

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование
 Отделение геологии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Эколого-геохимическая оценка состояния реки Кисловка по данным изучения донных отложений (Томский район)

УДК 551.312.4:504(282.256.141)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г71	Клюквина Анастасия Сергеевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Иванов Андрей Юрьевич	К.Г – М.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицына Любовь Юрьевна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

**Результаты освоения по ООП 05.03.06 «Экология и природопользование»
профиль «Геоэкология»**

Код	Результат освоения ООП	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» Профиль «Геоэкология»		
P1	Владеть культурой мышления, глубокими базовыми и специальными знаниями отечественной истории, философии, экономики, правоведения, уметь использовать их в области экологии и природопользования; иметь ясные представления о здоровом образе жизни	Требования СУОС, ФГОС ВО (УК-1-4, 7, 8; ОПК 4, 6, 7, 9; ПК-7)
P2	Демонстрировать глубокие естественнонаучные, математические знания, необходимые для владения математическим аппаратом экологических наук, для обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию, применять профессиональные знания в области экологии и природопользования, практической географии, физики, химии и биологии и способны использовать их в области экологии и природопользования	Требования СУОС, ФГОС ВО (УК- 1, 2, 3, 6; ОПК-1-9; ПК-1, 2, 14-16)
P3	Уметь применять экологические методы исследований при решении типовых профессиональных задач, владеть методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях	Требования СУОС, ФГОС ВО (УК-1-4, 6; ОПК-1, 2, 7-9; ПК-1-2, 4-6, 14-17)
P4	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 СУОС, ФГОС ВО (УК-4, 6; ОПК-7, 9; ПК-2, 7)
P5	Использовать теоретические знания, методы обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации на практике; самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования СУОС, ФГОС ВО (УК-1, 3, 7, 8, ОПК 2, 8-9, ПК-2, 6)

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 05.03.06 «Экология и природопользование»

Уровень образования бакалавриат

Отделение геологии

Период выполнения (весенний семестр 2020/2021 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы студента гр. 2Г71 Клюквиной А.С. на
 тему: «Эколого-геохимическая оценка состояния реки Кисловка по данным изучения донных
 отложений (Томский район)»

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
<i>15.12.2020</i>	<i>Литературный обзор</i>	<i>10</i>
<i>10.02.2021</i>	<i>Административно – географическая характеристика Томской области</i>	<i>10</i>
<i>01.03.2021</i>	<i>Методика исследования</i>	<i>20</i>
<i>15.04.2021</i>	<i>Расчетная часть и обсуждение результатов</i>	<i>20</i>
<i>10.05.2021</i>	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	<i>15</i>
<i>20.05.2021</i>	<i>Социальная ответственность</i>	<i>15</i>
<i>25.05.2021</i>	<i>Оформление ВКР</i>	<i>10</i>

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Иванов Андрей Юрьевич	К.Г – М.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Азарова Светлана Валерьевна	К.Г – М.Н.		

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 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
2Г71	Клюквиной Анастасии Сергеевне

Тема работы:

Эколого-геохимическая оценка состояния реки Кисловка по данным изучения донных отложений (Томский район)

Утверждена приказом директора (дата, номер)	
---	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><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>Литературные данные, материалы по ранее проведенным исследованиям, результаты собственных научных исследований (проб донных отложений, отобранных на территории Томского района Томской области).</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 исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Обзор литературы по истории изучения донных отложений Сибири; определение минерального состава изучаемой среды; проведение статистического анализа геохимического спектра по данным инструментального нейтронно-активационного анализа; изучение геохимических и радиогеохимических особенностей донных отложений р. Кисловка Томского района.</p>
---	---

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Спицына Любовь Юрьевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Гуляев Милий Всеволодович</p>

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

<p>Нет</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>02.11.2020</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент</p>	<p>Иванов Андрей Юрьевич</p>	<p>К.Г – М.Н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>2Г71</p>	<p>Клюквина Анастасия Сергеевна</p>		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Г71	Клюквиной Анастасии Сергеевне

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	05.03.06 «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>	Бюджет проекта – не более 134397,15 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 71449 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Значение показателя интегральной ресурсоэффективности – не менее 4,5 баллов из 5
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	В соответствии с налоговым кодексом РФ. Отчисления во внебюджетные фонды (30%)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Технико-экономическое обоснование целесообразности выполнения работ
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование технического проекта. Определение текущих затрат на проводимые работы. Расчет сметной стоимости работ
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Обоснование эффективности выполненной работы

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценка конкурентоспособности технических решений*
2. *График проведения и бюджет НИ*
3. *Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицына Любовь Юрьевна	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г71	Клюквиной Анастасия Сергеевна		

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 2Г71	ФИО Клюквина Анастасия Сергеевна
----------------	-------------------------------------

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	05.03.06 «Экология и природопользование»

Тема ВКР:

Эколого-геохимическая оценка состояния реки Кисловка по данным изучения донных отложений (Томский район)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования являются данные анализа донных отложений реки Кисловка Томской области. Область применения: геоэкология. Рабочие места расположены в аналитической лаборатории НИ ТПУ ИШПР МИНОЦ «Урановая геология» на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ, пр. Ленина2/5) в аудиториях 530, 533-534. Работа с ЭВМ по анализу полученных результатов проходит в аудитории 439 в 20 корпусе ТПУ.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. Рассмотреть требования документов по организации условий труда.
2. Производственная безопасность:	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов: – Отклонение показателей климата на открытом воздухе; – Тяжесть и напряженность физического труда; – Отклонение показателей микроклимата в помещении; – Недостаточная освещенность; – Электромагнитное излучение; – Шумовая нагрузка; – Монотонный режим работы. Опасные факторы при проведении полевых, лабораторных и камеральных работ: – Механические травмы при пересечении местности; – Электрический ток; – Пожароопасность. – выводы на соответствие допустимым условиям труда согласно специальной оценке условий труда
3. Экологическая безопасность:	– Анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу; – Решение по обеспечению экологической безопасности;

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – Выбор наиболее типичной ЧС; – Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий; – Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	11.02.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г71	Клюквина Анастасия Сергеевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 87 страниц, 30 рисунков, 21 таблицу, 52 источника.

Ключевые слова: донные отложения, элементный состав, минеральная фаза, латеральное распределение элементов, вертикальное распределение элементов.

Объектом исследования являются донные отложения р. Кисловка, находящаяся на территории Томского района Томской области.

Целью данной работы является определение эколого-геохимических особенностей накопления и распределения химических элементов в донных отложениях р. Кисловка Томского района Томской области.

В процессе исследования проводились следующие анализы: атомно-абсорбционный, рентгенофазовый, электронная микроскопия, инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА).

В ходе работы было исследовано 23 пробы донных отложений р. Кисловка.

Результаты данной выпускной квалификационной работы могут быть использованы различными организациями в области охраны окружающей среды при проведении экологического мониторинга и разработке природозащитных мероприятий.

Значимость работ: полученные результаты проведенных исследований могут найти широкое применение при дальнейших исследованиях, при детальном изучении эколого-геохимических особенностей Томского района и Томской области.

Содержание

Введение.....	13
1. История изучения донных отложений Сибири.....	15
2. Характеристика Томской области.....	25
2.1 Административно-географическое описание района.....	25
2.2 Геологическая характеристика района.....	26
2.3 Полезные ископаемые Томской области.....	27
2.2 Климатическая характеристика района.....	28
2.5 Гидрология.....	28
2.3 Преобладающие типы почв.....	30
2.4 Растительный и животный мир.....	31
3. Методика исследований донных отложений.....	32
3.1 Отбор проб и пробоподготовка.....	32
3.2 Аналитические методы определения химических элементов в донных осадках.....	34
3.2.1 Определение ртути атомно-абсорбционным методом.....	34
3.2.2 Определение минерального состава с помощью рентгенофазового анализа.....	35
3.2.3 Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ).....	36
3.2.4 Инструментальный нейтронно-активационный анализ.....	37
4. Минеральный состав донных отложений реки Кисловка.....	39
5. Содержание химических элементов в донных отложениях р. Кисловка.....	42
5.1 Латеральное распределение.....	42
5.2 Вертикальное распределение.....	47
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность ресурсосбережение.....	51

6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	51
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	51
6.1.2 Анализ конкурентных технических решений	53
6.2 Планирование научно-исследовательской работы.....	54
6.3 Определение трудоёмкости выполнения работ	56
6.4 Разработка графика проведения научного исследования	59
6.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	60
6.5.1 Расчет материальных затрат НТИ	60
6.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование научных (экспериментальных) работ	61
6.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы	62
6.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	64
6.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	64
6.5.6 Накладные расходы.....	65
6.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	65
6.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	65
7. Социальная ответственность	68
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	68
7.2 Производственная безопасность	71
7.2.1 Анализ вредных производственных факторов и мероприятий по их устранению	71
7.2.2 Анализ опасных производственных факторов и мероприятий по их устранению	75

7.3 Охрана окружающей среды	77
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	78
Заключение	80
Список литературы	81

Введение

Донные отложения – это минеральные вещества и твердые частицы, слагающие дно водного объекта, и образовавшиеся в результате различных внутриводоёмных процессов, в которых учувствуют как вещества естественного происхождения, так и техногенного [12].

Донные отложения являются депонирующей средой, т.е. средой способной накапливать загрязнители. Вместе с химическими элементами донные отложения также накапливают информацию об экологической обстановке всего водного объекта. При помощи данных о темпах, объемах формирования донных отложений и уровней загрязнения слоев водного объекта можно изучить степень техногенного воздействия на речную экосистему, а также проследить за динамикой протекаемых в нем естественных процессов [13].

Использование донных отложений возможно в качестве индикатора эколого-геохимического состояния водного объекта, при помощи которого можно получить информацию о количестве техногенного воздействия на речные экосистемы [13].

Опасными загрязняющими веществами в составе донных отложений считаются соединения тяжелых металлов и различные соединения углеводородов [13].

Объектом изучения данной работы являются донные отложения реки Кисловка, отобранные вблизи деревни с одноименным названием, микрорайона Северный парк, поселка Нижний склад, и сел Дзержинского и Тимирязевского автором и научным руководителем Ивановым А.Ю., их элементный состав, содержание химических элементов и их распределение.

Целью данной работы является определение эколого-геохимических особенностей накопления и распределения химических элементов в донных отложениях р. Кисловка Томского района Томской области.

Задачи:

- Поиск и анализ литературных источников, связанных с изучением донных отложений.
- Отбор и подготовка проб к аналитическим исследованиями донных отложений.
- Анализ минерального состава донных отложений реки Кисловка.
- Оценка средней концентрации химических элементов донных отложений р. Кисловка.
- Изучение латерального и вертикального распределения химических элементов в донных отложениях р. Кисловка.

Актуальность выполненной работы исходит из того, что р. Кисловка расположена на территории высокой техногенной нагрузки, и является малоизученной в плане геохимических исследований донных отложений.

1. История изучения донных отложений Сибири

Известно, что водные объекты являются накопителями различных загрязнений. С помощью донных отложений можно получить информацию о уровне накопления элементов в биосфере в историческом срезе. Донные осадки несут информацию о климате, геохимии и экологии изучаемой территории. Также при помощи изучения донных отложений можно провести оценку экологического состояния воздушной и водной сред.

История проведения исследований, связанная с изучением донных отложений, берет свое начало с середины 19 века и остается актуальной по сей день.

Так, одним из исследователей донных отложений является Иванов А.Ю., который занимается изучением донных осадков водных объектов Томской области.

Одно из таких исследований было основано на изучении урана и тория в донных отложениях непроточных водоемов юга Томской области [14].

Всего было произведено отбора донных отложений из 289 пресных водных объектов (рис. 1), глубина которых не более 5 м. С мощностью донных отложений 0,2-1 м. [14].

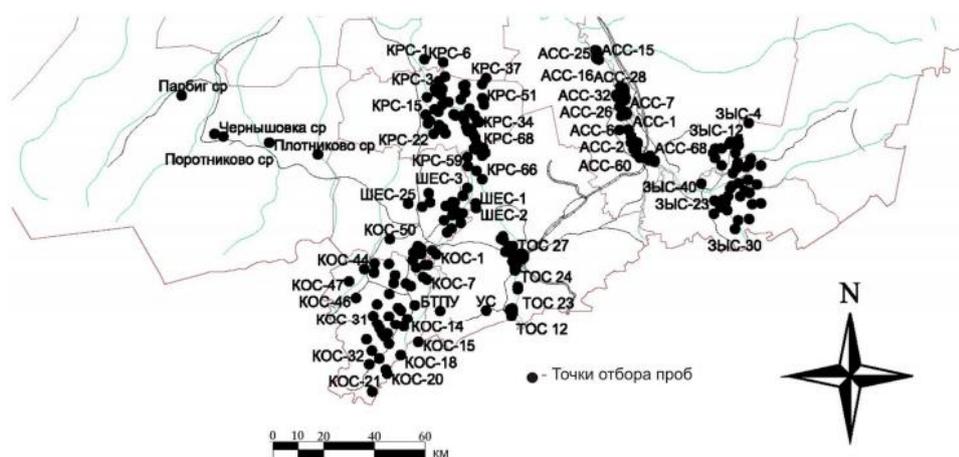


Рисунок 1 – Схема мест отбора проб на территории юга Томской области [14]

Состав отобранных донных отложений различный, от сапропелевых до глинистых, соотношение которых варьируется в разной степени.

