

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

---

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки 05.03.01 Геология  
Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Геологическое строение и геохимические особенности стратифицированных отложений урочища озера Песчаное в приустьевой части р. Зея</b>

УДК 550.4:551.435.726 (571.61)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Л41	Водина Елена Сергеевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юсупов Дмитрий Валерьевич	к. г.-м. н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Пожарницкая Ольга Вячеславовна	к. э. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			1.03.2018

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов Сергей Иванович	д. г.-м. н.		

Томск – 2018 г.

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

---

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки (специальность) 05.03.01 Геология  
Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_  
(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
2Л41	Водиной Елене Сергеевне

Тема работы:

**Геологическое строение и геохимические особенности стратифицированных отложений урочища озера Песчаное в приустьевой части р. Зея**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

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

Публикации в периодической печати, фондовые источники, интернет ресурсы, самостоятельно собранный материал.

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Общие сведения о районе работ;</li> <li>- Геологическая характеристика района;</li> <li>- Методика исследований;</li> <li>- Результаты исследований;</li> <li>- Социальная ответственность;</li> <li>- Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</li> </ul>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Календарный план работ;</li> <li>- Схема геологического строения территории г. Благовещенск и его окрестностей.</li> </ul>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Пожарницкая Ольга Вячеславовна
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
нет	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	01.03.2018
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юсупов Дмитрий Валерьевич	Кандидат геол-минералог наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Л41	Водина Елена Сергеевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Л41	Водина Елена Сергеевна

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	05.03.01 Геология

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Сметная стоимость камеральных работ (Н.И.Р)
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	ССН-92; СНОР-93
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налоговый кодекс Российской Федерации

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Расчет стоимости ОЗП, амортизации, материалов
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Составление плана исследований по анализу геохимии донных отложений
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Обоснование необходимости изучения геохимии донных отложений

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

1. Календарный план работ
---------------------------

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Пожарницкая Ольга Вячеславовна	к. э. н.		01.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Л41	Водина Елена Сергеевна		01.03.2018

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Л41	Водина Елена Сергеевна

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	05.03.01 Геология

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)</i></p>	<p><i>Рабочее место расположено в учебном компьютерном классе (541 ауд.) 20 корпуса ТПУ, имеет естественное и искусственное освещение. Размер помещения 8,5×9,5×3,1. В аудитории имеется 8 персональных компьютеров, на которых производится обработка информации (обработка баз данных, набор текста и т.д.). При выполнении работ аналитические исследования проводились:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в ТПУ на дифрактометре ДРОН -3М.</li> <li><i>Озоленные пробы массой 100 г укладываются в кювету и помещаются в ДРОН-3М на 2,5 часа, после чего на компьютер, подключенный к дифрактометру выводятся данные и обрабатываются вручную.</i></li> </ul>
<p>2. <i>Перечень законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p><i>ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ; ГОСТ 12.1.38-82; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; СНиП 23-05-95; СанПиН 2.2.4.548-96; СанПиН 2.2.4.3359-16; ГОСТ 12.1.018; ГОСТ Р 55090-2012; ПП РФ №681; ФЗ №123.</i></p>

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

<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды</i></p>	<p>Камеральные работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отклонение параметров микроклимата в помещении;</li> <li>- освещение рабочей зоны;</li> <li>- степень нервно-эмоционального напряжения;</li> <li>- монотонный режим работы;</li> <li>- уровень шума на рабочем месте;</li> <li>- статические физические перегрузки.</li> </ul>
<p>2. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды</i></p>	<p>Камеральные работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электрический ток;</li> <li>- короткое замыкание;</li> <li>- статическое электричество.</li> </ul>
<p>3. <i>Охрана окружающей среды</i></p>	<p>Правила утилизации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ПЭВМ и их комплектующих;</li> <li>- отходов класса А;</li> <li>- люминесцентных ламп.</li> </ul>
<p>4. <i>Защита в чрезвычайных ситуациях</i></p>	<p>ЧС – пожар</p>
<p>5. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия по улучшению условий труда.</li> </ul> <p>С использованием:</p>

	<p>- постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03»;</p> <p>- ТОИ Р-45-084-01 «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере». - М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2002;</p> <p>- трудового кодекса Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 28.12.2013) // Собрание законодательства Российской Федерации. - 07.01.2002. - N 1 (Ч. 1). - Ст. 3;</p> <p>- приказа Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н (ред. от 05.12.2014).</p>
--	---

**Перечень графического материала:**

*При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)*

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Л41	Водина Елена Сергеевна		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 99 с., 13 рис., 18 табл., 89 источников, 2 прил.

