn, Sr, Ag, Sn, Ba, Cr, Co, Ni, La, Ce) по данным рентгеновской дифрактометрии и сканирующей электронной микроскопии;
- полученные данные расширяют представление о процессах минералообразования в антропогенных условиях.

#### **Практическая значимость работы.**

Полученные данные могут быть использованы в практике эколого-геохимических исследований при оценке экологического состояния территорий.

#### **Благодарности.**

Автор выражает глубокую признательность научному руководителю, к.г.-м.н., старшему преподавателю отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов ТПУ Соктоеву Булату Ринчиновичу за консультации, научное сопровождение и методическую помощь на всем протяжении выполнения работы.

Автор признателен за консультирование по методу сканирующей электронной микроскопии к.г.-м.н., ассистенту отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов ТПУ Ильенок Сергею Сергеевичу.

# **1. Формы нахождения химических элементов в карбонатных отложениях в природных и антропогенных условиях (литературный обзор)**

## **1.1. Понятие форм нахождения химических элементов**

Изучение форм нахождения химических элементов остается одной из наиболее сложных и важных задач геохимии. Данная проблема актуальна в связи с необходимостью решения различных задач научного и практического значения.

Знание форм нахождения химических элементов играет большую роль при поисках ответов на вопросы, которые возникают в таких областях, как геохимия, минералогия и петрология, а также для медицины (токсикологии, клинической химии). В геологии данные о формах нахождения позволяют оценивать объем миграции химических элементов. Определение форм нахождения химических элементов важно при прогнозировании, поиске и оценке месторождений природных ресурсов. Форма нахождения химических элементов должна браться в расчет при разработке или определении методики для получения химического элемента из руды.

Знание форм нахождения химических элементов играет важную роль также при решении различных задач в сфере геоэкологии и охраны окружающей среды. К примеру, для определения токсичного химического элемента, который может представлять угрозу экологической обстановке на территории в горных породах, слагающих данную территорию в форме, из которой он легко выносится и распространяется грунтовыми водами. Но если он находится в виде химически устойчивого минерала, то даже при значительных концентрациях он может не представлять существенной экологической опасности на данной территории.

Понятие «форма нахождения химических элементов» было предложено в 1921 г. В.И. Вернадским [8]. Это понятие растолковывается им в значительной мере, исходя из представления о движении химических элементов в природе. Такие перемещения или миграции являются движением атомов при

образовании новых соединений, перемещении в жидкостях, газах, твердых телах, при жизнедеятельности живых организмов. А.Е. Ферсманом было предложено разделять миграцию в зависимости от внешних и внутренних факторов. К внутренним факторам он относит определенные качества химических элементов: их способность к образованию летучих или растворимых соединений, к осаждению из растворов и расплавов, сорбции и т.д. Эти качества объясняются, прежде всего, строением атомов. К внешним факторам относят параметры окружающей среды, которые влияют на миграции химических элементов: температура (Т), давление (Р), кислотность (рН) и окислительно-восстановительные (Еh) условия, в которых происходит миграция растворов и расплавов. Данная классификация условна, так как внешние факторы миграции одного элемента обусловлены внутренними факторами других (например, Еh и рН). Однако применительно к геохимии конкретного элемента такое деление вполне оправдано [26].

В.И. Вернадский предложил определять четыре основные формы нахождения химических элементов в земной коре: 1) горные породы и минералы (в том числе природные воды и газы); 2) живое вещество, 3) магмы (силикатные расплавы), 4) рассеянная форма. [26]. При этом каждую форму можно поделить на подгруппы, классы, типы и т.д. К примеру, в первой группе сильное отличие имеют минералы и природные воды (водные растворы).

Работы многих исследователей сосредоточены на изучение форм нахождения химических элементов в разных физико-химических системах.

А.А. Сауков изучал формы нахождения элементов в состоянии концентрации и рассеяния с последующим их разделением для различных фаз. Например, при концентрировании химических элементов в твердых фазах - это минеральные формы с соответствующими компонентами; в жидких фазах - раствор воды и растворенных соединений разных химических элементов; в газообразных фазах - важные составляющие газовых смесей. При рассеянном состоянии формы нахождения химических элементов в твердой фазе:

изоморфные смеси, сорбированное нахождение элементов, элементы, растворенные в воде [32].

Н.И. Сафронов разделяет формы нахождения элементов в атмосфере на две группы: минеральную и безминеральную. К безминеральной форме он относит: 1) растворимые вещества в горных породах (в жидком и твердом состояниях); 2) растворимые вещества во внутрикристаллических жидких и газообразных включениях; 3) концентрированное состояние элементов в минеральной форме; 4) растворимые вещества в поверхностных и подземных водах литосферы; 5) рассеянные элементы в атмосферном и почвенном воздухе; б) рассеянные элементы в живом веществе [33].

Л.В. Таусон для рудных элементов (Cu, Zn, Sn, Hg, Ag и др.) в гранитоидах представляет следующие формы нахождения химических элементов: 1) изоморфная примесь в породообразующих и акцессорных минералах; 2) атмосферное и молекулярное рассеяние элементов, которое возникает в результате разрушения изоморфных смесей, а также форм сорбционного захвата; 3) микроскопическое и субмикроскопическое выделение собственных рудных минералов с постоянным составом [6].

Научные исследования в этой области посвящены теоретическому и экспериментальному объяснению форм нахождения химических элементов. Большинство ученых пришло к выводу, что химические элементы, находящиеся в небольшом количестве, образуют либо свои минералы, либо входят в состав других. Все формы нахождения химических элементов показывают состояние элемента в определенных физико-химических условиях. Таким образом, форму нахождения элемента можно трактовать как физико-химическое состояние элемента, которое зависит от физико-химических условий внешней среды.