Автором были выделены следующие типы донных осадков: сапропелево-карбонатные, карбонатно-глинистые, торфянистые. Но т.к. в большинстве изученных водоемов состав осадка был смешанным, то он не был отнесен к какому-либо типу.

Отбор проб производился специальным пробоотборником. Методом исследования был выбран ИНАА (инструментальный нейтронно-активационный анализ).

В результате было изучено 449 проб из 289 водоемов, таких районов как Томский, Кожевниковский, Бакчарский, Шегарский, Зырянский, Асиновский и Кривошеинский.

В результате изучения результатов проведенного исследования можно увидеть, что U и Th в исследуемых водоемах распределены неравномерно.

Повышенное содержание урана присутствует в донных осадках озер Кожевниковского, Шегарского и Томского районов (рис. 2).

Также был сделан вывод о том, что накопление тория происходит в составе обломочной фракции, т.к. его содержание варьируется практически на одном уровне.

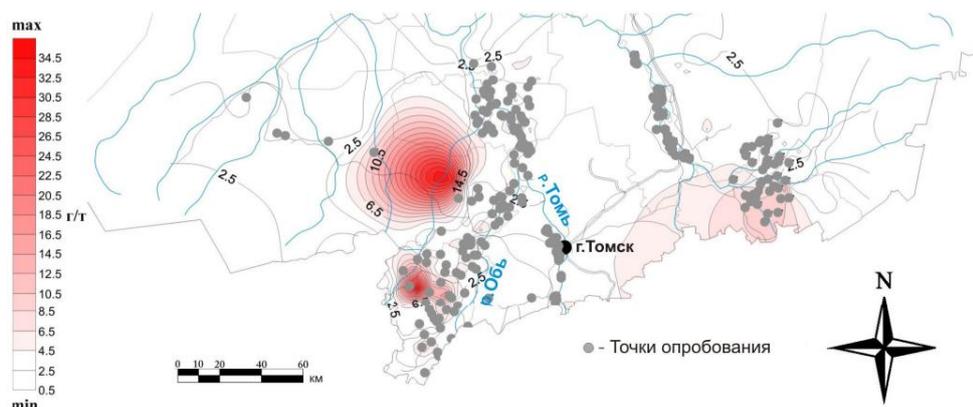


Рисунок 2 – Концентрация урана в донных отложениях водоемов юга Томской области, г/т [14]

Таким образом, можно сделать вывод, что на исследуемой авторами территории присутствуют зоны с повышенной концентрацией урана такие, как Кожевниковский и Шегарский районы, а также территория выхода коренных отложений Кузнецкого-Алатау.

Автором исследования были выделены причины более высокого содержания урана в Кожевниковском, Шегарском и Томском районах Томской области, такие как:

- Концентрация U и Th возможна из-за осуществления деятельности Сибирского химического комбината, находящегося на территории региона;
- В осадочных отложениях Кузнецкого-Алатау присутствуют проявления урана в торфяниках, бурых углях палеогенового возраста, в окисленных бурых углях юрского возраста, также обусловлено наличием собственных гидротермальных месторождений урана;
- Вследствие использования фосфатных удобрений в сельском хозяйстве, т.к. в их составе ранее присутствовало большое содержание урана [14].

Также было отмечено, что торий-урановое соотношение в донных отложениях изучаемой территории сохраняется примерно на одном уровне, при том, что содержание элементов в представленных ранее типах заметно отличается.

Был сделан вывод, что карбонатно-глинистый тип осадков более обогащен U и Th, чем торфянистый и сапропелево-карбонатный типы. В торфянистых же отложениях наоборот, содержание изучаемых элементов ниже, при наивысшем, по сравнению с остальными типами, торий-урановым отношением.

Подобное исследование было проведено Ивановым А.Ю. уже совместно с Арбузовым С.И. Были изучены радиогеохимические особенности донных отложений водоемов, расположенных на юге Томской области. В данном исследовании было проанализировано 618 проб [15].

Так же, как и в аналогичном исследовании был выполнен инструментальный нейтронно-активационный анализ и было выяснено, что уран имеет равномерное распределение лишь в двух районах (Томский и Асиновский). С торием же ситуация иная, он имеет равномерное распределение во всех районах исследуемого региона.

Среднее содержание U и Th в исследуемых пробах донных отложений водоемов таких районов, как Асиновский, Зырянский и Кривошеинский практически одинаковы.

Донные отложение Бакчарского района отличаются низкой концентрацией U, но высоким торий-урановом отношением, что можно считать аномалией.

Минеральный состав напрямую влияет на содержание урана и тория в донных отложениях. В результате исследований было выяснено, что каждый тип донных осадков имеет свое среднее содержание элементов. Типы отложений, которые впоследствии были выделены – это торфянистые (имеют высокое торий-урановое соотношение, но низкое содержание U), терригенные (имеют высокое содержание таких элементов, как U и Th, приближенное к среднему в осадочных горных породах) и карбонатные [16].

Как и в предыдущем исследовании на юге Томской области присутствуют зоны повышенного содержания урана, это Кожевниковский и Шегарский районы, а также район выхода коренных отложений Кузнецкого-Алатау (рис. 3).

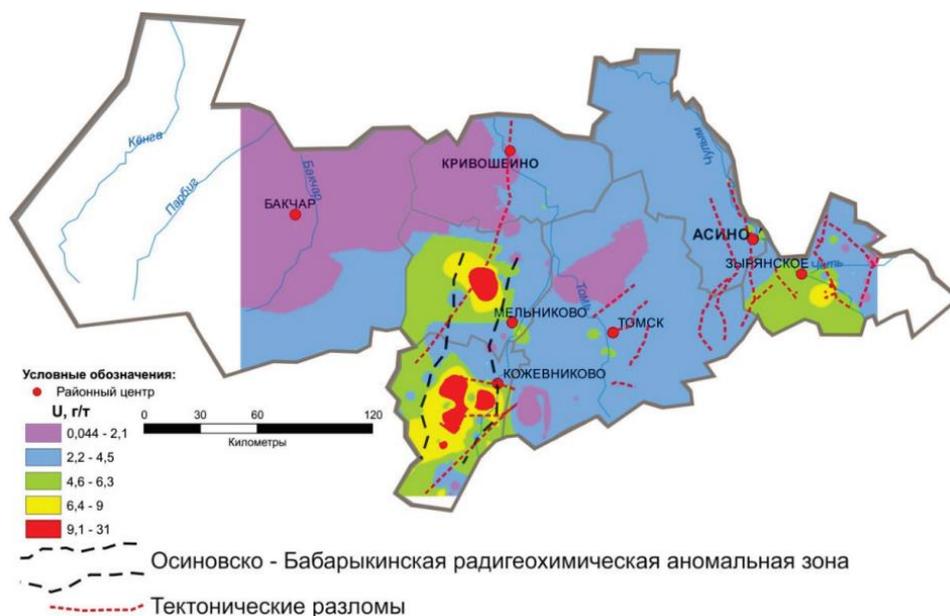


Рисунок 3 – Концентрация урана в донных отложениях малых водоемов юга Томской области [15]

Можно выделить следующие территории с повышенным содержанием тория: восток Томской области, вдоль р. Чулым и долина р. Обь, в районе Осиновско-Бабарыкинской аномальной зоны (рис. 4).

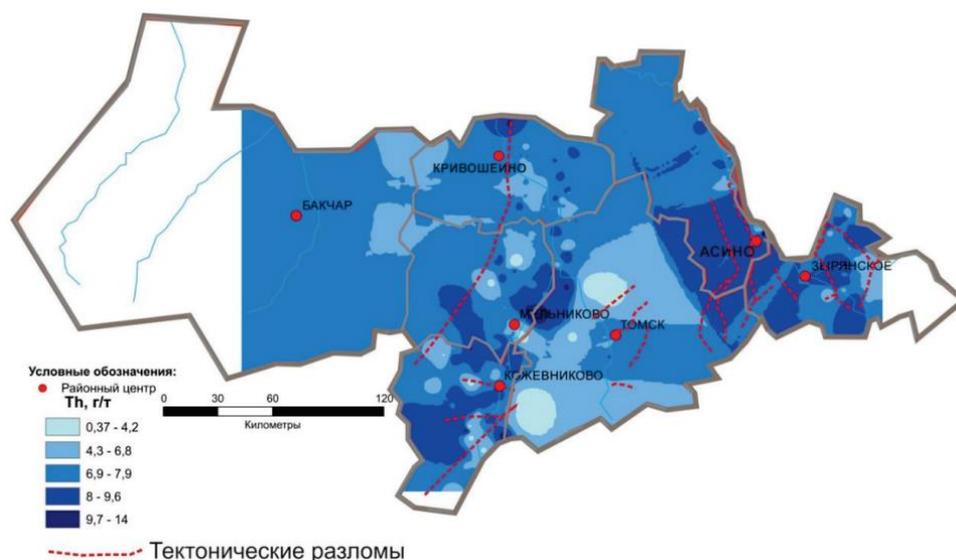


Рисунок 4 – Концентрация тория в донных отложениях малых водоемов юга Томской области [15]

Помимо этих исследований, донные отложения изучались также Савичевым О.Г. и Базановым В.А. Ими был изучен химический состав донных осадков р. Васюган, а также ее притоков (Черталы, Чижапки, Елленкулуньяха, Лонтынъ-Яха, Махни и др.) (рис. 5) [17].

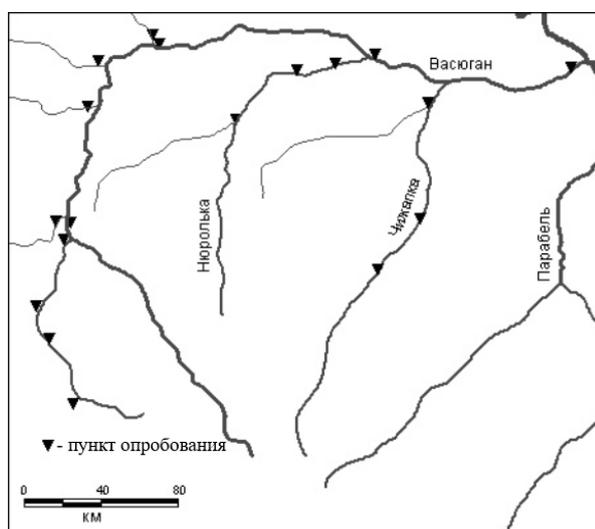


Рисунок 5 – Схема расположения пунктов опробования (▼) донных отложений р. Васюган и ее притоков [17]

Микроэлементы в составе донных осадков были определены при помощи полуколичественного спектрального анализа, атомно-абсорбционного и инверсионно-вольтамперометрических методов. Нефтепродукты определялись с помощью метода под названием инфракрасная спектрофотометрия [17].

Таким образом, были получены данные о том, что концентрация химических элементов донных отложений реки Васюган и ее притоков не превышает значений выбранного диапазона для рек мира. Исключения составляет лишь кремний (Si), который выходит за пределы этого уровня.

Наибольшие превышения значений для почв и почвообразующих пород Западной Сибири имеют такие элементы, как Ti, Cr, P и Ba. Также небольшие отклонения имеют элементы Zn, Cu, Pb, Fe, Mn, V, Ni, Mo. Содержание стронция (Sr) и кобальта (Co) находятся на одном уровне.

Концентрация Ti, P, Ba, Sr, V, Zn, Li, Co превышают установленные концентрации для почв севера Томской области.

Новосибирскими исследователями, Страховенко В.Д., Щербовым Б.Л., Маликовой И.Н. и Восель Ю.С. была изучена закономерность распределения радионуклидов и редкоземельных элементов в донных отложениях озер Сибири (рис. 6). Было исследовано 184 озера [36].

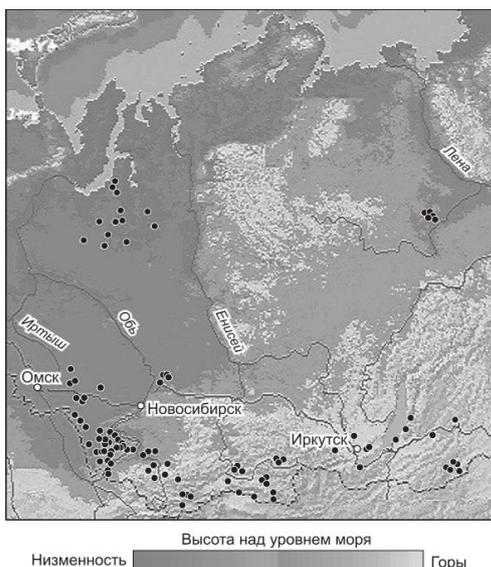


Рисунок 6 – Схема отбора проб донных отложений озер Сибири [36]

По результатам рентгеноструктурного анализа донные отложения были разделены авторами на кварц-полевошпат-слюдистые (появляются в результате механического разрушения пород, переноса и переотложения), карбонатные (в составе которых мелкозернистый рыхлый материал с высоким содержанием органического вещества в верхних слоях разреза) и органогенные (состоящие из сапропелей разного минерального состава).