Ключевые слова: геохимия, донные отложения, органо-минеральные отложения, река Зея, Дальний Восток, четвертичная геология.

Объектом исследования являются донные органо-минеральные отложения урочища озера Песчаное в приустьевой части реки Зея.

Цель работы– определить содержание, распределение и условия накопления макро- и микроэлементов в органо-минеральных отложениях урочища озера Песчаное, сформировавшегося в условиях развитой оползневой активности.

В процессе исследования проводились методы радиоуглеродного датирования, палинологического, рентгенофазового и минералогического анализов, а также атомно-эмиссионный и масс-спектральный методы.

В результате исследования получена геологическая, палеогеографическая и палеоклиматическая информация, которая позволяет проследить изменения природной среды в позднем голоцене на юге Дальнего Востока для понимания взаимосвязи между геохимическим составом отложений озер, бассейном водосбора и окружающей средой.

Область применения: полученные результаты могут использоваться при дальнейшем изучении озера Песчаное, а также служить фоном для болотно-озерных отложений данного района.

## **Обозначения и сокращения**

ВСЕГЕИ – Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского

ГСО – Государственный стандартный образец

ДВО РАН – Дальневосточное отделение Российской Академии Наук

ИПТМ РАН – институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов Российской Академии Наук

МИНОЦ – Международный инновационный научно-образовательный центр

ОС – окружающая среда

ПК – персональный компьютер

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина

СГД – Счетчик газа диафрагменный

ФЗ – федеральный закон

ICP-AES – Атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой

ICP-MS – Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой



## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	11
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАБОТ .....	13
1.1 Географо-экономическая характеристика района .....	13
1.1.1 Климатическая характеристика района .....	14
1.1.2 Геоморфология района .....	15
1.1.3 Гидрологические условия .....	18
1.2 История геологического изучения района .....	19
2 ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА .....	23
2.1 Стратиграфия .....	23
2.2 Интрузивные образования .....	27
2.3 Тектоника .....	27
2.4 Гидрогеологические условия .....	30
2.5 Полезные ископаемые .....	30
2.6 Геологическое строение и рельеф урочища .....	31
3 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	34
3.1 Отбор проб .....	34
3.2 Аналитическое обеспечение .....	35
3.2.1 Метод радиоуглеродного датирования .....	35
3.2.2 Палинологический анализ .....	35
3.2.3 Рентгенофазовый анализ .....	36
3.2.4 Минералогический анализ .....	38
3.2.5 Атомно-эмиссионный и масс-спектральные методы .....	40
3.3 Методика обработки информации .....	43
4 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ .....	44
4.1 Литология и возраст .....	44
4.2 Зольность .....	44
4.3 Результаты палинологического анализа .....	46
4.4 Результаты рентгенофазового анализа .....	49
4.5 Результаты минералогического анализа .....	50
4.6 Результаты атомно-эмиссионного и масс-спектрального методов .....	51
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	60

5.1 Технико-экономическое обоснование продолжительности и объемы работ .....	60
5.2 Расчет затрат времени и труда на научно-исследовательскую работу .....	63
5.3 Расчет затрат на материалы для научно-исследовательской работы .....	64
5.4 Расчет затрат на оплату труда .....	65
5.5 Расчет амортизационных отчислений.....	66
5.6 Расчет затрат на подрядные работы.....	68
5.7 Общий расчет сметной стоимости научно-исследовательской работы.....	69
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	70
6.1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.....	71
6.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды.....	76
6.3 Охрана окружающей среды .....	78
6.4 Защита в чрезвычайных ситуациях .....	80
6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	84
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА.....	86
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	87
Приложение А.....	96
Приложение В.....	98

## ВВЕДЕНИЕ

Геохимический состав органоминеральных отложений урочища озера Песчаное вблизи трансграничной (Россия-Китай) территории, сформировавшихся в доиндустриальный период, позволит установить региональные фоновые уровни содержания ряда элементов, данные о которых к настоящему моменту в этом регионе отсутствуют.