## 1.2. Формы нахождения химических элементов в осадочных карбонатных отложениях

Осадочные карбонатные отложения, которые слагают около 15 % поверхности суши, занимают огромную часть в составе осадочного слоя и подвержены влиянию факторов климата и окружающей среды [18]. Природные карбонатные отложения (известняки, травертины, гейзериты, сталактиты, сталагмиты) широко применяются в науках о Земле для изучения различных геологических процессов (тектонической активизации, палеосейсмических и палеоклиматических событий) [4;5]. Изучение их химического (элементного и изотопного) состава позволяет реконструировать условия окружающей среды, при которых происходило формирование отложений. Наиболее распространенными минералами в составе осадочных карбонатных отложений являются кальцит, доломит и арагонит. Такие минералы как анкерит, сидерит, родохрозит, магнезит и другие карбонатные минералы и породы появляются ограниченно, поэтому их химический состав изучен недостаточно. Поэтому в дальнейшем более подробно обсуждаются арагонит и кальцит. Кальцит по своему составу обычно подразделяют на высокомагнезиальный (с содержанием  $MgCO_3$  4-30 мол.%) и низкомагнезиальный (с содержанием  $MgCO_3$  менее 4 мол.%) [1]. Осадочные карбонатные отложения имеют в основном морское происхождение, так как молекулярное отношение Mg/Ca в морской воде составляют 5:1.

Минеральная фаза  $CaCO_3$  – это основной фактор, который определяет концентрацию примесей, входящих в данную структуру. Химические элементы могут входить в состав карбонатных минералов различными способами:

1. Замещение иона  $Ca^{2+}$  в структуре  $CaCO_3$ ;
2. Изоморфная интерстиционная примесь, располагающаяся между плоскостями структуры;
3. В результате движения в позициях кристаллической решетки;

4. По причине адсорбции, которая объясняется остаточными зарядами ионов.

На сегодняшний день хорошо изучен 1-й фактор, его возможно оценить количественно. Остальные три фактора не поддаются количественному учету и значение их, если сравнивать с первым фактором, невелико[1].

Современное осаждение карбонатов по большей части случается при участии биогенных факторов, которые действуют прямо (костный материал) и косвенно (меняются условия в окружающей среды: pH, Eh). Некоторые организмы образуют скелеты в условиях, близких к неорганическому равновесию с окружающей средой. Такие процессы могут приводить в первом случае к уменьшению, а в других к увеличению концентрации примесей в  $\text{CaCO}_3$  [4].

### **1.3. Формы нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях**

Основной формой нахождения химических элементов в различных системах транспортировки вод, теплообменной аппаратуры и др., являются карбонатные комплексы. В промышленных и бытовых условиях в теплообменных устройствах наблюдается образование карбонатных образований, которые известны как «накипь». Согласно Большой Советской Энциклопедии «накипь – твердые отложения, образующиеся на внутренних стенках паровых котлов, водяных экономайзеров, пароперегревателей, испарителей и других теплообменных аппаратов, в которых происходит испарение или нагревание воды, содержащей те или иные соли». Накипь бывает разных видов и различается она по химическому составу, она бывает: 1) карбонатная (углекислые соли кальция и магния –  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ); 2) сульфатная ( $\text{CaSO}_4$ ); 3) силикатная (кремнекислые соединения кальция, магния, железа, алюминия) (рисунок 1.3.1) [7].

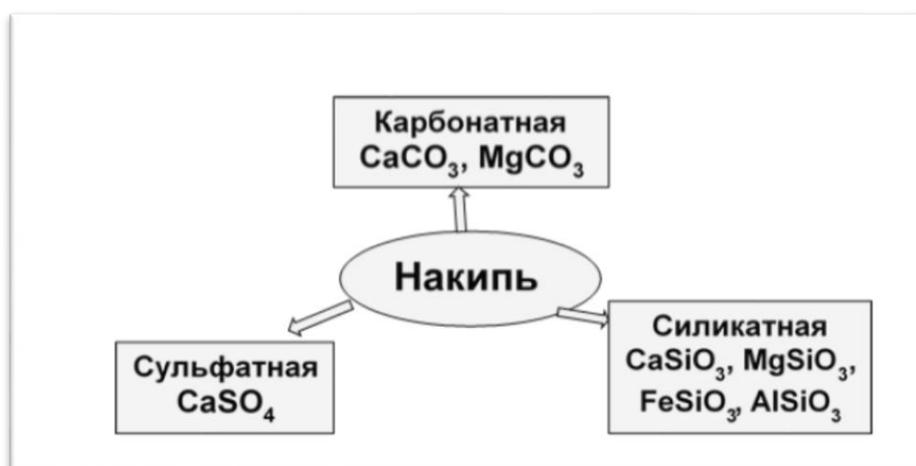


Рисунок 1.3.1 – Разновидности антропогенных карбонатных отложений (накипи) [35]

Образование накипи – это сложный физико-химический процесс, который зависит от многих факторов: температура, гидродинамика, химический состав воды и др. Основным условием образования твердой фазы определенного вещества в воде является пересыщение по этому соединению, которое зависит от произведения растворимости (ПР). Главными катионами, содержащимися в природной воде, являются  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ , анионами –  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ . Небольшой показатель произведения растворимости подходит для  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  и  $\text{CaSO}_4$ . Эти химические соединения имеют также отрицательный температурный коэффициент растворимости, т.е. с увеличением температуры их произведение растворимости уменьшается (таблица 1.3.1).

Таблица 1.3.1 – Произведения растворимости основных накипеобразователей [1]

Температура, °С	25	50	100	150	200
ПР ( $\text{CaSO}_4$ ) · $10^{-5}$ – ангидрит	3.7	1.9	0.31	0.027	0.001 4
ПР ( $\text{MgCO}_3$ ) · $10^{-6}$	7.9	1.8	0.09	0.005	0.003
ПР ( $\text{CaCO}_3$ ) · $10^{-9}$	4.4	2.2	0.47	0.053	0.004
ПР ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) · $10^{-12}$	6.6	6.4	4.1	1.3	0.32
ПР ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) · $10^{-5}$ – гипс*	2.5	2.1	1.0	-	-

Примечание: \* – значения ПР гипса взяты из работы [19].