Наименьшие концентрации тория и урана в донных отложениях были обнаружены в водоемах следующих районов Сибири: Республика Саха, Ямало-Ненецкий автономный округ и Республика Тыва.

Авторы отмечают, что при помощи концентраций радиоцезия и изотопов свинца есть возможность определить возраст осадка, при условии соблюдения следующих гипотез:

- Регулярный поток изотопов свинца в осадки;
- Постоянная скорость осадконакопления;
- Постседиментационная миграция изотопов свинца отсутствует.

Исходя из гипотез, представленных выше, авторы сделали заключение, что скорость осадконакопления в исследуемых озерах составляет на юге – 0.35 см/год, на севере – 0.25 см/год.

Также, был сделан вывод, о однородности распределения элементов, представленных на рисунках 7-8, для всех регионов Сибири, кроме региона озера Байкал. На территории Забайкалья в прошлом столетии велась разработка урановых месторождений, что может стать причиной повышенного содержания урана.

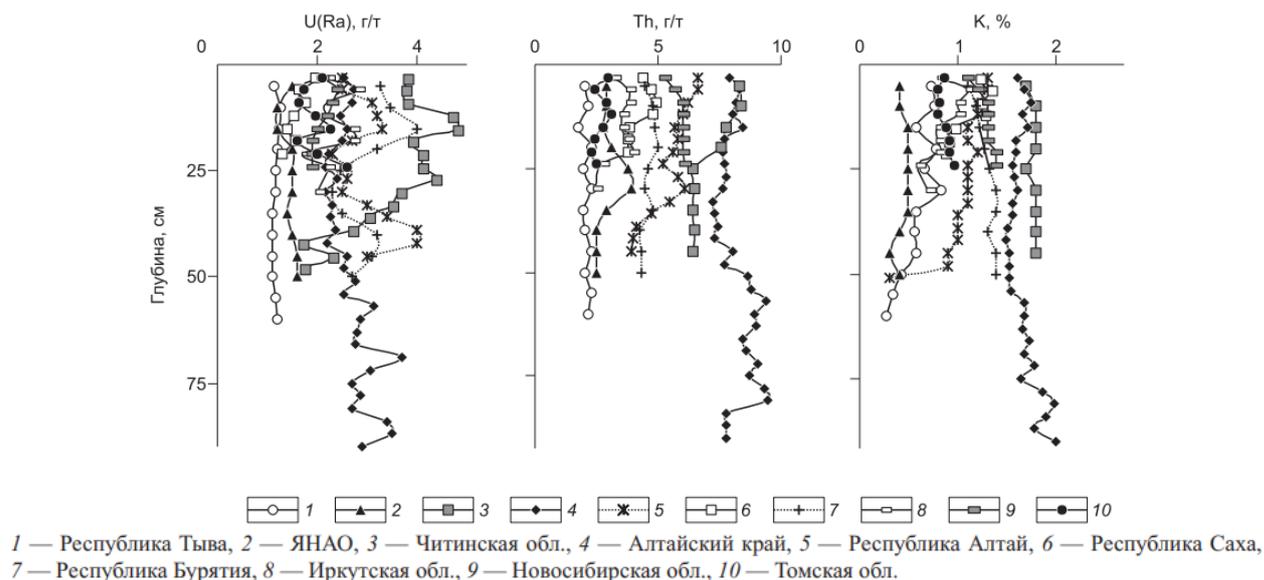


Рисунок 7 – Распределение U(Ra), Th и K в усредненных вертикальных разрезах донных отложений озер Сибири [36]

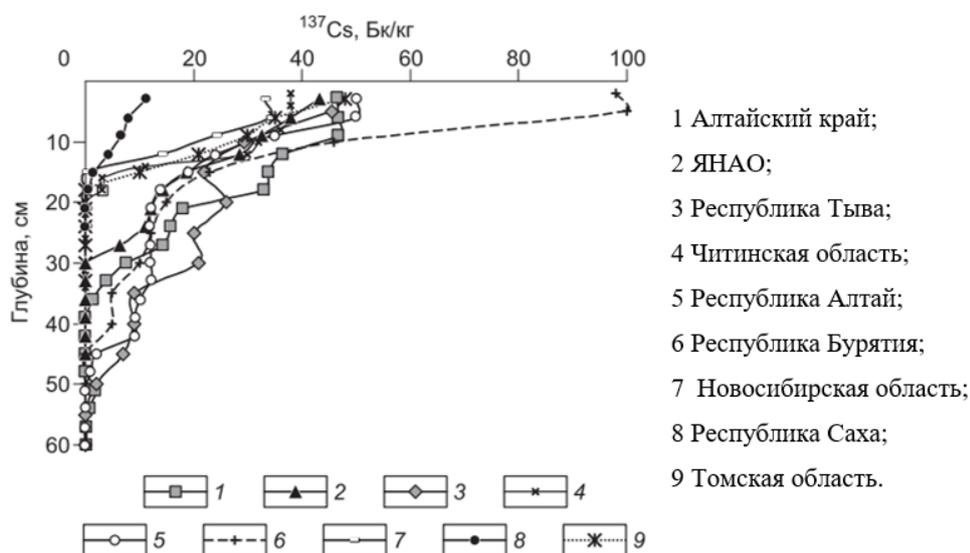


Рисунок 8 – Распределение радиоцезия (Бк/кг) в усредненных вертикальных разрезах донных отложений озер Сибири [36]

Авторы пишут о том, что увеличение содержания радиоцезия в донных отложениях озер Сибири может быть связано с проведением ядерных испытаний на полигоне Семипалатинска. Его распределение объясняется тем, что детрит, неорганические частицы и остатки отмирающей биомассы, при осаждении на дно водоема уносят с собой и радионуклиды. Отмирание биомассы сопровождается возвращением радиоцезия в донные отложения. Но также это можно объяснить тем, что при разрушении верхнего слоя почв, в котором сконцентрирована наибольшая масса радиоцезия, происходит повторное загрязнение осадков.

Кудашевым И.Г. в автореферате «Сапропели Томской области: геология, генезис, ресурсы и перспективы их использования» был сделан вывод о том, что Томская область благоприятна для образования сапропелей, т.к. озера обладают высокой биологической продуктивностью. Было исследовано более 300 водоемов, в 69 из которых обнаружены сапропели с зольностью до 85%. 221 водоем имеет высокоминерализованные сапропели, зольность которых 85-95% [37].

Также было установлено, что сапропелевые озера Томской области относятся к эвтрофному типу.

Последним рассмотренным материалом для написания раздела “История изучения донных отложений Сибири” в рамках выпускной квалификационной работы была диссертация Иванова А.Ю. “Экогеохимия донных отложений малых водоёмов юга Томской области” [24].

В данной работе был произведен расчет среднего содержания элементов. В общей сложности было изучено 299 водоемов, на которых было отобрано 618 проб [24].

Автором были выделены основные причины повышенного коэффициента вариации элементов, это химический состав воды и свойства исследуемого региона [24].

Также было выявлено, что повышенное содержание элементов Sc, Fe, Co, Ba, Eu характерно для Асиновского района. Бакчарский район отличается превышением концентрации таких элементов, как Cr, Se, Yb, Ta и Hf. В Зырянском районе было обнаружено превышение лишь по одному элементу – лютецию (Lu). В Кожевниковском районе повышенная концентрация As, Rb, Sr и U. Кривошеинский район имеет превышение по двум элементам: Na и Yb. В Томском районе обнаружены повышенные концентрации таких элементов, как Ca, La, Sm, Tb, Au и Hg. И последний из исследуемых районов – Шегарский, имеет превышение по элементам Sc, Br, Lu, Ta и Th [24].

Таким образом, был сделан вывод о том, что в районах исследуемого региона происходит отличное друг от друга накопление элементов.

Далее было проведено сравнение данных концентрации элементов в донных отложениях исследуемой территории с средним содержанием элементов в донных отложениях озер Сибири, а также с данными средних содержаний элементов осадочных пород по Григорьеву Н.А.

В результате расчетов и сравнений автор делает вывод о том, что все элементы донных осадков водоемов исследуемой территории, кроме кальция и стронция, имеют более высокие концентрации, чем элементы озер Сибири. Ряд таких элементов, как Hf, Yb, Tb, Eu, Na, Ca, Fe, Co, Se, As схожи с концентрацией элементов осадочных пород по Григорьеву Н.А [24].

Таким образом, донные осадки исследуемых водоемов отличаются повышенным содержанием следующих элементов: Cr, Fe, Co, Sb, Ba, Hf, Hg, Au и U. Также из общей картины накопления элементов в донных отложениях исследуемой территории можно выделить элементы с наибольшей концентрацией: Au, Hg и Cr.

Подводя итоги данного раздела, можно сделать вывод о том, что исследования донных отложений позволяют получить информацию о концентрации химических элементов в их составе, а также выявить геохимические аномалии. При помощи данных о ранее изученных донных отложениях можно проследить за закономерностью накопления химических элементов и степенью техногенной загрязненности водоемов.

2. Характеристика Томской области

2.1 Административно-географическое описание района

Томская область расположена в Западной Сибири, в юго-восточной ее части. В административном отношении изучаемая территория граничит на севере и северо-западе – с Ханты-Мансийским автономным округом, на юге – с Новосибирской и Кемеровской областями, на западе – с Тюменской и Омской областями, на востоке – с Красноярским краем [1].

Площадь области – 316,9 тыс. км². Административным центром является город Томск, с населением 576 624 человек. Томскую область составляют: 4 городских округа, 16 муниципальных районов (рис. 9), включающих 3 городских и 112 сельских поселений, 571 сельских населенных пунктов [1].



Рисунок 9 – Схема расположения районов Томской области [2]

Томский район располагается в юго-восточной части области и является самым густо населенным районом области. В административном отношении район граничит на севере – с Кривошеинским районом, на северо-востоке – с Асиновским районом, на юге – с Новосибирской и Кемеровской областями, на западе – с Кожевниковским и Шегарским районами, на востоке – с Зырянским районом [6].

2.2 Геологическая характеристика района

Территория Томской области располагается на Западно-Сибирской платформе, в юго-восточной ее части.

Итогом длительного формирования геологического строения можно выделить: в основании располагается палеозойский складчатый каменный фундамент, покрываемый чехлом пород мезозоя и далее рыхлыми отложениями третичного и четвертичного периодов кайнозойской эры. Фундамент слогаается породами докембрия и палеозоя такими, как сланцы, песчаники, аргиллиты, также встречаются граниты, кварцевые диориты и др. Палеозой, обнажаясь во многих пунктах междуречья Томь – Яя, к северу от него круто погружается и больше уже нигде, по всей территории области, не обнажается. В составе осадочного чехла правобережной части лежат морские и континентальные отложения (глины, песчаники, алевриты, пески и др). Мощность рыхлых третичных и четвертичных отложений соответственно с юга на север увеличивается, достигая порядка сотен и тысяч метров. Они представлены суглинками, глинами, песками, супесями, болотными и озерными илами, торфом. Четвертичные отложения являются породами, образующими почвенный слой [3].

В основном породы занимают долину правого берега реки Томи, и располагаются на ее террасах и притоках [3].

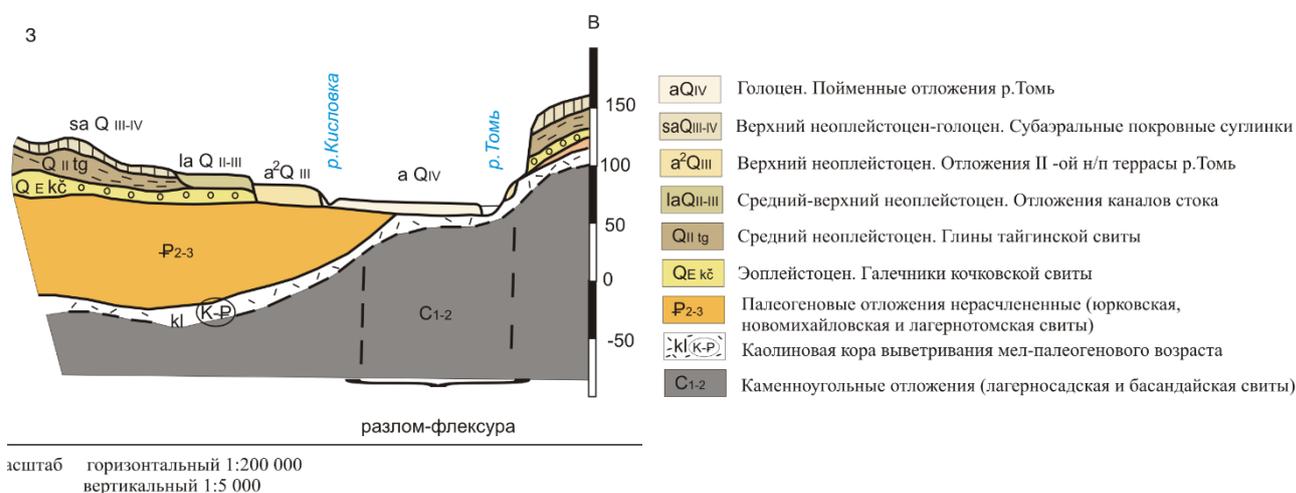


Рисунок 10 – Фрагмент геологического разреза южнее г. Томска [10]

2.3 Полезные ископаемые Томской области

Исследуемая территория богата полезными ископаемыми и является одним из крупных районов по добычи нефти и газа в России. Наиболее распространёнными полезными ископаемыми области являются не только нефть и газ, но и железо, цирконий, титан, алюминий, бурый уголь и цинк. Имеются также месторождения тугоплавких глин, формовочных песков, мела, минеральных красок, подземных пресных и минеральных вод. Кроме того, юго-восточная часть Томской области имеет перспективу на добычу золота, сурьмы и полиметаллов. Также в области можно встретить месторождения неметаллических полезных ископаемых, которые производят обеспечение потребностей строительной индустрии и сельского хозяйства [11]

Месторождения полезных ископаемых Томской области представлены на рисунке 11.