Геохимические процессы, обуславливающие миграционные потоки элементов и их формы нахождения в природе, определяют их региональные фоновые уровни и формирование природных и техногенных аномалий [18]. Объектом исследования являются органоминеральные отложения урочища озера Песчаное в приустьевой части р. Зeya, сформировавшихся в доиндустриальный период. Для этого озера характерна минимальная подверженность антропогенному воздействию, обусловленная его географическим положением. Эта особенность позволяет изучить условно «чистый» материал, в результате чего упрощает процесс выявления закономерностей распределения и концентрирования элементов в позднем квартале, а также исследования их поведения. В итоге полученные результаты позволят установить региональные фоновые уровни содержания ряда элементов, данные о которых к настоящему моменту в этом регионе отсутствуют.

Цель работы – определить содержание, распределение и условия накопления макро- и микроэлементов в органоминеральных отложениях урочища озера Песчаное, сформировавшегося в условиях развитой оползневой активности.

Для выполнения данной цели сформированы следующие задачи:

- изучить геологическое строение исследуемого объекта;
- определить возраст отложений урочища оз. Песчаное;
- восстановить палеоэкологическую обстановку с момента образования озера;
- проанализировать пробы с точки зрения минерального и литологического состава;

- изучить геохимические особенности отложений озера и установить закономерности распределения элементов по всей мощности изучаемой толщи.

Автор выражает благодарность своему научному руководителю к.г.-м.н., доценту Юсупову Дмитрию Валерьевичу и консультанту к.г.-м.н., доценту Межибор Антонине Михайловне за неоценимый вклад в выполнение данной работы, а также к.х.н. В.К. Карандашеву (ИПТМ РАН) д.г.-м.н., проф. Т.В. Кезину (АмГУ), к.х.н В.И. Радомскую, к.г.-м.н. С.М. Радомского и н.с. Е.Н. Воропаеву (ИГиП ДВО РАН) за помощь в выполнении аналитических работ. Отдельная благодарность студентам кафедры геологии и природопользования АмГУ А.А. Могилеву и Р.В. Тростянку за помощь в отборе проб.

# 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАБОТ

## 1.1 Географо-экономическая характеристика района

Район исследования (лист М-52-ХІV) находится в низовьях р. Зeya и по административному делению занимает городской округ Благовещенск и части Ивановского и Тамбовского районов Амурской области. Территория ограничена координатами: 127°00' – 128°00' в.д. и 50°00' – 50°40' с.ш., площадь ее составляет 2 850 км<sup>2</sup> (рис. 1).



Рисунок 1 – Район исследования

Исследуемая территория охватывает самую крайнюю южную часть Амурско-Зейского междуречья и часть левобережья рек Амур и Зeya в зоне устья последней. Междуречье является наиболее высокой частью исследований территории, достигающей максимум абсолютной высоты 301,4 м в истоках пади Широкой (левого притока р. Симоновка). Минимальная абсолютная высота, равная 120,8 м, отмечается на берегу острова р. Амур в южной части района. Левобережье р. Амур и р. Зeya не превышает 187 м абсолютной высоты. В целом

район представляет собой обширную равнину, более возвышенную на северо-западе и пониженную на востоке [3].