Исходя из табличных значений, делается вывод, что при одинаковой концентрации ионов  $\text{CO}_3^{2-}$  для создания насыщенного минерального раствора по  $\text{MgCO}_3$  или по  $\text{CaCO}_3$ , концентрация ионов  $\text{Mg}^{2+}$  должна быть на много больше, чем ионов  $\text{Ca}^{2+}$ . Из-за этого основной минеральной фазой в антропогенных карбонатных отложениях является  $\text{CaCO}_3$  [22]. Схема образования накипи показана на рисунке 1.3.2.

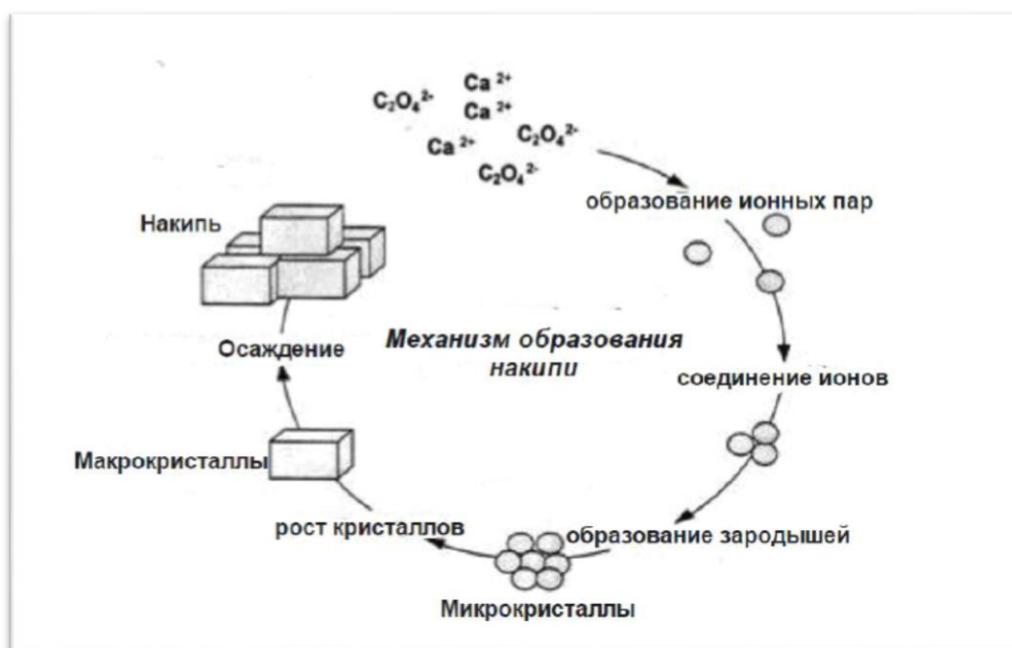


Рисунок 1.3.2 – Схема образования накипи [35]

Исследование антропогенных карбонатных отложений (накипи), которые образуются на различных стадиях подготовки и обработки водоснабжения, актуально во всем мире. Основной проблемой является ее удаление и способы разрушения.

## **2. Материалы и методы**

### **2.1. Фактический материал и отбор проб**

Объектом исследования являются пробы антропогенных карбонатных отложений, отобранные из бытовой теплообменной аппаратуры у местного населения. Предметом исследования является их элементный состав и формы нахождения этих элементов.

Антропогенные карбонатные отложения в виде накипи отбирались из различной бытовой посуды, в которой многократно кипятилась вода, используемая для питьевого водоснабжения (эмалированные и электрические чайники, кастрюли, котлы). Если антропогенные карбонатные отложения (накипь) были плотно закреплены на стенках теплообменной аппаратуры, то отбор выполнялся с помощью скальпеля, изготовленного из нержавеющей стали, что позволяет свести риск «заражения» пробы посторонними включениями к минимально возможному. Во всех полученных пробах использовалась обычная водопроводная вода или вода из скважин (колонок). Влияние материала различных типов посуды (полимерной и эмалированной) на химический состав накипи достаточно изучен в исследованиях Монголиной Т.А. [25] и Соктоева Б.Р. [35]. Как правило, при сравнении и анализе полученных результатов по накипи, которая отбиралась из различной посуды и аппаратуры, показывают, что посуда и аппаратура не влияет на минеральный и химический состав накипи (рисунок 2.1.1).

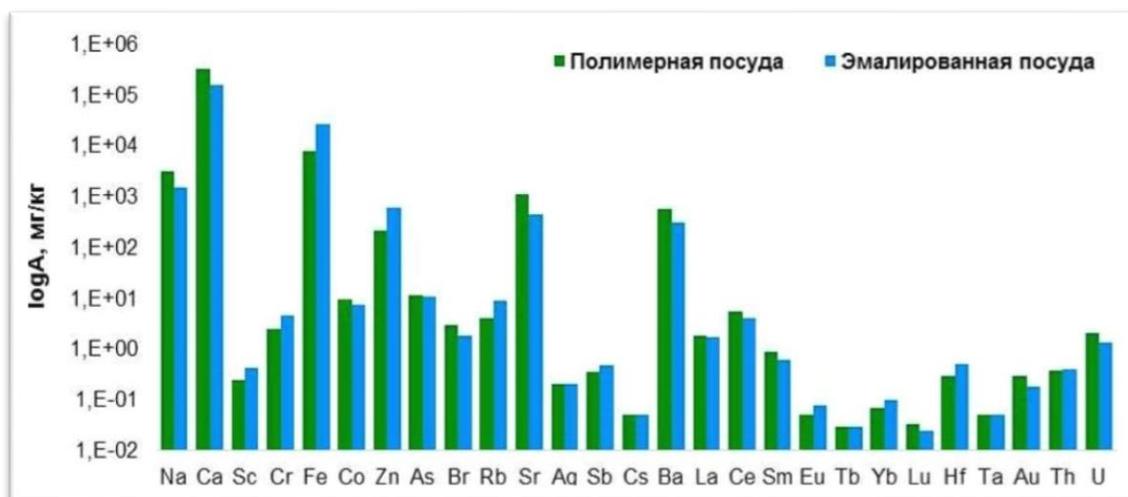


Рисунок 2.1.1 – Сравнительный анализ содержания химических элементов в накипи, образующейся в разной посуде [25]