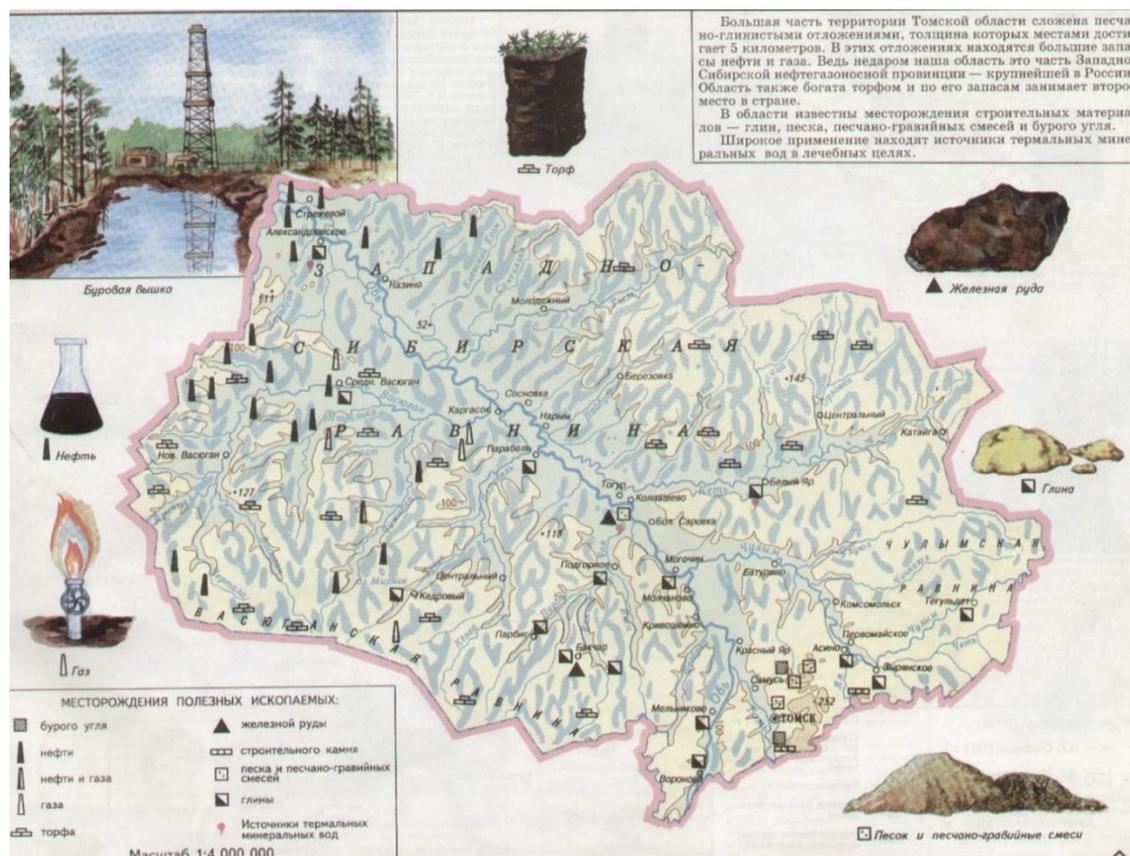


Рисунок 11 – Месторождения полезных ископаемых Томской области [12]

2.2 Климатическая характеристика района

Территория Томской области находится в таежной зоне. Климат резко континентальный, с отличительными суточными и годовыми амплитудами. Зимы довольно холодные и долгие, средняя температура января $-17,1$ °С. Лето жаркое, но непродолжительное, средняя температура июля $+18,7$ °С. Годовое количество осадков составляет 400-600 мм, с наибольшим их количеством в летний период [3]. Климатическая характеристика представлена в таблице 1.

Климат Томского района более мягкий по сравнению с севером Томской области, зимний период менее продолжительный. [4].

Таблица 1 – Климатическая характеристика для г. Томска [5]

Месяц	Средняя температура (°С)	Средний минимум (°С)	Средний максимум (°С)	Норма осадков (мм)	Влажность (%)
Январь	-17,1	-20,9	-13	35	81
Февраль	-14,7	-18,9	-9,6	24	78
Март	-7	-12	-1,1	25	72
Апрель	1,3	-3,4	7	34	65
Май	10,4	4,7	17,5	41	61
Июнь	15,9	10,5	22,3	61	70
Июль	18,7	13,7	24,8	75	76
Август	15,7	11	21,7	67	79
Сентябрь	9	5,1	14,4	50	79
Октябрь	1,7	-1,4	6	56	80
Ноябрь	-8,3	-11,4	-4,7	52	83
Декабрь	-15,1	-18,9	-11,1	49	82

2.5 Гидрология

На территории изучаемой области большое количество водных объектов – 131023, из них:

- 18100 рек, общая протяженность которых 95 тыс. км. Питание рек – смешанное, с преобладанием снегового;
- 12900 озер, общей площадью 4451 км². В основном озера располагаются на поймах рек и в центральных частях крупных болот;
- 6 водохранилищ, общий объем которых составляет 21,2 млн. м³;

- 23 водохранилища и пруды, надзор которых осуществляет Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Томской области, общим объемом 7,6 млн. м³;
- Водно-болотные угодья, суммарная площадь которых свыше 80 тыс. км² [9].

Основная река – Обь, протяженностью в пределах области – 1065 км. Река делит область на две почти равные части. Также Обь обладает многочисленными притоками, такими как Томь, Чулым, Чая, Кеть, Парабель, Васюган, Тым. В Парабельском районе находится самое крупное озеро области – Мирное, площадью 18,3 км² [9].

1/3 Томской области занимают болота, наиболее известным считается самое большое болото в мире – Васюганское, площадь которого 53 тыс. км², с ежегодным увеличением на 800 га [9].

Главные водные артерии Томского района – река Томь и ее правые притоки – Самуська, Большая Киргизка, Камышка. Притоки р. Томи мелкие, ширина их в низовьях не превышает 15-20 м. Поймы их обычно заболочены и залесены с обилием бурелома и труднопроходимых кустарников. Средняя скорость течения в паводки составляет 4-6 км/час, в межень – 0.5-1.5 км/час. Питание рек происходит за счет выпадения атмосферных осадков, талых, дождевых и подземных вод; причем доля подземной составляющей в реке Томи составляет около 17%. Ледостав обычно устанавливается в начале ноября, вскрытие рек происходит в конце апреля. Максимальный сток рек приходится на апрель-май (70%), минимальный – на зимние месяцы (10%) [9].

2.3 Преобладающие типы почв

Факторы образования почв Томской области:

- Влияние материнских пород, неоднородность почвенного покрова, специфическое строение профиля почв;
- Сильное влияние мезо- и микрорельефа;
- Обедненность карбонатами почвообразующих пород в пределах средней тайги и обогащение ими в южной;
- Повышенная обводненность северной и центральной частей территории;
- Суровость климата, длительное промерзание и медленное оттаивание таежных почв, способствующее их переувлажнению;
- Влияние крупных болотных систем и др.

Вышеперечисленный ряд особенностей формирует подзолисто-болотные, болотно-подзолистые, подзолистые, подзолы, торфяно-подзолистые, серые лесные почвы и др. Переувлажнение, наиболее характерное для северной части территории, является главной особенностью почв изучаемой области [8].

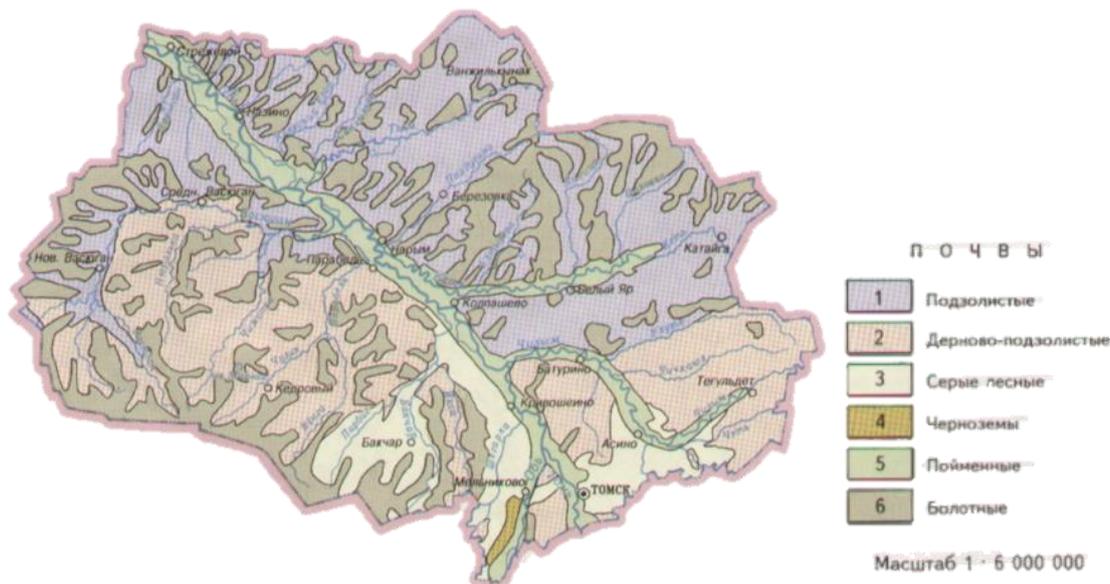


Рисунок 12 – Почвенная карта Томской области [30]

2.4 Растительный и животный мир

Леса занимают более половины территории Томской области и значительную часть лесных ресурсов (более 28,8 млн. га) Западной Сибири. Растительный покров характеризуется преобладанием хвойных, лиственных и смешанных лесов. В основном леса состоят из таких растений, как: сосна, кедр, лиственница, ель, пихта, береза и осина. Поблизости леса произрастают брусника, малина, голубика, черника, клюква [3].

На территории области имеется крупное болото – Васюганское, на местности которого растут такие растения, как: ромашка, зверобой, одуванчики, мята и календула – обладающие целебными свойствами [3].

Животный мир Томской области характеризуется большим обилием видового разнообразия и насчитывает около 2000 видов. Из которых наибольшее количество составляют различные беспозвоночные, 326 видов разнообразных птиц, 62 вида млекопитающих, 33 вида рыб, 6 видов амфибий, 4 вида рептилий и 1 вид круглоротых [3].

Растительный покров Томского района представлен хвойными (сосна, ель, пихта) лиственными (береза, осина) и смешанными лесами. Вблизи рек растут тальник, черёмуха, шиповник, смородина.

В животном мире Томского района можно встретить волка, медведя, рысь, лося, зайца, лису, гадюку. Наблюдается высокая численность клещей, в т.ч. энцефалитных [3].

3. Методика исследований донных отложений

3.1 Отбор проб и пробоподготовка

Отбор проб донных отложений на территории Томского района проводился в январе 2020 года автором совместно с научным руководителем Ивановым А.Ю.

Пробоотбор был проведен в Томском районе вблизи деревни Кисловка, микрорайона Северный парк, поселка Нижний склад, и сел Держинского и Тимирязевского (рис. 13).