Район относится к наиболее к наиболее густозаселенной части Амурской области. Здесь расположен административный и главный промышленный центр Амурской области – г. Благовещенск со своими крупнейшими на Дальнем Востоке мукомольными комбинатами, металлообрабатывающими, кожевенными заводами и предприятиями пищевой промышленности. Кроме того, на исследуемой территории имеется много сел, из которых наиболее крупными являются Ивановка (районный центр), Березовка, Черемхово, Волково, Толстовка, Николаевка и поселок городского типа Белогорье. Население, кроме жителей города Благовещенск, занято в сельском хозяйстве – в полеводстве и животноводстве. Животноводство имеет характер продуктивного и довольно интенсивного производства мясо-молочного направления [34].

Сеть путей сообщения в районе развита достаточно хорошо. С севера, от г. Белогорск до г. Благовещенск проходит железнодорожная ветка на тепловозной тяге. Территорию пересекают шоссе, отходящие на север, северо-запад и восток в направлении городов Свободный, Белогорск, Завитинск и Райчихинск. Имеется также много грунтовых дорог, связывающих между собой отдельные населенные пункты района. Через аэропорт Благовещенска проходит авиатрасса федерального и межрегионального значения и от него же отходит много авиалиний областного и регионального значения.

### **1.1.1 Климатическая характеристика района**

Климат района континентальный. Зима холодная и малоснежная вследствие проникновения с запада и севера сухих охлажденных воздушных потоков из континентального азиатского антициклона. Среднегодовая температура воздуха равна 0°, минимальная среднемесячная январская температура – -29°. Морозы нередко достигают 30–40°. Летом климат подвержен влиянию теплых и влажных потоков воздуха от Тихого океана, на юг Амурской области приходят морские муссоны. Максимальная среднемесячная температура

достигает в июле 27°. Средняя продолжительность безморозного периода 144 дня [76].

Режим атмосферных осадков в течение года очень неравномерный. В период апрель-октябрь выпадает 540 мм или 93–95% годового количества осадков; среднегодовое количество их составляет 594 мм. Зимние осадки составляют 5–7% общегодового их баланса. Редкие снегопады образуют маломощный (10–18 см, редко 20–25 см) снежный покров, накапливающийся обычно с середины ноября до первой декады марта. Исчезает этот покров в конце марта или начале апреля.

Многолетняя мерзлота в районе отсутствует, сезонное промерзание грунтов в среднем равно 2,2 м.

### **1.1.2 Геоморфология района**

При описании района частично использованы геоморфологические материалы, имеющиеся в отчетах Ю.Ф. Чемякова (1954), В.В. Никольской (1958) и С.А. Музылева (1952), А.П. Сорокина (1972) [15, 16, 23, 32,].

Ю.Ф. Чемяков, И.И. Сей и В.С. Будрин в 1953–1954 гг. провели в районе и на соседних территориях маршрутное исследование и составили геоморфологическую карту бассейна нижнего течения р. Зея в масштабе 1 : 1 000 000. В 1958 г. В.Г. Трачук составил схематическую геоморфологическую карту части территории листа М-52 в масштабе 1 : 500 000.

Почти вся поверхность характеризуемой площади представляет собой комплекс речных террас (рис. 2 Б).

Выделяются следующие террасы: I и II террасы высотой 0–2 и 2–5 м, III терраса 6–12 м, IV терраса 12–25 м, V терраса 25–40 м, VI терраса 40–65 м, VII терраса 65–85 м, VIII терраса 85–110 м и IX терраса 110–150 м (высота дана относительно меженного уровня р. Зея около г. Благовещенск).

Все перечисленные террасы четко выделяются на космо- и аэроснимках и легко различаются при полевых работах (рис. 2 А).

I терраса – низкая, пойма формирует узкие (шириной 5–20 м) песчаные пляжи, косы, низкие песчаные острова рек Зeya и Амур. Поверхность этой террасы заливается паводками многократно в течение года.

II терраса – высокая пойма занимает значительные площади не только вдоль основных русел и протоков рек, но и днища узких и широких (до 1 км) временных протоков, которые образуют разветвленную сеть, расчленяющую III террасу.

III терраса широко развита по долинам рек Зeya, Амур и Ивановка. Ширина достигает 10 км и более. Поверхность террасы волнистая и обычно значительно расчленена широкими извилистыми притоками, действующими только в высокие паводки.