## 2.2. Лабораторно-аналитические исследования

При выполнении работы, основные аналитические методы были направлены на определение минерального и элементного состава антропогенных карбонатных отложений и их форм нахождения. Все отобранные пробы анализировались в лабораториях, имеющих сертификат и работающих по аттестованным методикам. основополагающим правилом к аналитическим работам при эколого-геохимических исследованиях является удовлетворительная воспроизводимость и правильность определений. Для определения форм нахождения химических элементов применялись следующие аналитические методы: рентгеновская дифрактометрия, сканирующая электронная микроскопия (СЭМ).

### 2.2.1. Рентгеновская дифрактометрия

Рентгеновская дифрактометрия применялась для определения минерального состава антропогенных карбонатных отложений (накипи). Исследования были проведены в учебно-научной лаборатории оптической и электронной микроскопии Международного инновационного научно-образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» отделения геологии ТПУ.

Рентгеновская дифрактометрия (XRD – X-ray diffractometry) основана на способности рентгеновских лучей отражаться от плоских сеток, образованных атомами в кристаллической решетке минерала, что приводит к возникновению дифракционных отражений (дифракционных максимумов), каждое из которых характеризуется определенным межплоскостным расстоянием и интенсивностью.

Рентгенофазовый анализ образцов накипи проводился на рентгеновском дифрактометре Bruker D2 Phaser (рисунок 2.2.2) с реализацией съемки рентгенограмм в геометрии Брегга-Брентано.

Подготовка заключается в измельчении проб до состояния пудры в агатовой ступке. Пробу в получившемся состоянии помещают в специальную кювету из органического стекла и выравнивают до плоской поверхности. Для расшифровки полученных дифрактограмм применяется специальное программное обеспечение Difrac.EVA на основе баз данных рентгеновской порошковой дифрактометрии PDF2 Международного центра дифракционных данных (ICDD, Denver, USA).

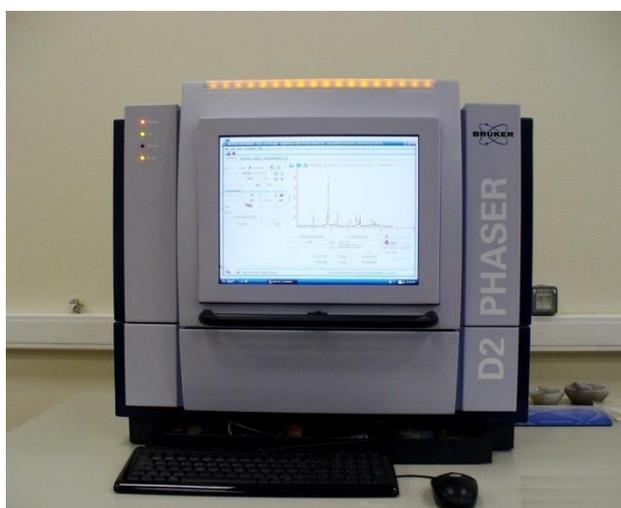


Рисунок 2.2.2 – Рентгеновский дифрактометр Bruker D2 Phaser

### 2.2.2. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ)

Исследования методом СЭМ производились в учебно-научной лаборатории оптической и электронной микроскопии МИНОЦ «Урановая геология» отделения геологии ТПУ (консультант – С.С. Ильенок). Основным плюсом СЭМ является высокая разрешающая способность, благодаря чему существует возможность разглядеть частицы размером до десятков нанометров, и проведение количественного рентгеноспектрального анализа.

Изучение форм химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях (накипи) проводилось на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N (рисунок 2.2.3). Пробы исследовались при низком вакууме в режиме обратно-рассеянных электронов, с определением состава отдельных минералов.



Рисунок 2.2.3. – Сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400

#### 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение

Данная выпускная квалификационная работа представлена научно-исследовательской работой с целью изучения форм нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях. Полученные результаты могут быть использованы для отражения качества питьевых вод, употребляемых населением в течение длительного времени.

Для этого необходимо произвести следующие виды работ, которые выполняются последовательно: эколого-геохимические, лабораторные и камеральные. С целью выявления денежных затрат, связанных с выполнением технического задания, необходимо определить прежде всего время выполнения отдельных видов работ по исследованию, спланировать их последовательное выполнение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ.

##### 4.1. SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Сильные и слабые стороны – это внутренняя среда, то что имеется уже на текущий момент времени. Возможности и угрозы – факторы внешней среды, они могут произойти, а могут и нет, это зависит в том числе и от принятых действий и решений. Матрица SWOT-анализа представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Матрица SWOT-анализа

	<b>Сильные стороны научно-исследовательской работы:</b> С1 Простота исследования С2 Заявленная эффективность	<b>Слабые стороны научно-исследовательской работы:</b> Сл1 Длительное время предоставления результатов анализа из-за занятости
--	--	---

	<p>исследования С3 Экологичность исследования С4 Определение форм нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях</p>	<p>используемого оборудования. Сл2 Отсутствие полноценного опыта проведении исследования Сл3 Дорогостоящие анализы</p>
<p><b>Возможности:</b> В1 Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2 Разработка научного исследования В3 Продолжение научных исследований с целью выявления динамики образования форм нахождения химических элементов в накипи В4 Возможность прогнозировать загрязнения окружающей среды В5 Отражение качества питьевых вод, употребляемых населением</p>	<p>В1В2В3С1С2С3С4 В4С2С4 В5С2С4</p>	<p>В2В4Сл1Сл2Сл3 В1Сл1Сл2 В5Сл3</p>
<p><b>Угрозы:</b> У1 Иные конкурентные методы усовершенствования исследования У2 Вероятность воздействия внешних факторов на отбор проб</p>	<p>У2У3С1С2С3С4</p>	<p>У1У2Сл2 У4Сл3</p>

и проведения анализа У3 Изменение законодательства У4Урезание финансирования исследования		
--	--	--

Вывод: Из составленной матрицы SWOT-анализа видно, что возможности коррелируют с сильными сторонами проекта, это может говорить об их единой природе. Использование инфраструктуры ТПУ при разработке научного исследования с последующим продолжением работы дают преимущество над конкурентными разработками из-за простоты исследования, заявленной эффективности исследования, что дает нам нужный результат и компенсируют отсутствие опыта.