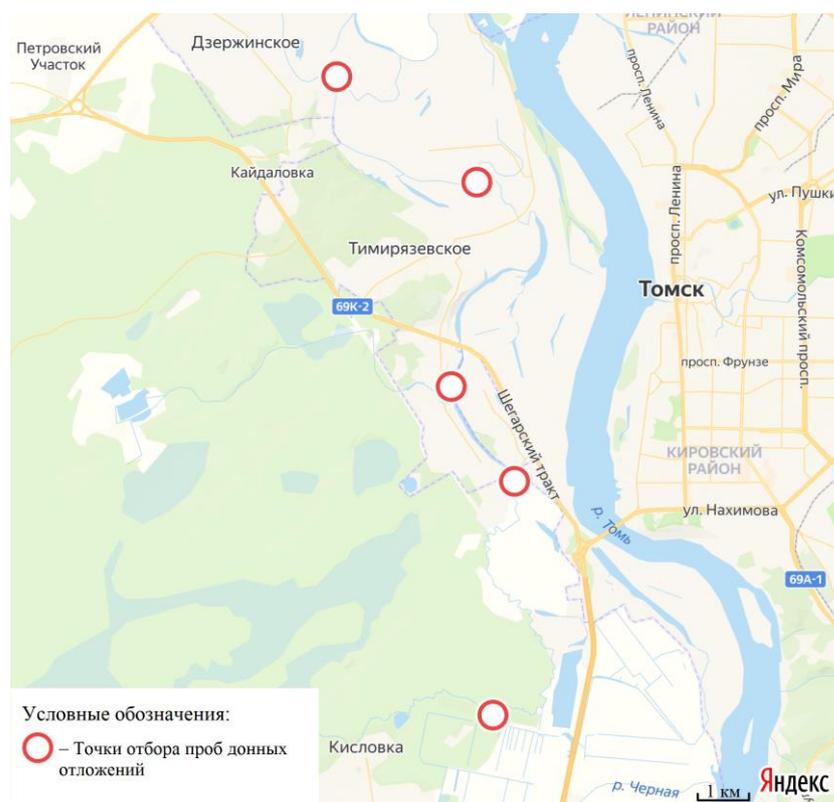


Рисунок 13 – Карта-схема отбора проб донных отложений на территории Томского района

Исследование донных отложений р. Кисловка состояло из следующих этапов:

- 1) Пробоотбор донных отложений реки Кисловка (23 пробы);
- 2) Пробоподготовка, анализ (атомно-абсорбционный, рентгенофазовый, электронная микроскопия, ИНАА), камеральная обработка результатов.

Пробоотбор осуществлялся в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01-80 [25] и РД 52.24.609-2013 [26], на глубине до 40 см с интервалом 2-3 см., сапропелевым буром БС–1 с пробоотборочным челноком, длина которого 1 метр. Следующим шагом проводилось измерение физических свойств донных отложений, таких как включения, запах, цвет и консистенция. Далее пробы упаковываются и отправляются в лабораторию. Подготовка проб к анализу представлена на рисунке 14.



Рисунок 14 – Схема обработки проб донных отложений [27]

Виды анализов, выполненные для изучения состава, отобранных донных отложений исследуемого водоема:

- 1) Атомно-абсорбционный, для определения концентрации ртути при помощи ртутного газоанализатора РА 915+;
- 2) Рентгенофазовый анализ, с использованием дифрактометра Bruker D2 Phaser;
- 3) Электронная микроскопия, с использованием сканирующего электронного микроскопа Hitachi S-3400N;
- 4) Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА).

3.2 Аналитические методы определения химических элементов в донных осадках

3.2.1 Определение ртути атомно-абсорбционным методом

Метод атомно–абсорбционной спектроскопии (ААС) основан на свойствах атомов поглощать свет с определенной длиной волны [29].

Определение ртути в донных отложениях происходит с использованием анализатора ртути «РА-915+» с приставкой «ПИРО-915+» (рис. 15), согласно методике ПНД Ф 16.1:2.23-2000 [28], в лаборатории микроэлементного анализа Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология», отделение геологии ИШПР ТПУ. Работа проводилась под руководством Осиповой Н.А.



Рисунок 15 – Ртутный газоанализатор «РА 915+» с приставкой «ПИРО-915+»

Принцип работы данного прибора состоит в том, что происходит восстановление связанной ртути до атомарного состояния, путем пиролиза пробы, далее осуществляется перенос воздухом той самой ртути в аналитическую кювету, нагретую до 700 °С. При помощи блока питания «ПИРО-915+» скорость прокачки воздуха и температуры испарителя, реактора и кюветы сохраняется на постоянном уровне.

Работа происходила путем помещения в ложечку-дозатор навески пробы массой ~60 мг. После чего происходит запуск интегрирования аналитического сигнала, и ложечка-дозатор с пробой вводится в приставку «ПИРО-915+». После возвращения аналитического сигнала на базовую линию (60–120 с) интегрирование завершается.

Преимущество данного метода заключается в минимальной подготовке анализируемых проб и широком динамическом диапазоне измерений.

Количество проб проанализируемых на ртутном газоанализаторе составило 23 шт.

3.2.2 Определение минерального состава с помощью рентгенофазового анализа

Рентгенофазовый анализ – это процесс распознавания различных кристаллических фаз и определения их относительных концентраций в смесях, путем проведения анализа дифракционной картины, регистрируемой от исследуемых порошковых образцов [31].

Рентгенофазовый анализ 2 проб донных отложений проводился на дифрактометре Bruker D2 Phaser (рис. 16), в лаборатории микроэлементного анализа природных сред Международного инновационного научно-образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» отделения геологии ИШПР ТПУ. Под руководством аналитика Соктоева Б.Р.



Рисунок 16 – Дифрактометр Bruker D2 Phaser

При помощи данного анализа проводится:

- Определение кристаллической структуры минерала или синтетической фазы;
- Диагностика по структурным параметрам минерала или синтетической фазы;
- Изучение изоморфных серий твердых растворов, их полноты, выявление блочного изоморфизма;
- Фазовый качественный анализ с диагностикой фаз и количественный с оценкой содержания фазовых компонентов.

Перед началом анализа происходит подготовка пробы. Проба измельчается в агатовой ступке до состояния пудры, плотно помещается в кювету из органического стекла и поверхность выравняется до одного уровня с кюветой.

После анализа происходит процесс расшифровки полученных дифрактограмм при помощи программы Difrac.EVA, которая состоит из баз данных рентгеновской порошковой дифрактометрии PDF2 Международного центра дифракционных данных (ICDD, Denver, USA).

С помощью данного метода изучались 2 пробы донных отложений.

3.2.3 Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ)

Электронная микроскопия – это исследования, проводимые с помощью электронных микроскопов, микроструктуры тел, их локального состава и локализованных на поверхностях или в микрообъемах тел электрических и магнитных полей (микрополей) [32].

Исследования проб данным методом проводились на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400 (рис. 17), в учебно-научной лаборатории оптической и электронной микроскопии МИНОЦ «Урановая геология» отделения геологии ИШПР ТПУ. Под руководством консультанта Ильенка С.С.

Основное преимущество сканирующей электронной микроскопии – высокая разрешающая способность. Это единственный прямой локальный метод визуализации микроструктурных и морфологических особенностей изучаемых объектов и их элементный состав [33].

Суть исследования состоит в том, что исследуемая проба помещается на углеродный скотч и помещается в вакуумную камеру (40 Па). Исследование проб с определением состава отдельных минералов происходит при помощи низкого вакуума, в режиме обратно-рассеянных электронов.



Рисунок 17 – Сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400 [34]

3.2.4 Инструментальный нейтронно-активационный анализ

С помощью инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) происходило определение элементного состава донных осадков. Данный анализ проводился в учебном исследовательском ядерном реакторе ТПУ, в научной лаборатории ядерно-геохимических исследований отделения геологии ИШПР ТПУ. Аналитики – инженеры НИ ТПУ Судыко А.Ф., Богутская Л.В.

Данный метод анализа является оптимальным методом для получения обширного спектра элементов с высокой точностью. Анализ основан на регистрировании радиоактивных радионуклидов, образующихся в ходе облучения потоком нейтронов проб, отправленных на исследование в реактор.

Плюс данного метода состоит в том, что присутствует недеструктивность в ходе облучения и высокая чувствительность метода, что позволяет получить точные концентрации химических элементов [35].

В результате инструментальный нейтронно-активационный анализ был применен для измерения концентраций группы макро, микро и редкоземельных элементов, таких как: Sm, Ce, Ca, Lu, U, Th, Cr, Yb, Au, Hf, Ba, Sr, Nd, As, Ag, Br, Cs, Tb, Sc, Rb, Fe, Zn, Ta, Co, Na, Eu, La, Sb. Было проанализировано 23 пробы донных отложений.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность ресурсосбережение

Данная выпускная квалификационная работа представлена научно-исследовательской работой, целью которой является изучение донных отложений реки Кисловка, как гидрогеохимического индикатора состояния окружающей среды урбанизированных территорий.

Место проведения работ: Томская область, район исследования: Томский.

Время проведения работ: 2020 год.

Объект исследований: донные отложения водных объектов.

Метод и вид исследований: геохимические исследования (литогеохимическое опробование).

Объём работ: количество проб – 23.

Необходимо произвести следующие виды работ, которые выполняются последовательно:

- 1) Эколого-геохимические;
- 2) Лабораторные;
- 3) Камеральные.

Типовой состав отряда: геоэколог, рабочий.

6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Донные отложения – донные наносы и твёрдые частицы, образовавшиеся и осевшие на дно водного объекта в результате внутриводоёмных физико-химических и биохимических процессов, происходящих с веществами как естественного, так и техногенного происхождения.

Изучение донных отложений позволяет не только отследить хронологию накопления различных компонентов, а также выяснить характерные для данного объекта природные и фоновые уровни содержания тех или иных веществ.

Сегментирование рынка услуг по опробованию донных отложений осуществляется по таким критериям как: размер лаборатории и этапы анализа донных отложений.

		Этапы анализа донных отложений		
		Опробование	Пробоподготовка	Анализ
Размер лаборатории	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Рисунок 30 – Карта сегментирования услуг по опробованию снежного покрова

– Лаборатория А – Лаборатория Б – Лаборатория В

Лаборатория А – филиал «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Томской области» ФГБУ «ЦЛАТИ по СФО» – г. Томск (ЦЛАТИ по Томской области). Адрес местонахождения: г. Томск, Кирова проспект, 14;

Лаборатория Б – филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области». Адрес местонахождения: г. Томск, ул. Елизаровых, 42, ул. Фрунзе, 103а, стр. 1, ул. Розы Люксембург, 13, а;

Лаборатория В – Проблемная научно-исследовательская лаборатория гидрогеохимии. Адрес местонахождения: г. Томск, пр-кт. Ленина, д.2 стр.5

Таким образом, основным сегментом данного рынка является опробование донных отложений. Опробование дает возможность дальнейшего изучения донных отложений.

Данные которые будут получены в результате исследования могут быть использованы в последующем исследовании донных отложения Томской области, и могут быть использованы для проведения сравнительной характеристики. Следовательно, основные потребителями являются другие исследователи.

6.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Одно из исследований донных отложений проводилось с использованием электронного сканирующего микроскопа Hitachi S-3400N.

Позиция разработки оценивается по каждому показателю экспертным путем по 5 бальной шкале, где 1 – наименее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять единицу.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя;

B_{ϕ} – электронный сканирующий микроскоп Hitachi S-3400N;

$B_{к1}$ – электронный сканирующий микроскоп JEOL JSM-IT300;

$B_{к2}$ – электронный сканирующий микроскоп Axia ChemiSEM;

$B_{к3}$ – электронный сканирующий микроскоп Verios 5.

Таблица 6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		B_{ϕ}	$B_{к1}$	$B_{к2}$	$B_{к3}$	B_{ϕ}	$B_{к1}$	$B_{к2}$	$B_{к3}$
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
Помехоустойчивость	0,15	5	4	3	4	0,75	0,60	0,45	0,60
Надежность	0,20	5	5	5	4	1	1	1	0,80
Уровень шума	0,10	5	4	4	5	0,50	0,40	0,40	0,50
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,30	4	5	4	3	1,20	1,50	1,20	0,90
Простота в эксплуатации	0,05	5	3	3	5	0,25	0,15	0,15	0,25
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,10	5	5	5	4	0,50	0,50	0,50	0,40
Экономические критерии оценки эффективности									
Конкурентоспособность продукта	0,02	5	5	5	4	0,10	0,10	0,10	0,08
Цена	0,03	4	4	4	5	0,12	0,12	0,12	0,15
Уровень проникновения на рынок	0,02	5	4	4	3	0,10	0,08	0,08	0,06
Предполагаемый срок эксплуатации	0,03	5	5	5	5	0,15	0,15	0,15	0,15
Итого	1	47	45	42	42	4,67	4,60	4,15	3,89

Таким образом, можно сказать, что электронный сканирующий микроскоп Hitachi S-3400N имеет наивысшую оценку конкурентоспособности из-за высокой помехоустойчивости и простоты в эксплуатации, однако данный микросом уступает в функциональных возможностях электронному сканирующему микроскопу JEOL JSM-IT300.

6.2 Планирование научно-исследовательской работы

Организационный этап. На этапе организационного периода совместно с научным руководителем проводится планирование основных этапов научно-исследовательской деятельности и распределяются обязанности для осуществления мероприятий по проведению работ. Определяются необходимые методы исследования, изучается их точность и обоснованность. Также, производится комплектование недостающим снаряжением и материалами

Полевой этап. Данный этап работ включает выбор участка для отбора проб почвы, донных отложений, привязку пунктов наблюдения к координатам, отбор проб специальной пробоотборным устройством, после чего отобранные пробы нумеруются и регистрируются в журнале, затем проводится маркировка пакетов для проб и упаковка проб. Заключительным этапом является – отражение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения.

Опробование донных отложений выполнено кандидатом геологоминералогических наук А.Ю. Ивановым в 2020 году. Опробование донных осадков было произведено при помощи сапропелерового бура с пробоотборочным челноком длиной 1 метр.

Лабораторный этап. Этот этап работ включает подготовку проб к дальнейшему изучению, который включает следующие виды работы: подсушивание почвы, удаление любых включений, растирание и просеивание проб через сито.