Обширные (до 8–10 км) пространства на левобережье р. Зeya заняты IV террасой с хорошо выраженным уступом высотой 8–12 м. В районе г. Благовещенск она также вынимает большую площадь (до 6 км ширины и до 15 км длины). Поверхность террасы волнистая, что обусловлено наличием пологоизвилистых вытянутых очень плоских западин с более увлажненными поверхностями.

V терраса наблюдается на правобережье р. Зeya и в тыловой части р. Амур между селами Ивановка и Игнатьевка. Поверхность зейской V террасы слабоволнистая, слабо расчленённая редкими долинами речек Ивановка, Алим и Аргузиха, а также верховьями отмирающих долин.

В юго-восточной части района, восточнее V террасы протягивается широкая (до 10–12 км) полоса слабоволнистой поверхности VI террасы

В истоках р. Аргузиха и окрестностях с. Граждановка развита VII терраса с почти совершенно ровной поверхностью.

VIII терраса сохранилась только на Амурско-Зейском междуречье, где она занимает верхние части склонов долин рек Грязнушка и Симоновка, а также встречается кое-где западнее г. Благовещенск. Ширина этой террасы нигде не превышает 2–2,5 км. Поверхность ее волнистая, значительно расчленена многочисленными боковыми долинами и логами.



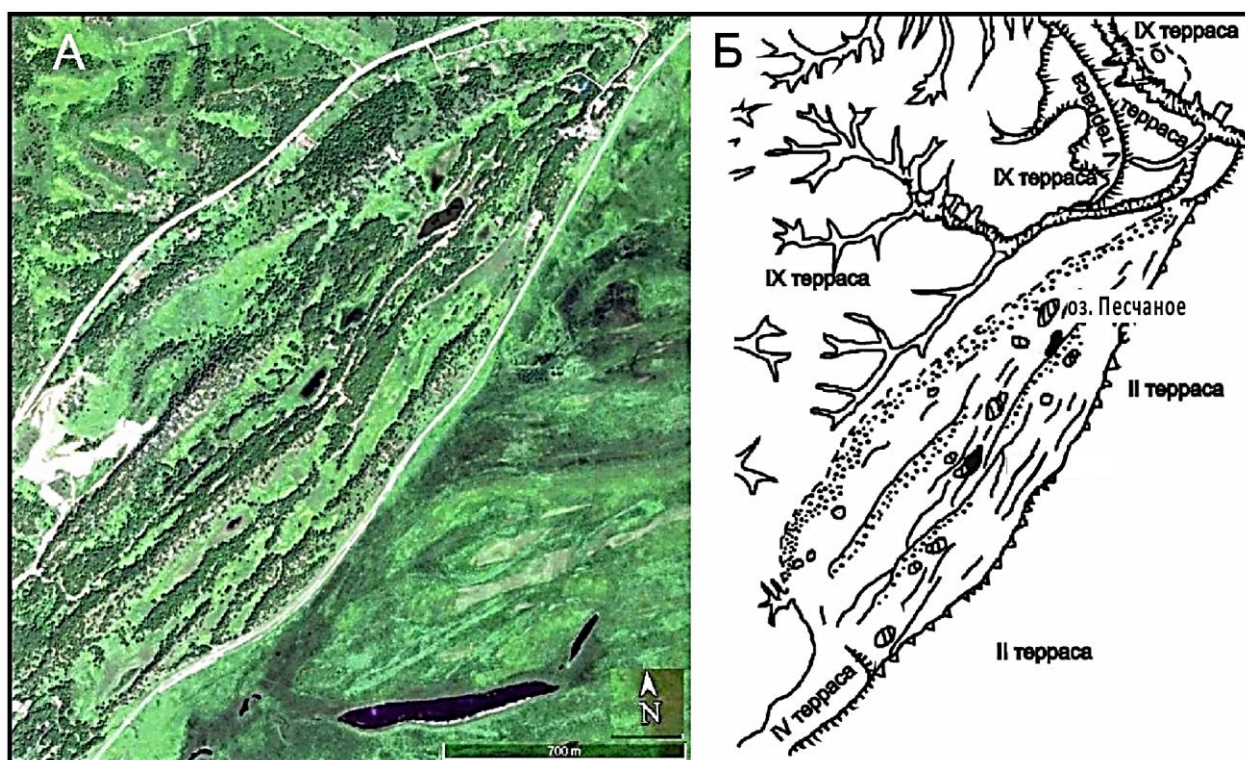


Рисунок 2 – Космоснимок древних оползней на правом склоне долины р. Зея 3 км северо-восточнее пос. Моховая падь (космоснимок сделан с помощью программы Google Earth Pro) (А); древние оползни на правом склоне долины р. Зея 3 км северо-восточнее пос. Моховая падь (Б) [76]

Все более или менее высокие водоразделы Амурско-Зейского междуречья представляют собой остатки поверхности IX террасы, очень сильно изрезанной ветвящимися верховьями небольших долин, логами и оврагами. Обычно ширина этой поверхности не превышает 400–800 м. Только в самых верховьях падей Ключевой, Дальней и Лазаретной сохранились довольно широкие (до 2–2,5 км) слегка волнистые поверхности этой террасы.

В северной части района на наиболее высоких водоразделах местами сохранились сравнительно небольшие (длиной не более 5–6 км) остатки древнечетвертичной аккумулятивной равнины, сформированной на отложениях белогорской свиты. Ширина этих остатков очень небольшая, не более 50–70 м. Поверхность равнины почти идеально ровная, при прослеживании вдоль водоразделов заканчивается пологим, но всегда хорошо различающимся уступом к поверхности IX террасы.