#### **4.2. Планирование научно-исследовательской работы**

*1. Организационный период.* На стадии организационной подготовки ставится задача на проведение эколого-геохимических исследований, производится подбор инженерно-технического персонала, специальной аппаратуры, оборудования, снаряжение и материалы, распределяются обязанности между сотрудниками, осуществляются мероприятия по безопасному ведению работ.

*2. Полевые работы.* Содержание работ: отбор проб антропогенных карбонатных отложений (накипи), упаковка проб и их нумерация, регистрация проб в журнале.

*3. Лабораторные работы.* Этот этап работ включает подготовку проб для сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Подготовка проб для СЭМ заключается в высушивании проб воздушным способом и истирании, пробы имеют массу около 45г.

*4. Камеральные работы.* Камеральная обработка материалов включает: сбор и систематизацию информации об изучаемой территории; дополнительный сбор исходных данных и их систематизацию в послеполевой

период; собственно, камеральную обработку материалов; составление графиков и построение карт; оформительские работы.

*Календарный план* - это оперативный график выполнения работ. Для иллюстрации календарного плана работы приведена диаграмма Ганта, на которой работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работ. Для удобства отображения каждый месяц разделен на декады в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Календарный план-график

№ работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>кi</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ														
				январь			февраль			март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Выбор направления исследований, литературный обзор (организационный период)	Руководитель, инженер	20, 20	■			▨											
2	Пробоотбор (полевой этап)	Инженер	20				▨											
4	Анализ проб (лабораторный этап)	Руководитель, инженер	5, 20							■								
5	Анализ данных, оформление отчетной документации (камеральный этап)	Руководитель, инженер	20, 50							■			▨					

Условные обозначения:

■ Руководитель      ▨ Инженер

Из календарного план-графика выходит, что суммарное количество рабочих дней руководителя составляет 45, суммарное количество рабочих дней инженера составляет 110.

### 4.3. Расчет бюджетной стоимости научно-исследовательской работы по изучению форм нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях

Виды, условия и объемы работ представлены в таблице 4.3. На основании технического плана рассчитываются стоимость времени и труда.

Таблица 4.3 – Виды и объемы проведения исследовательской работы

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм	Кол-во		
1	Полевые работы	Количество проб	41	Отбор проб накипи из теплообменного оборудования	Полиэтиленовые пакетики, пластмассовая лопатка
2	Лабораторные работы	Количество проб	41	Пробоподготовка материала	ступка, двусторонний скотч, пинцет
3	Камеральные работы	Количество проб	24	Определение форм нахождения химических элементов в накипи	Сканирующий электронный микроскоп
		отчет	1	Обработка данных, анализ материала	Персональный компьютер

### Расчет затрат на материалы для научно-исследовательской работы

Нормы расхода материалов определяются согласно СН, вып. 2 «Геоэкологические работы». Расчет затрат материалов для камерального периода осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества по городу Томску.

Результаты расчета затрат материалов представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Расход материалов на проведение исследований

Наименование и характеристика	Количество, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
-------------------------------	-----------------	------------	-------------

изделия			
Канцелярские товары	1	650	650
Пакеты полиэтиленовые (фасовочные)	50	2	100
Химические реактивы для физ.хим. исследования	1	150	150
Вата медицинская	1	130	130
Итого			1030

### Расчет затрат на оплату труда

Оплата труда зависит от оклада и количества отработанного времени, при расчете учитываются премиальные начисления и районный коэффициент. Так формируется фонд оплаты труда.

С учетом дополнительной заработной платы формируется фонд заработной платы. Итоговая сумма, необходимая для оплаты труда всех работников, составляется при учете страховых взносов, затрат на материалы, командировок и резерва. Дневная ставка инженера и руководителя взята в среднем по НИИ ТПУ.

Расчет оплаты труда представлен в таблице 4. 5. Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$ЗП = \text{Окл} * Т * К,$$

где ЗП - заработная плата, Т - отработано дней (дни, часы), Окл - оклад (руб.), К - коэффициент районный.

$$\text{ДЗП} = ЗП * 7,9\%,$$

где ДЗП - дополнительная заработная плата (%).

$$\text{ФЗП} = ЗП + \text{ДЗП},$$

где ФЗП - фонд заработной платы (руб.).

Дополнительная заработная плата равна 7,9% от основной заработной платы, за счет которой формируется фонд для оплаты отпуска.

Таблица 4.5 – Расчет оплаты труда

Наименование расходов		Един.изме р.	Затрат ы труда	Дневна я ставка, руб	Индекс удорож ания	Сумма основных расходов
Основная заработная плата:						
Руководитель	1	чел-день	45	1320	1,022	60 706,8
Инженер	1	чел-день	110	723	1,022	81 279,66
Итого:						141 986,46
Дополнительна я зарплата	7,9 %					11 216,93
Итого с р.к.	1,3					153 203,39
Страховые взносы	30%					45 961,01
Итого						199 164,49

### Контрагентные расходы

Лабораторно-аналитические исследования отобранных проб накипи будут производиться в учебно-научной лаборатории МИНОЦ "Урановая геология" отделения геологии ТПУ. Расчет затрат работы представлен в таблице 4.6.