Изучение вещественного состава донных отложений проводилось на базе учебно-научной лаборатории Международного инновационного образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» кафедры геоэкологии

и геохимии с использованием ртутного газоанализатора РА 915+, сканирующего электронного микроскопа Hitachi S-3400N с приставкой для микроанализа, дифрактометра Bruker D2 Phaser и инструментального нейтронно-активационного анализа аккредитованной лабораторией. В качестве аналитических методов использовались: атомно-абсорбционный и рентгенодифрактометрический методы. Вес просеянных проб (фракция ≤ 1 мм) для перечисленных выше методов исследования составлял от 35 до 200 мг. Всего изучено 23 пробы донных отложений.

Камеральный этап. Камеральная обработка полученных материалов делится на два этапа. Первый этап проводится во время производства полевых работ, он включает: сбор и систематизацию информации об изучаемой территории. Второй этап включает: изучение результатов анализов проб и их систематизация; оформление полученных данных в виде таблиц и графиков («Excel»), карт и схем («Surfer 11»).

Таблица 7 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Организационный этап	1	Разработка технического задания	Науч. руководитель
	2	Подбор персонала	Науч. руководитель
	3	Определение методов исследования	Науч. руководитель, дипломник
	4	Выбор оборудования, снаряжения, материалов	Дипломник
	5	Распределение обязанностей между сотрудниками	Науч. руководитель
Полевой этап	6	Выбор участка для отбора проб	Науч. руководитель
	7	Отбор проб, нумерация и регистрация в журнале, маркировка пакетов для проб и упаковка проб	Науч. руководитель, дипломник
	8	Отражение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения	Науч. руководитель, дипломник
Лабораторный этап	7	Пробоподготовка	Дипломник
	8	Исследование проб методом ИНАА	Науч. руководитель
	9	Исследование проб с использованием ртутного газоанализатора РА 915+	Науч. руководитель, дипломник
	10	Исследование проб с использованием сканирующего электронного микроскопа Hitachi S-3400N	Науч. руководитель, дипломник
	11	Исследование проб с использованием дифрактометра Bruker D2 Phaser	Науч. руководитель, дипломник
Камеральный этап	12	Сбор и систематизация информации об изучаемой территории	Дипломник

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Камеральный этап	13	Камеральная обработка результатов	Науч. руководитель, дипломник
	14	Составление графиков и таблиц	Дипломник
	15	Построение карт и схем	Дипломник
	16	Систематизация данных	Науч. руководитель, дипломник
	17	Оформление результатов	Дипломник

6.3 Определение трудоёмкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоёмкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоёмкость выполнения научного исследования оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер. Для определения ожидаемого значения трудоёмкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоёмкости работ необходимо определить продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающую параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{кал},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -ой работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -ой работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}},$$

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения сводятся в таблицу 8.

Таблица 8 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
Разработка технического задания	1	3	1,6	Научный руководитель	0,8	1
Подбор персонала	3	6	4,2	Научный руководитель	4,2	6
Определение методов исследования	1	2	1,4	Научный руководитель, дипломник	0,7	1
Выбор оборудования, снаряжения, материалов	1	2	1,4	Дипломник	1,4	2
Распределение обязанностей между сотрудниками	1	1	1	Научный руководитель	1	1
Выбор участка для отбора проб	1	1	1	Научный руководитель	1	1
Отбор проб, нумерация и регистрация в журнале, маркировка пакетов для проб и упаковка проб	2	5	3,2	Научный руководитель, дипломник	1,6	2
Отражение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения	1	2	1,4	Научный руководитель, дипломник	0,7	1
Пробоподготовка	2	3	2,4	Дипломник	2,4	4
Исследование проб методом ИНАА	7	10	8,2	Научный руководитель	8,2	12
Исследование проб с использованием ртутного газоанализатора РА 915+	1	2	1,4	Научный руководитель, дипломник	0,7	1
Исследование проб с использованием сканирующего электронного микроскопа Hitachi S-3400N	3	5	3,8	Научный руководитель, дипломник	1,9	3
Исследование проб с использованием дифрактометра Bruker D2 Phaser	3	4	3,4	Научный руководитель, дипломник	1,7	3
Сбор и систематизация информации об изучаемой территории	2	3	2,4	Дипломник	2,4	4
Камеральная обработка результатов	3	5	3,8	Научный руководитель, дипломник	1,9	3
Составление графиков и таблиц	2	4	2,8	Дипломник	2,8	4
Построение карт и схем	2	4	2,8	Дипломник	2,8	4
Систематизация данных	2	5	3,2	Научный руководитель, дипломник	1,6	2
Оформление результатов	4	5	4,4	Дипломник	4,4	7

Суммарное количество рабочих дней научного руководителя – 37, дипломника – 41.

6.4 Разработка графика проведения научного исследования

Для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательской работы на основе табл. 8 строится план-график.

Таблица 9 – Календарный план-график

Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , ка. дн	Продолжительность выполнения работ											
			2019		2020		2021							
			Дек		Янв		Март		Апр			Май		
			2	3	2	3	2	3	1	2	3	1	2	
Разработка технического задания	Науч. рук.	1	■											
Подбор персонала	Науч. рук.	6	■											
Определение методов исследования	Науч. рук., дипломник	1	■	■										
Выбор оборудования, снаряжения, материалов	Дипломник	2		■										
Распределение обязанностей между сотрудниками	Науч. рук.	1		■										
Выбор участка для отбора проб	Науч. рук.	1			■									
Отбор проб, нумерация и регистрация в журнале, маркировка пакетов для проб и упаковка проб	Науч. рук., дипломник	2			■	■								
Отражение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения	Науч. рук., дипломник	1			■	■								
Пробоподготовка	Дипломник	4				■								
Исследование проб методом ИНАА	Науч. рук.	12					■	■						
Исследование проб с использованием ртутного газоанализатора РА 915+	Науч. рук., дипломник	1							■					
Исследование проб с использованием сканирующего электронного микроскопа Hitachi S-3400N	Науч. рук., дипломник	3							■	■				
Исследование проб с использованием дифрактометра Bruker D2 Phaser	Науч. рук., дипломник	3							■	■				
Сбор и систематизация информации об изучаемой территории	Дипломник	4								■	■			
Камеральная обработка результатов	Науч. рук., дипломник	3									■	■		
Составление графиков и таблиц	Дипломник	4										■	■	
Построение карт и схем	Дипломник	4											■	■
Систематизация данных	Науч. рук., дипломник	2											■	■
Оформление результатов	Дипломник	7												■

■ – Научный руководитель (Иванов А.Ю.) ■ – Дипломник

6.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

6.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Материальные затраты включают в себя стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi} ,$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.)

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются как 20% от стоимости материалов.

Таблица 10 – Материальные затраты

Наименование	Ед. измер.	Кол-во	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Журнал регистрационный	Шт.	2	100	221
Ручка шариковая	Шт.	2	25	56
Мешки полиэтиленовые	Шт.	22	1	24,15
Неметаллическая лопатка	Шт.	1	200	241
Сито лабораторные	Комплект	1	500	601
Перчатки латексные	Шт.	4	25	106
Пакеты с застежкой «zip-look»	Упаковка	1	300	361
Бумага офисная	Упаковка	1	280	337
			Итого	1947,15

6.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование научных (экспериментальных) работ

Данная статья включает все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ.

Таблица 11 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед. оборудования	Цена ед. оборудования, руб.	Норма амортизации, %	Период использования оборудования, дни	Амортизационные отчисления, руб.
1	Анализатор «РА 915 М»	1	1152000	14	2	885
2	Пиролитическая приставка	1	252000	14	2	194
3	Аналитические весы AND GR-120	1	140300	14	2	108
4	Электронный микроскопа Hitachi S-3400N	1	5000000	14	6	11521
5	Дифрактометр Bruker D2 Phaser	1	4500000	14	5	8641
6	Анализ проб на ИНАА	22	2500	14	12	265
7	Персональный компьютер	1	35000	14	35	470
Итого						22084

Представленное выше оборудование имеет срок полезного использования – 7 лет. Используя линейный метод начисления амортизации, норма амортизации составляет – 14%.

Так же были использован комплекс из следующего ПО: «Excel», «Surfer». Стоимость данных ПО не учитывается, так как были использованы их пробные бесплатные версии.

6.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В выполнении научной работы учувствуют научный руководитель и дипломник. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей оплате труда.

Основная и дополнительная заработная плата работников, непосредственно занятых НТИ:

$$З_{зн} = З_{осн} + З_{доп},$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (18% от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_{раб},$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

где $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн (табл. 12)

Таблица 12 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель
Календарное число дней	365
Количество нерабочих дней	96
- выходные дни	22
- праздничные дни	
Потери рабочего времени	24
- отпуск	10
- невыходы по болезни	
Действительный годовой фонд рабочего времени	218

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (k_{np} + k_d) \cdot k_p,$$

где Z_{tc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{tc});

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет 0,2;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата Z_{tc} находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{ci} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетных организаций тарифной сетке. Расчет основной заработной платы приведен в табл. 13.

Таблица 13 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	k_t	Z_{tc} , руб	k_{np}	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Научный руководитель	2,02	35000	0,3	0,2	1,3	22750	1169	37	43253
Дипломник (Лаборант)	1,00	15000	0,3	0,2	1,3	9750	501	41	20541
Итого									63794

6.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата предусмотрена при отклонении от нормальных условий оплаты труда или обеспечении гарантий и компенсаций. Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн},$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, принятый равным 0,12.

В результате расчетов, дополнительная заработная плата руководителя составляет 5190 руб., лаборанта – 2465 руб.

6.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органов государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{доп}),$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

На 2021 г. размер страховых взносов равен 30%.

Таблица 14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель	43253	5190
Дипломник (Лаборант)	20541	2465
Коэффициент отчислений во внебюджетный фонды	30%	
	Итого	21435

Научные командировки в ходе исследований не осуществлялись. Контрагентные расходы предусмотрены не были.

6.5.6 Накладные расходы

Накладные расходы – это расходы, не попавшие в предыдущие статьи расходов организации: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые расходы. Накладные расходы определяются по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей 1-5}) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, 16%. Накладные расходы составили 17482 руб.

6.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Величина затрат проведенной исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта.

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	1947,15
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	22084
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	63794
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	7655
5. Отчисления во внебюджетные фонды	21435
6. Затраты на научные и производственные командировки	–
7. Контрагентные расходы	–
8. Накладные расходы	17482
9. Бюджет затрат НТИ	134397,15

6.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Эффективность определяется на основе расчета интегрального показателя эффективности исследования, который определяется на основе финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Исследованием аналога выбрано исследование геохимической характеристики донных отложений озер центральной части Республики Хакасия, для оценки состояния окружающей среды территории использовались те же методы, что и в данной работе. Сметная стоимость аналоговой работы составляет 228135,85 руб.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

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

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (максимальная стоимость взята из близкой к аналогу научно-исследовательской работы Кузнецовой Д.Е. «Геохимическая характеристика донных отложений озер центральной части Республики Хакасия»).

Интегральный финансовый показатель в данной работе составляет:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{134397,15}{228135,85} = 0,6$$

Интегральный показатель ресурсной эффективности:

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

В таблице 16 представлен расчет интегрального показателя ресурсоэффективности.

Таблица 16 – Сравнительная оценка с проектом-аналогом

Критерий	Весовой коэф. параметра	Данный проект I_{pi}	Аналогичный проект I_{pa}
1. Доступность	0,2	4	3
2. Надежность	0,25	5	4
3. Безопасность	0,3	5	5
4. Простота	0,1	4	4
5. Экологичность	0,25	4	4

$$I_{pi} = 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,25 = 4,95;$$

$$I_{pa} = 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,25 = 4,5.$$

Заключительным этапом является определение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.1}$) на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{pi}}{I_{финр}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{ра}}{I_{финр}}$$

Определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант позволяет сравнение интегрального показателя эффективности по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

Таблица 17 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущее исследование	Исследование аналог
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,6	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,95	4,5
3	Интегральный показатель эффективности	8,25	4,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,83	

При сравнении значений интегрального показателя эффективности можно сделать вывод о высокой ресурсной и финансовой эффективности исследования, проведенного в рамках данной выпускной квалификационной работы по сравнению с аналогичным проектом.

Выводы по разделу

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента была определена продолжительность выполнения всего комплекса работ, сформирован бюджет затрат на весь комплекс работ, определена ресурсная, финансовая эффективность исследования.

Общий бюджет исследования складывается из затрат на материалы и оборудование, используемое в ходе проведения научно-исследовательской работы, затрат по основной и дополнительной заработной плате и отчислений во внебюджетные фонды. Общий бюджет исследования составляет 134397,15 руб.

7. Социальная ответственность

Данная выпускная квалификационная работа эколога-геохимическая оценка состояния реки Кисловка по данным изучения донных отложений (Томский район) представляет собой научно-исследовательскую работу, выполнение которой можно разделить на следующие этапы:

- 1) Полевой этап, заключающийся в отборе проб донных отложений;
- 2) Лабораторный этап;
- 3) Камеральный этап, в ходе которого были обработаны результаты анализов проб; полученные данные оформлены в виде таблиц, схем, графиков, диаграмм, а также набран текст на персональном компьютере.