Рельеф района в целом имеет следующие характерные особенности.

Строение поверхности Амурско-Зейского междуречья от восточной части района значительно отличается. На междуречье сохранились высокие древнечетвертичные террасы, подверженные неоднократному воздействию глубиной эрозии водотоков, и в настоящее время междуречье имеет вид системы сравнительно высоких плосковершинных увалов, интенсивно расчлененных глубокими и ветвящимися мелкими долинами. Левобережье р. Зeya и южная часть района расчленены значительно слабее и местность представляет собой типичную аллювиальную равнину.

Причиной такого несоответствия в рельефе является тот факт, что тектонические особенности района достаточно четко отражены в деталях рельефа.

Наблюдаются сквозные долины в бассейнах р. Симоновка и Сенной пади и перехват русел некоторых небольших долин.

На Амурско-Зейском междуречье большинство второстепенных долин по своей ширине совершенно не соответствуют своим водотокам.

### **1.1.3 Гидрологические условия**

Район относится к верхнему отрезку бассейна р. Амур, протекающего по нему на протяжении около 90 км. Ширина его русла от 600 м до 1 100 м на юге. Глубина русла почти везде 3–4 м, иногда до 5 м, скорость течения 1,2–1,5 м/с, дно песчано-галечниковое [24].

В режиме стока р. Амур большую роль играют ежегодные паводки, бывающие по 3–4 раза, в каждый теплый сезон (май-октябрь). Преобладает дождевое питание. В отдельные особо дождливые годы паводки приобретают характер стихийных наводнений.

Река замерзает обычно в середине ноября и ледоход проходит сравнительно спокойно. Наибольшая толщина льда – до 145 см – наблюдается в марте. В конце апреля река вскрывается; весенний ледоход сопровождается резким повышением уровня воды и заторами льда.

Река Зeya, которая считается притоком реки Амур в пределах исследованной площади располагается своим приустьевым отрезком, имеющим длину около 55 км. Ширина русла от 1 до 3 км, глубина 2,5–3 м. Скорость течения 0,6–0,7 м/с. Режим реки в основном похож на режим р. Амур. Вскрывается река в первой декаде мая. Наибольшая толщина льда – 160 см – наблюдается в марте [33].

Из второстепенных водотоков района более или менее крупным является р. Ивановка – левый приток р. Зeya. Ширина речки в среднем 15–20 м, глубина 0,5–1 м, скорость течения 0,6 м/с.