Таблица 4.6. Расчет стоимости работ

Метод анализа	Количество проб	Стоимость, руб.	Итого, руб.
СЭМ (сканирующая электронная микроскопия)	41	1500	61500

### Формирование бюджета затрат научно-исследовательской работы

Рассчитанная величина затрат на проведение научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета. Определение бюджета затрат на проведение научно-исследовательской работы приведено в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Расчет бюджета затрат

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	1030
2. Контрагентные затраты	61 500
3. Затраты по основной заработной плате	141 986,46

исполнителей	
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	11 216,93
5. Отчисления во внебюджетные фонды	45 981,01
6. Накладные расходы	41 874,304
Бюджет затрат	303 588,7

#### 4.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, экономической эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат двух вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносится финансовое значение по варианту исполнения. За аналог принимался расчет бюджета затрат в лаборатории ЦКП "Микроанализ".

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{303\,588,7}{303\,588,7} = 1$$

$$I_{\Phi}^a = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{346\,355,3}{303\,588,7} = 1,14$$

где  $I_{\Phi}^p$  - интегральный финансовый показатель разработки;  $\Phi_{pi}$ -стоимость  $i$ -го варианта исполнения;  $\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательской работы (в т.ч. аналог).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разы.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p,$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;  $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;  $b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;  $n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, пример которой приведен ниже.

Таблица 4.8 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения работы

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Текущая работа	Аналог
1. Энергоэкономичность	0,2	5	4
2. Экологичность	0,2	5	3
3. Надежность	0,25	5	4
4. Безопасность	0,35	5	3
ИТОГО	1	20	14

Основываясь на данных таблицы показатели ресурсоэффективности текущей работы и аналога принимают следующие значения:

$$I_m^p = 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,35 = 5$$

$$I_m^a = 4 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,35 = 3,45$$

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

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p} = \frac{5}{1} = 5$$

$$I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_{\phi}^a} = \frac{3,45}{1,14} = 3,02$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность исследования.

Сравнительная эффективность исследования рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финаi}^{ai}}$$

где  $\mathcal{E}_{cp}$  – сравнительная эффективность исследования;

Таблица 4.9 – Сравнительная эффективность исследования

№ п/п	Показатели	Аналог	Текущая работа
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1,14	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,45	5
3	Интегральный показатель эффективности	3,02	5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,71	1

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет судить о приемлемости существующего варианта решения поставленной в научно-исследовательской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Таким образом, в научно-исследовательской работе была определена продолжительность выполнения всего комплекса работ, сформирован бюджет затрат на весь комплекс работ, определена ресурсная, финансовая эффективность исследования, стоимость которого составила 303 тысяча 588 рублей и 70 копеек.

## **5. Социальная ответственность при определении форм нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях**

Международный стандарт ICCSR 26000:2011 «Социальная ответственность организации» включает в себя вопросы об охране окружающей среды и ресурсосбережению, промышленной производственной безопасности, о возможности возникновения чрезвычайных ситуаций и принятии решений, исключающих несчастные случаи на производстве и вредное воздействие на природу [21].

Данная выпускная квалификационная работа представлена научно-исследовательской работой, во время выполнения которой были осуществлены следующие этапы:

1) полевой этап, заключающийся в отборе проб антропогенных карбонатных отложений в разных частях РФ: Забайкальский край, Республика Бурятия, Республика Башкортостан, Томская область.

2) лабораторный этап, представленный дальнейшей обработкой и подготовкой проб антропогенных карбонатных отложений к анализу. При осуществлении лабораторного этапа работ проводилась подготовка проб к дальнейшим исследованиям, в ходе которой пробы высушивались воздушным способом.

3) камеральный этап, в ходе которого осуществлялись обработка результатов анализов проб, их систематизация, расчет геохимических показателей и их сравнительных характеристик, оформление итоговых данных в виде таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, а также набор текста на персональном компьютере.

Работы на лабораторном и камеральном этапе проводились в помещении в 20 корпусе ТПУ на 4 этаже отделения геологии в 437 аудитории. Размеры аудитории составляют: длина – 10 метров, ширина – 5 метров, высота - 3,5 м. В помещении имеется 2 компьютера, а также находятся инструменты для лабораторных исследований.

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

### **5.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.**

Согласно Конституции Российской Федерации, каждый гражданин имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. В Федеральном законе Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ главе 1 статье 5 утверждены права и обязанности работника в связи с проведением специальной оценки условий труда [36].

При проведении камеральных работ в аудитории осуществляется длительная работа с компьютером, в среднем через 2 часа наблюдается утомление. Во избежание дальнейшего ухудшения состояния и снижения активности, необходимо соблюдать правильный режим работы и отдыха. Также необходимо использовать регламентированные микроперерывы для осуществления массажа пальцев и гимнастики для глаз. Соблюдение данных мер позволяет снизить психологическую нагрузку, утомляемость, а также послужить профилактикой нарушения зрения.

### **5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя**

Рабочее помещение, в котором проводились лабораторные и камеральные работы по исследованию форм нахождения химических элементов антропогенных карбонатных отложений, соответствует всем требованиям СанПиНа 2.2.2/2.4.1340-03 [29]:

- 1) рабочее место располагается так, чтобы естественный свет падает преимущественно слева;
- 2) окна в помещении оборудованы регулируемыми устройствами (занавески);
- 3) расстояние между рабочими столами с видеомониторами имеют расстояние не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов не менее 1,2 м;

4) монитор, клавиатура и корпус компьютера находятся прямо перед пользователем и не требуют поворота головы или корпуса тела;

5) рабочий стол и посадочное место имеют такую высоту, при которой уровень глаз пользователя находится чуть выше центра монитора;

6) монитор находится от оператора на расстоянии 50–70 см, на 20° ниже уровня глаз; клавиатура расположена на такой высоте, чтобы пальцы рук располагались на ней свободно, без напряжения, а угол между плечом и предплечьем составляет 100-110°;

7) рабочий стул (кресло) подъемно – поворотное и регулируемое по высоте и углу наклона сидений и спинки, с надежной фиксацией стула и полумягким воздухопроницаемым покрытием;

## 5.2 Производственная безопасность

### 5.2.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов, которые могут возникнуть при проведении исследований

В таблице 5.1 представлены основные элементы научно-исследовательской работы «Формы нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях», формирующие опасные и вредные факторы в соответствии с ГОСТом 12.0.003-2015 [10].