Было отобрано и проанализировано 23 пробы донных отложений. Отбор производился в зимнее время в январе 2020 года.

Целью данного раздела является выявление возможных опасных и вредных факторов при проведении научно-исследовательской работы и решение вопросов обеспечения экологической безопасности исследования и безопасности при возникновении внештатных чрезвычайных ситуаций.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Государственные гарантии трудовых прав и свобод граждан, вопросы создания благоприятных условий труда, защиты прав и интересов 64 работников и работодателей установлены Трудовым кодексом Российской Федерации №197-ФЗ от 30.12.2001 [38]. Согласно статье 37 Конституции РФ, каждый гражданин имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, на вознаграждение за труд без дискриминации и не ниже установленного федеральным законом минимального размера оплаты труда, а также право на защиту от безработицы.

Подготовка выпускной квалификационной работы включала полевой этап исследования местности и отбора проб, лабораторный этап, состоящий из подготовки проб донных отложений к лабораторному анализу. Пробоподготовка и анализ проводились в лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» Томского

политехнического университета. Концентрации ртути определялись на анализаторе RA915+ с приставкой «ПИРО-915+» методом атомной абсорбции. Был проведен анализ на дифрактометре Bruker D2 Phaser и сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N. Также, был проведен инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА). На камеральном этапе работ осуществлялась обработка результатов анализов проб, их систематизация; расчет статистических параметров; оформление итоговых данных в виде таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, а также набор текста на персональном компьютере (ПЭВМ).

Полевой отбор проб, подготовительные и аналитические работы должны проводиться в соответствии с существующими инструкциями по охране труда, например, МР 2.2.7.2129-06 и методическим рекомендациям по проведению полевых и лабораторных исследований [39, 40]. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотопливаемых помещениях установлены методическими рекомендациями МР 2.2.7.2129-06 [41].

Пробы отбираются строго в пределах выбранной пробной площади с помощью специализированного оборудования. Лаборант при проведении анализа обеспечивается средствами индивидуальной защиты в соответствии с действующими отраслевыми нормами. Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям пожарной и электробезопасности.

Рабочая аудитория №438 располагается в учебном корпусе №20 на четвертом этаже, имеет искусственные источники освещения. В аудитории имеется 13 персональных компьютеров. Площадь на одно рабочее место соответствует требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 к помещениям для работы ПВЭМ и составляет не менее 4,5 м². Остальные рабочие места расположены в аудиториях 529, 533-534 на пятом этаже здания, имеют искусственное освещение, площадь на одно рабочее место также оставляет не менее 4,5 м².

Большая часть работ выполнялась сидя. Эргономические требования по организации рабочего места при выполнении работ сидя изложены в системе

стандартов безопасности труда ГОСТ 12.2.032-78. Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов согласно стандарту, должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Во избежание влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды при работе с персональной электро-вычислительной машиной СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 установлены следующие требования: оконные проемы должны быть оборудованы регулирующими устройствами (жалюзи, занавеси, внешние козырьки и др.); влажная уборка проводится ежедневно, систематическое проветривание – после каждого часа работы на ЭВМ; рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева; искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения; расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м; Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм; конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования; рабочий стул (кресло) должен быть подъемноповоротным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки [42].

7.2 Производственная безопасность

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для лабораторных исследований представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Перечень опасных и вредных факторов при проведении лабораторных исследований

Факторы (ГОСТ 12.0.003- 2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Полевой этап	Лабораторный этап	Камеральный этап	
1. Отклонение показателей климата на открытом воздухе	+	-	-	Р 2.2.2006-05
2. Тяжесть и напряженность физического труда	-	+	+	Р 2.2.2006-05
3. Отклонение показателей микроклимата в помещении	-	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96
4. Недостаточная освещенность	-	+	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
5. Электромагнитное излучение	-	+	+	СанПиН 2.2.2.542-96 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
6. Шумовая нагрузка	-	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ СН 2.2.4/2.1.8.562-96
7. Монотонный режим работы	-	+	+	РД 2.2.2006-05
8. Механические травмы при пересечении местности	+	-	-	ГОСТ 12.1.03882 ССБТ
9. Электрический ток	-	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017
10. Пожароопасность	-	+	+	НПБ 105-03 ГОСТ 12.4.009-83 ГОСТ 12.1.004-91

7.2.1 Анализ вредных производственных факторов и мероприятий по их устранению

Отклонение показателей климата на открытом воздухе

Климат оказывает воздействие на организм и самочувствие человека. Неблагоприятные метеорологические условия могут привести к утомляемости, снижению производительности труда, повышению заболеваемости, возможно перегревание или переохлаждение.

Мероприятия для профилактики – при необходимости, периодический кратковременный отдых; средства защиты кожи (предметы одежды и обуви, которые могут быть у каждого человека, рабочая одежда (спецовка)); наличие аптечки с собой.

Тяжесть и напряженность физического труда

Работоспособность снижается при длительном и однообразном ее выполнении, а также тяжести труда. Существуют «объективные» и «субъективные» показатели работоспособности.

«Объективные»: изменения количественных и качественных показателей труда; изменения функционального состояния нервной системы.

«Субъективные»: ощущение усталости, вялости, болезненные ощущения.

Профилактические меры: пятнадцатиминутные перерывы после каждых 2 часов работы, периодическая смена занятия и обстановки, правильное нормирование нагрузки на организм в режиме труда.

Отклонение показателей микроклимата в помещении

Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ЭВМ. Их отклонение может негативно отражаться на организме, становясь причиной пересыхания и растрескивания кожи и слизистой, а также последующего заражения болезнетворными микроорганизмами, и общей работоспособности организма. В помещениях на микроклимат больше всего влияют источники теплоты. К ним относятся вычислительное оборудование, приборы освещения (лампы накаливания, солнечная радиация).

Компьютерная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. Для подачи свежего воздуха в помещения используются естественная вентиляция (проветривание).

Регулирование микроклимата в помещениях осуществляется с помощью увлажнителей и осушителей воздуха, вентиляторов и кондиционеров, а также отопления.

Таблица 19 – Параметры микроклимата для лабораторий и учебных аудиторий [43]

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Теплый	Температура воздуха в помещении	23-25 °С
	Относительная влажность воздуха	40-60%
	Скорость движения воздуха	0,1 м/с
Холодный	Температура воздуха в помещении	22-24 °С
	Относительная влажность воздуха	60-40 %
	Скорость движения воздуха	0,1 м/с

Недостаточная освещенность

Недостаточная освещенность рабочего места уменьшает остроту зрения, также вызывает утомление организма в целом, что приводит к снижению производительности труда и увеличению опасности заболеваний.

Очень яркое освещение ослепляет, раздражает и вызывает резь в глазах. Неправильное направление света создает резкие тени, блики, дезориентирует. В связи с этим возможно возникновение несчастных случаев, либо заболеваний [44].

Согласно ГОСТ 12.4.011-89 [44] средствами нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест являются: источники света; осветительные приборы; световые проемы; светозащитные устройства; светофильтры; защитные очки.

Электромагнитное излучение

Источниками электромагнитных полей на рабочем месте могут быть: монитор; системный блок персонального компьютера, электрооборудование. Переменное электромагнитное поле имеет электрическую и магнитную составляющие, поэтому контроль проводится отдельно по двум показателям: напряженность электрического поля (Е), в В/м (Вольт-на-метр); индукция магнитного поля (В), в нТл (наноТесла).

Измерение и оценка этих параметров выполняются 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 (Е), в кВ/м (килоВольт-на-метр) [45].

Таблица 20 – Санитарные нормы параметров электромагнитных полей на рабочих местах [45]

Параметр	Частота	Санитарная норма
Фоновый уровень индукции магнитного поля промышленной частоты (В)	50 Гц	5 мкТл
Фоновый уровень напряжённости электрического поля (Е)	50 Гц	500 В/м
Напряжённость электрического поля (Е)	5Гц – 2кГц	25 В/м
	2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Напряжённость электростатического поля (Е)	0 Гц	15 кВ/м
Индукция магнитного поля (В)	5Гц – 2кГц	250 нТл
	2 кГц – 400 кГц	25 нТл

При постоянной и не защищенной работе с ПК происходит воздействие на нервную систему, ухудшается зрение и падает иммунитет.

Для защиты организма от негативного воздействия электромагнитного излучения, необходимо сократить время пребывания в зоне излучения, так же при работе с ПК необходимы защитные экраны, которые помогают существенно снизить негативное воздействие.

Шумовая нагрузка

Шумовое воздействие в лаборатории происходит прежде всего от работы ЭВМ, приборов вентиляции, отопления и аналитических приборов, но не несут негативного воздействия на слуховой аппарат работника лаборатории [46].

Монотонный режим работы

Истирание проб, работа на ртутном газоанализаторе, а также внесение результатов и обработка баз данных являются монотонным процессом.

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

Работа по атомно-абсорбционному исследованию образцов относится к классу вредных напряженных условий труда 1 степени.

Рекомендации предполагают введение частых (через 60-120 мин.), но коротких (5-10 мин.) регламентированных перерывов при факторе монотонии.

Полезным является введение физической активности (гимнастика) продолжительностью 7-10 минут в начале смены, а также физкультурных пауз один-два раза за рабочую смену.

7.2.2 Анализ опасных производственных факторов и мероприятий по их устранению

Механические травмы при пересечении местности

В полевых условиях возможность получения механических травм многократно возрастает. При отборе проб донных отложений повреждения могут быть разной тяжести, требующие первой помощи, либо дальнейшей госпитализации. Это могут быть порезы, растяжение мышц, переломы костей. Для предотвращения таких повреждений необходимо соблюдать технику безопасности и индивидуальную безопасность жизнедеятельности.

Электробезопасность. Электрический ток

Источником электрического тока могут быть перепады напряжения, высокое напряжение, вероятность замыкания человеком электрической цепи (компьютер, оборудование, анализирующее пробы, принтер, сканер, настольные лампы, розетки, провода и др.).

Воздействие на человека – поражение электрическим током, пребывание в шоковом состоянии, психические и эмоциональные расстройства. Может быть оказано: термическое действие (ожоги, нагрев до высоких температур внутренних органов); электролитическое действие (разложение органических жидкостей тела и нарушение их состава); биологическое действие (раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц).

Нормирование осуществляется согласно ГОСТ 12.1.038-82 [45]. Основными организационными мероприятиями являются: инструктаж персонала; аттестация оборудования; соблюдение правил безопасности и требований при работе с электротехникой. Основное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются прикосновения к токоведущим частям установки или ошибочным действием выполнения работ или прикосновением к двум точкам земли, имеющим разные потенциалы и др.

По опасности поражения электрическим током помещения с ЭВМ и лаборатории относятся к категории без повышенной опасности (так как отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность (высокая влажность и температура, токопроводящая пыль и полы, химически активная или органическая среда, разрушающая изоляцию и токоведущие части электрооборудования).

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются: защита от прикосновения к токоведущим частям электроустановок (изоляция проводов, ограждения, блокировка, пониженные напряжения, сигнализация, знаки безопасности и плакаты); защита от поражения электрическим током на электроустановке (защитное заземление, защитное отключение, молниезащита).

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [47] помещения с ЭВМ должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации, при этом не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей и вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ.

Пожароопасность

Источниками пожарной опасности являются – неисправности в проводках, розетках, короткие замыкания, неработоспособное электрооборудование.

Согласно ГОСТ 12.1.004–91 [47] при пожаре на человека оказывают воздействие следующие факторы: пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; токсичные продукты горения и термического разложения; дым; пониженная концентрация кислорода. Вторичными проявлениями являются: осколки, части разрушившихся аппаратов, установок, конструкций; радиоактивные и токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок; электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, агрегатов.

Для пожарной безопасности необходимо применение таких профилактических мероприятий, как: выявление и устранение неполадок в сети, своевременный ремонт либо замена электрооборудования, скрытие электропроводки для уменьшения вероятности короткого замыкания [47].

Первичным средством пожаротушения является углекислотный огнетушитель ОУ–8.

Средства индивидуальной защиты при пожаре: противогаз, огнезащитные накидки, пожарные костюмы, противогазоаэрозольные респираторы.

Более эффективным средством защиты является увеличение влажности воздуха до 65% [45].

7.3 Охрана окружающей среды

Полевые, лабораторные и камеральные работы не вызовут нарушений компонентов природной среды.

Проведение пробоподготовки проб донных отложений (просушивание при комнатной температуре, просеивание), а также проведение атомно-абсорбционного анализа на обнаружения содержания ртути не влияют на состояние окружающей среды, тем самым являются экологически безопасными.

Специально утилизации не требуется, крупные частицы, неподходящие для анализа, утилизируются в мусорную урну.

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 [47] ЧС – это обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Иногда, при определенных работах, в лабораториях возникает опасность пожара. Основные нормативные документы по вопросам пожарной и взрывной безопасности – ГОСТ 12.1.004-91 [46].