Таблица 5.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003- 2015) [10]	Этапы работ		Нормативные документы
	Лаборато	Камераль	
1.Отклонение показателей	+	+	Р 2.2.2006-05 [27], ГОСТ 12.1.005– 88 [13], ГОСТ 12.1.012-2004 [14], СН 2.2.4/2.1.8.562–9 [34], СанПиН

микроклимата			2.2.4.548-96 [31], ГОСТ 12.1.038-82 [15], СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [28], ГОСТ 12.1.004- 91 [12], СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [29].
2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.	+	+	
3. Электромагнитное излучение	+	+	
4. Степень нервно-эмоционального напряжения	+	+	
5. Шум	+	+	

### **5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя**

#### **Отклонение показателей микроклимата**

Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ЭВМ. Компьютерная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении.

Отклонение показателей может оказывать негативное воздействие на организм, следствиями которого могут быть заражения болезнетворными микроорганизмами, пересыхания и растрескивания кожи и слизистой, также заметно снижая работоспособность. Для подачи воздуха в помещение используются системы механической вентиляции и кондиционирования, а

также естественная вентиляция (проветривание помещений), регулируется температура воздуха с помощью кондиционеров как тепловых, так и охлаждающих. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата (таблица 5.2)

Таблица 5.2 – Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96) [31]

Сезон года	Категория тяжести и выполняемых работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактич. значение	Допустим. значение	Фактич. значение	Допустим. значение	Фактич. значение	Допустим. значение
Холодный	1б	18-22	19-24	60-70	15-75	0,1	0,1-0,2
Теплый	1б	21-25	20-28	60-70	15-75	0,2	0,1-0,3

Для поддержания вышеуказанных параметров воздуха в помещениях необходимо применять системы вентиляции и кондиционирования.

### **Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости. Нормирование освещенности производится согласно СП 52.13330.2016 [37], в котором прописаны требования к качеству освещения: равномерное распределение яркости и отсутствие резких теней; в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость; освещенность должна быть постоянной во времени; оптимальная направленность светового потока; освещенность должна иметь спектр, близкий к естественному.

Работы проводятся в аудитории имеющей, как естественное (окна) освещение, так и искусственное (лампы). Естественное освещение

осуществляется через боковые окна. Общее искусственное освещение обеспечивается 15 светильниками, встроенными в потолок и расположенными в 5 рядов параллельно рядам столов с ЭВМ, что позволяет достичь равномерного освещения. В таблице 5.3 представлена информация о норме освещённости рабочего места.

Таблица 5.3 –Норма освещенности рабочего места (СП 52.13330.2016) [37]

Тип помещения	Нормы освещенности, лк при освещении	
	Комбинированное	Общее
Машинный зал	750	400
Помещение для персонала, осуществ. техническое обслуживание ПЭВМ	750	400

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования ЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и для регулирования яркости окон могут быть применены занавеси, шторы, жалюзи.

### **Электромагнитное излучение**

Источниками электромагнитных полей на рабочем месте могут быть: монитор, системный блок ПК; электрооборудование (электропроводка, сетевые фильтры, источники бесперебойного питания).

Переменное электромагнитное поле имеет электрическую и магнитную составляющие, поэтому контроль проводится отдельно по двум показателям:

- напряженность электрического поля (E), в В/м (Вольт-на-метр);
- индукция магнитного поля (B), в нТл (наноТесла).

Измерение и оценка этих параметров выполняется в двух частотных диапазонах:

- диапазон № I (от 5 Гц до 2 кГц);
- диапазон № II (от 2 кГц до 400 кГц).

Электростатическое поле характеризуется напряженностью электростатического поля (E), в кВ/м (килоВольт-на-метр).

Таблица 5.4 – Санитарные нормы параметров электромагнитных полей на рабочих местах по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [29]

Параметр	Частотный диапазон	Санитарная норма (не более)
Напряженность электрического поля (E)	5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Индукция магнитного поля (B)	5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля (E)	0 Гц	15 кВ/м
Фоновый уровень напряженности электрического поля промышленной частоты (E)	50 Гц	500 В/м
Фоновый уровень индукции магнитного поля промышленной частоты (B)	50 Гц	5 мкТл

При постоянной незащищенной работе с ПК происходит воздействие на такие чувствительные системы организма человека, как нервная, иммунная, эндокринная, и половая.

Для защиты от внешнего облучения, возникающего при работе с персональным компьютером и дисплеем, проводятся следующие мероприятия: для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы; дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана

до

оператора было не менее 60-70 см; также применяют экранирование [6].

### **Степень нервно-эмоционального напряжения**

Проведение камеральных работ по исследованию форм нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях осуществляется длительным взаимодействием с компьютером. Вследствие этого возникает нервно-эмоциональное напряжение, вызывающее резкую утомляемость, ухудшается зрение. 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. Расстояние от глаз до экрана компьютера должно быть не менее 60 см. Монитор должен быть расположен на уровне глаз [37].

### **Шум**

Источниками шума в компьютерной аудитории является работа вентилятора, охлаждающего системный блок и работа принтера, а также звук от эксплуатации автомобилей. Повышенный уровень шума может привести к головным болям, быстрой утомляемости, раздражительности, нарушению слуха и т.д. Шумовое воздействие нормируется в соответствии с ГОСТом 12.1.003-2014 [11]. При выполнении работы на ПК уровень шума в рабочем помещении не должен превышать 45 дБ. Для защиты от шумового воздействия используется шумобезопасная техника, средства индивидуальной и коллективной защиты. К таким средствам относятся звукоизолирующие материалы, кожухи, вкладыши, беруши, противозумные шлемы и каски и т.д. Применительно к данному случаю, к средствам защиты относятся звукоизоляция помещений, наушники, беруши – в качестве средств индивидуальной защиты.