Основные источники возникновения пожара: неисправности в проводках, розетках, короткие замыкания, неработоспособное электрооборудование.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Меры по предупреждению и ликвидации ЧС: наличие пожарной сигнализации, углекислотных огнетушителей, нескольких эвакуационных выходов; проходы, коридоры и рабочие места не должны быть ничем загромождены.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты: «План эвакуации людей при пожаре»; памятка соблюдения правил техники пожарной безопасности; системы вентиляции для проветривания воздуха и отвода избыточной теплоты от газоанализатора; углекислотный и порошковый огнетушители (ОУ-3 2 шт., ОП-3 2 шт.); система автоматической противопожарной сигнализации.

Таблица 21 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

В корпусе 20 ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания происходит оповещение о пожаре.

В исследуемых помещениях не обнаружено предпосылок к пожароопасной ситуации. Это обеспечивается соблюдением норм при монтаже электропроводки, отсутствием электрообогревательных приборов и дефектов в розетках и выключателях [47].

Выводы по разделу

В ходе проведенной работы по разделу «Социальная ответственность» были рассмотрены с различных сторон вредные и опасные факторы, которые являются потенциальными сценариями при проведении научно-исследовательской работы по теме «Эколого-геохимическая оценка состояния реки Кисловка по данным изучения донных отложений (Томский район)». Потенциальными сценариями эти сценарии считаются лишь в случае, если не будут соблюдаться прописанные нормы и стандарты поведения в рабочих условиях.

В ходе анализа были рассмотрены меры безопасности в случае возникновения непредвиденных чрезвычайных ситуаций, изучены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, а также обозначена экологическая безопасность методики исследования.

Помещения в которых производились лабораторные исследования и обработка данных, являются безопасными с точки зрения возникновения чрезвычайных ситуаций.

Заключение

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы был проведен:

1. Рентгеноструктурный анализ, в результате которого было определено, что минеральные фазы отобранных проб преимущественно представлены кварцем, альбитом, мусковитом, анортитом, натролитом и фторапофиллитом, и в меньшей степени клинохлором, гетитом и мелантеритом.

2. Сравнительный анализ концентрации химических элементов в донных отложениях р. Кисловка, с помощью которого было выявлено, что повышенные концентрации отмечаются у таких элементов как: Ba, Fe, As, Sb, Hg, Sr, а особо выделившимися в данной группе являются элементы Ba, Fe и As.

3. Расчет коэффициента вариации, который показал, что кальций, хром и стронций имеют однородную, остальное же большинство элементов имеют неоднородную выборку;

Также были перечислены возможные причины повышенных концентраций в донных отложениях р. Кисловка таких элементов, как Fe, As и Ba.

Список литературы

1. Администрации Томской области: официальный сайт. – О регионе. – URL: <https://tomsk.gov.ru/O-REGIONE> (дата обращения: 11.02.2021). – Текст : электронный.
2. Томские Магистральные Сети: официальный сайт. – О компании. – URL: <http://tomskieseti.ru/o-kompanii.html> (дата обращения: 11.02.2021). – Текст : электронный.
3. Большая российская энциклопедия: сайт. – Томская область. – URL: <https://bigenc.ru/geography/text/4196582> (дата обращения: 12.02.2021). – Текст : электронный.
4. Законодательная Дума Томской области: официальный сайт. – Томская область. – URL: https://duma.tomsk.ru/content/tomsk_region (дата обращения: 14.02.2021). – Текст : электронный.
5. Погода и Климат - прогнозы погоды, новости погоды, климатические данные: сайт. – Климат Томска. – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/29430.htm> (дата обращения: 14.02.2021). – Текст : электронный.
6. Томский район: официальный сайт. – Административно-территориальная характеристика. – URL: <http://www.tradm.ru/o-rayone/administrativno-territorialnaya-kharakteristika/> (дата обращения: 16.02.2021). – Текст : электронный.
7. Заречное сельское поселение: официальный сайт. – Схема теплоснабжения Заречного сельского поселения Томского муниципального района Томской области на период с 2014 года до 2029 года. – URL: <http://zar.tomsk.ru/upload/documents/dlia%20naselenia/blagoustroystvo-zhkh/scheme-teplosnabzhen-2014-2029.pdf> (дата обращения: 16.02.2021). – Текст : электронный.
8. Евсеева Н.С. География Томской области. Природные условия и ресурсы: учебное пособие / Н.С. Евсеева ; Томский государственный университет. – Томск: ТГУ, 2001. – С.144-153.

9. Система обмена туристской информацией: сайт. – Водные ресурсы, наличие рек, озер. Томская область. – URL: <https://nbcrcs.org/regions/tomskaya-oblast/vodnye-resursy-nalichie-rek-ozer> (дата обращения: 18.02.2021). – Текст : электронный.
10. Гудымович С.С. Геологическое строение окрестностей г. Томска (территории прохождения геологической практики): учебное пособие / С.С. Гудымович, И.В. Рычкова, Э.Д. Рябчикова ; Томский политехнический университет. – Томск: ТПУ, 2009. – 84 с.
11. Черняев Е.В. Твердые полезные ископаемые Томской области / Е.В. Черняев, В.К. Бернатонис, Г.Ю. Боярко // Материалы Международной конференции «100 лет на службе науки и производства». Региональная геология. Геология месторождений полезных ископаемых. – Томск: ТПУ, 2001. – С. 361–368.
12. Крючкова А. С. Оценка валового содержания тяжелых металлов в донных отложениях пруда д. Падерина (Тюменская область) / А. С. Крючкова, Г. Н. Шигабаева, В. Ю. Хорошавин // Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах. – 2016. – С. 257-261.
13. Инженерные изыскания для строительства – Сибирский Стандарт: сайт. – Анализ донных отложений. – URL: <https://sibstgroup.com/lab/scurf> (дата обращения: 21.02.2021). – Текст : электронный.
14. Иванов А.Ю. Уран и Торий в донных отложениях непроточных водоемов юга Томской области / А.Ю. Иванов ; Известия Томского политехнического университета. Геоэкология. – 2011. №1. – С. 159-165.
16. Григорьев Н.А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры / Н.А. Григорьев ; Геохимия. – 2003. – № 7. – С. 785–792.
17. Савичев О.Г. Химический состав донных отложений реки Васюган и ее притоков / О.Г. Савичев, В.А. Базанов ; Известия Томского политехнического университета. Естественные науки. – 2006. №3. – С. 37-41.
18. Никаноров А.М. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах / А.М. Никаноров, А.В. Жулидов – Ленинград : Гидрометеиздат, 1991. – 312 с.

19. Янин Е.П. Руслвые отложения равнинных рек (геохимические особенности условий формирования и состава) / Е.П. Янин – Москва : ИМГРЭ, 2002. – 139 с.
20. Янин Е.П. Техногенные геохимические ассоциации в донных отложениях малых рек (состав, особенности, методы оценки) / Е.П. Янин – Москва : ИМГРЭ, 2002. – 52 с.
21. Сысо А.И., Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири : автореф. дис. ... докт. биол. наук / Сысо Александр Иванович : Институт почвоведения и агрохимии СО РАН. – Новосибирск, 2004. – 32 с.
22. Рихванов Л.П. Предварительная оценка уровней накопления тяжелых металлов в почвах бассейна р. Обь / Л.П. Рихванов, Е.Г. Язиков, С.А. Грязнов [и др.] // Природокомплекс Томской области. В 2-х т. – Т. 1. Геология и экология / Под ред. А.И. Гончаренко. – Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та, 1995. – С. 249–259.
23. Савичев О.Г. Реки Томской области: состояние, использование и охрана / О.Г. Савичев – Томск : Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2003. – 202 с.
24. Иванов А. Ю. Экогеохимия донных отложений малых водоёмов юга Томской области : автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук / Иванов Андрей Юрьевич : Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск, 2018. — 22 с.
25. ГОСТ 17.1.5.01-80 Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность: дата введения 1982-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012787> (дата обращения: 14.03.2021). – Текст : электронный.
26. РД 52.24.609-2013 Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов: дата введения 2013-08-07. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200110276> (дата обращения: 14.03.2021). – Текст : электронный.
27. Язиков Е.Г. Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие / Е.Г. Язиков, А.Ю. Шатилов ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск : ТПУ, 2003. – 287 с.

28. ПНДФ 16.1.2.23-2000. МВИ массовой доли общей ртути в пробах почв, грунтов и донных отложений на анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО-915 : Издание 2005 г.
29. Люмэкс – Производство аналитических приборов и лабораторного оборудования: сайт. – Атомно-абсорбционная спектроскопия. – URL: https://www.lumex.ru/methods/atomnaya_absorbtsiya (дата обращения: 04.03.2021). – Текст : электронный.
30. Томская областная детская библиотека: официальный сайт. – Почвы. – URL: http://elib.odub.tomsk.ru/metodichki/2006/natural_t_oblasti/file/Почвы.jpg (дата обращения: 05.03.2021). – Текст : электронный.
31. Ресурсный центр «Рентгенодифракционные методы исследования»: официальный сайт. – Фазовый анализ, рентгенофазовый анализ. – URL: <http://xrd.spbu.ru/research/phase-analysis/> (дата обращения: 05.03.2021). – Текст : электронный.
32. Вологодская областная универсальная научная библиотека – ВОУНБ: официальный сайт. – Электронная микроскопия. – URL: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/126/079.htm> (дата обращения: 05.03.2021). – Текст : электронный.
33. Центр коллективного пользования. «Материаловедение и диагностика в передовых технологиях»: сайт. – Основы растровой электронной микроскопии. Использование РЭМ в процессе электронной литографии. – URL: <https://nnc.cdu.edu.ua/wp-content/uploads/2016/09/Основырастровой-электронной-микроскопии.pdf> (дата обращения: 06.03.2021). – Текст : электронный.
34. Корпоративный портал ТПУ: сайт. – Лаборатория Электронно-оптической диагностики. – URL: https://portal.tpu.ru/departments/kafedra/gegx/departments/LAB_EOD (дата обращения: 08.03.2021). – Текст : электронный.

35. Рихванов Л.П. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / Л.П. Рихванов, Е.Г. Языков, Ю.И. Сухих [и др.] – Томск, 2006 г. – 216 с.
36. Страховенко В.Д. Закономерности распределения радионуклидов и редкоземельных элементов в донных отложениях озер Сибири / В.Д. Страховенко, Б.Л. Щербов, И.Н. Маликова [и др.] // Геология и геофизика. – 2010. – Т.51. – № 11. – С.1501-1514.
37. Кудашев И. Г. Сапропели Томской области: геология, генезис, ресурсы и перспективы их использования : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук / И. Г. Кудашев ; Томский политехнический университет; науч. рук.: В. К. Бернатонис. – Томск, 2004. – 22 с. : ил.
38. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ: дата введения 2001-12-21. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 11.05.2021). – Текст : электронный.
39. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – Москва: Гидрометеиздат, 1981. – 108 с.
40. МР 2.2.9.2311-07. Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды. Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности: дата введения 2008-03-18. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200072234> (дата обращения: 13.05.2021). – Текст : электронный.
41. МР 2.2.8.0017-10. Гигиена труда. Средства коллективной и индивидуальной защиты. Режимы труда и отдыха работающих в нагревающем микроклимате в производственном помещении и на открытой местности в теплый период года: дата введения 2011-01-28. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200085861> (дата обращения: 03.05.2021). – Текст : электронный.

42. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиена труда, технологические процессы, сырье, материалы, оборудование, рабочий инструмент. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: дата введения 2003-06-13. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901865498?section=text> (дата обращения: 13.05.2021). – Текст : электронный.
43. СанПиН 2.2.4.548-96. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: дата введения 1996-10-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901704046> (дата обращения: 13.05.2021). – Текст : электронный.
44. ГОСТ 12.4.011-89. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих: дата введения 1990-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200000277> (дата обращения: 15.05.2021). – Текст: электронный.
45. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов: дата введения 1983-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения: 15.05.2021). – Текст: электронный.
46. СанПин 2.2.4/2.1.8.56 2-96. Физические факторы производственной среды. Физические факторы окружающей природной среды. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: дата введения 1996-10-31. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения: 16.05.2021). – Текст: электронный.
47. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиена труда, технологические процессы, сырье, материалы, оборудование, рабочий инструмент. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: дата введения 2003-06-13. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901865498?section=text> (дата обращения: 16.05.2021). – Текст : электронный.

48. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования: дата введения 1992-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 16.05.2021). – Текст : электронный.
49. Агентство ТВ-2 – актуальные новости в Томске сегодня: сайт. – Томский водопровод: интересные факты 100+летней истории. – URL: <https://tv2.today/Istorii/Tomskiy-vodoprovod-interesnye-fakty-100letney-istorii> (дата обращения: 21.05.2021). – Текст : электронный.
50. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ): официальный сайт. – Мышьяк. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/arsenic> (дата обращения: 21.05.2021). – Текст : электронный.
51. Савичев О.Г. Пространственные изменения химического состава донных отложений рек Томской области / О.Г. Савичев, В.А. Льготин // География и природные ресурсы. – 2008. – № 3. – С. 46-51
52. Система водоподготовки и очистки воды в Москве: сайт. – Очистка воды от бария: его влияние, источники и методы очистки воды. – URL: <https://www.bwt.ru/useful-info/ochistka-vody-ot-bariya-ego-vliyanie-istochniki-i-metody-ochistki-vody/> (дата обращения: 22.05.2021). – Текст : электронный.