### **5.3 Экологическая безопасность**

В процессе проведения лабораторных работ для исследования проб накипи был использован метод сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), который выполняется в МИНОЦ "Урановая геология" отделения геологии ТПУ.

При проведении камеральных работ в рабочей зоне образуются отходы V класса опасности (бумага, обрезки бумаги и мусор от уборки помещений). Степень вредного воздействия на окружающую среду - низкая, на данный вид отходов паспорт не выдается. Утилизация таких отходов с объекта исследования осуществляется при помощи обслуживающего персонала, а далее - городских служб.

### **5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является пожар. Причинами его возникновения могут быть: неисправность проводки, сбой компьютерной техники, халатность при выполнении работ. При возникновении пожара человек подвергается действию высоких температур и влиянию задымленности.

Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения.

Помещение, где проводятся лабораторные и камеральные работы имеет категорию Д пожароопасности [17], соответствует требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 [12] и имеет средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83 [16]. В рабочем помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты: план эвакуации людей при пожаре, для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции, для локализации небольших загораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 шт), ответственный за пожарную безопасность, памятка о соблюдении правил пожарной безопасности, установлена система автоматической противопожарной

сигнализации (датчик-сигнализатор типа ДТП, инструктаж по пожарной безопасности).

## Заключение

В результате проведенных исследований были изучены формы нахождения химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях. Установлено, что различные химические элементы образует либо собственные минеральные и микроминеральные фазы, либо находятся в качестве примесных элементов в составе антропогенных карбонатных отложений. Полученные результаты хорошо согласуются с литературными данными.

Основными минералами в составе антропогенных карбонатов являются кальцит, арагонит, магнезиальный кальцит. По данным рентгеновской дифрактометрии достаточно часто встречаются другие карбонаты (кутногорит, магнезит, гидромагнезит, трона, стронцианит), сульфаты (гипс, ангидрит, грауберит, барит), силикаты (гемиморфит, альбит, мусковит). Метод сканирующей электронной микроскопии также позволил выявить микроминеральные фазы ряда химических элементов, в том числе Ag, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Sn, редкоземельные элементы.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что минеральный состав антропогенных карбонатов чрезвычайно разнообразен.

## Список литературы

1. Chave K.E. (1954). Aspects of the biochemistry of magnesium. 1. Calcareous and marine organisms. 2. Calcareous sediments and rocks. *J. Geol.* 62, 266-283, 587-599.
2. Clark, L. M. The identification of minerals in boiler deposits. Examples of hydrothermal synthesis in boilers // *Mineralogical Magazine*. – 1948. – Vol. 28. – P.359-366.
3. Ogino, T. The formation and transformation mechanism of calcium carbonate in water / T. Ogino, T. Suzuki, K. Sawada // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 1987. – Vol.51. – P. 2757-2767.
4. Pentecost, A. *Travertine*. – Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. – 445p.
5. Williard, J. N. Examination of water-formed deposits in steam boilers by scanning electron microscopy / J. N. Williard, M. J. Esmacher // *Microscopy and Microanalysis*. – 2002. – Vol. 8, suppl. 2. – P.810-811.
6. Антропова Л. В. Формы нахождения элементов в ореолах рассеяния рудных месторождений. Л., "Недра", 1975. 144 с.
7. Большая Советская Энциклопедия (БСЭ). URL: <http://www.bse-scilib.com> (дата обращения 15.04.2018)
8. Вернадский В.И. Труды по геохимии. М.: Наука, 1994. 496 с.
9. ГН 2.1.6.3492–17. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений.
10. ГОСТ 12.0.003–2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
11. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности
12. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 20 с.

- 13.ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- 14.ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования, утв. Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.
- 15.ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 19 с.
- 16.ГОСТ 12.4.009-83 ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 13 с.
- 17.ГОСТ Р 12.3.047-98 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
- 18.Карбонаты: минералогия и химия: пер. с англ. / под ред. Р. Дж. Ридера. – М.: Мир, 1987. – 496с.
- 19.Колдаева, И. Л. Основные закономерности накипеобразования гипса: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1993. – 20 с.
- 20.Маланова, Н. В. Исследование физико-химических свойств осадков солей временной жесткости современными методами анализа / Н. В. Маланова, В. И. Косинцев, А. И. Сечин и др. // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6. – С.323-327.
- 21.Международный Комитет по корпоративной социальной ответственности. Социальная ответственность организации. Требования. Международный стандарт IC CSR 26000:2011
- 22.Мелихов, И. В. О нуклеации в диспергированных жидкостях / И. В. Мелихов, В. А. Присяжнюк // Журнал физической химии. – 1979. – Т. 53. – № 5. – С. 1108- 1112.
- 23.Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавров и

- магистров Института природных ресурсов / Сост. Н.В. Крепша. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 53 с.
24. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/ Сост. Е.Н. Пашков, И.Л. Мезенцева. –Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – 24 с.
25. Монголина, Т. А. Элементный состав солевых отложений питьевых вод Томской области / Т. А. Монголина, Н. В. Барановская, Б. Р. Соктоев // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 319. – № 1. – С. 204–211.
26. Перельман А. И. Геохимия. М.: Высш. школа 1979. – 423 с.
27. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
28. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий – Введен: 30.06.2003. М.: Издательство стандартов, 2003. – 23 с.
29. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Издательство стандартов, 2003. – 14 с.
30. СанПиН 2.2.3.1384-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ»
31. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. – М: Госкомсанэпиднадзор, 1996 – 24 с.
32. Сауков А. А. Геохимия. М., 1966. 487с.
33. Сафронов Н. И. Основы геохимических методов поиска рудных месторождений. Ч.2. Л., 1962.83 с.)

34. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав России, 1997.
35. 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.
36. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95»
37. Федеральный закон от 28.12.2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда». – М.: Издательство стандартов, 2003. – 43 с.