Остальные водные потоки района (Грязнушка, Симоновка, Чигири, Большой Алим, Аргузиха и др.) представляют собой сравнительно небольшие маловодные речки и ручьи, нередко почти полностью пересыхающие в середине лета.

На поверхность обширных зейских и амурских террас встречаются часто озера округлой формы или сильно вытянутые (старицы), достигающие длины 5–7 км (озера Хомутина, Каравчино, Песчаное, Большое, Моховое, Волчиха, Ряшкино и др.).

Реже наблюдаются верховные болота на водоразделах, существующие за счет атмосферных осадков.

## **1.2 История геологического изучения района**

Исследования геологического строения района началось в середине позапрошлого века и имело маршрутный эпизодический характер. Первыми исследователями данной территории являются А.Ф. Мидендорф (1854), А.И. Аносов (1861), Э.Э. Анерт (1895), Л.Ф. Бацевич (1887–1894), Д.В. Иванов (1899), П.К. Яворовский (1902, 1910). Ими было произведено первичное стратиграфическое расчленение пород, которые развиты по долине р. Амур, собрана ископаемая флора в долине р. Зeya.

Следующие исследования начались только в 1935–1936 гг. Н.И. Чернышевым, который провел полевые исследования и составил маршрутную геологическую карту масштаба 1 : 420 000. Ему удалось выделить в исследуемом

районе неогеновые осадочные отложения, изверженные и метаморфические породы.

В 1941–1943 гг. во главе С.А. Музылева на территории была проведена геологическая съемка масштаба 1 : 1 000 000 и разработана стратиграфическая схема, в которой выделены допалеозойские кристаллические сланцы, гнейсовидные диориты и банатиты, метаморфические сланцы и известняки, туфо-осадочная и туфо-эффузивная толщи, отнесенные к юрскому и раннемеловому возрасту, цагаянская свита (верхнемелового возраста), кивдинская угленосная свита и свита «водораздельных песков» и современный аллювий.

В 1949 г. А.З. Лазаревым была составлена схематическая геологическая карта масштаба 1 : 500 000.

В 1951 г. М.С. Нагибина изучала стратиграфию отложений долины р. Амур, в результате чего к докембрию были отнесены гнейсы и гнейсовидные сланцы, а метаморфизованные известняки и кристаллические сланцы – к протерозою.

В 1955 г. И.И. Сеем и Ю.Ф. Чемяковым проведена маршрутная съемка. Также с помощью спорово-пыльцевого анализа лигнитов свита «водораздельных песков» была отнесена к миоцен-нижнечетвертичной системе и переименована в мухинскую [73]. А затем, в 1957 г. этими же исследователями разделена на сазанковскую ( $N_1sz$ ) и белогорскую ( $N_2-Q_1bl$ ) свиты. Также в этом году Б.Г. Венус изучил литологические и стратиграфические отложения цагаянской, кивдинской, сазанковской и белогорской свит. В.В. Нукзарова и Т.Н. Байковская отнесли сазанковскую свиту к миоцену на основании отпечатков растений [85].

В 1957–1960 гг. экспедиция МГУ во главе Е.М. Сергеева провела комплексную съемку в масштабе 1 : 500 000. Были выделены верхнепалеозойские биотитово-рогообманковые граниты, диорит-порфиры и кварцевые диориты.

С 1958 г. Л.И. Сидоренко и В.Г. Трачуком проводились комплексные геолого-гидрологические исследования в масштабе 1 : 500 000, а затем интенсивные поиски нефти и газа [72].

В 1962 г. З.А. Каравановой и В.Г. Трачуком составлены геологическая и гидрогеологическая карты в масштабе 1 : 500 000, была доработана стратиграфическая схема С.А. Музылева [9].

В период с 1959 по 1962 гг. Дальневосточная экспедиция МГУ занималась изучением перспективности территории на нефтегазоносность. В.Б. Олениным дана характеристика геологического строения с детальным описанием отложений нижнего мела.

В 1966 г. С.Н. Калабин и В.Д. Акулов разделили завитинскую свиту на две подсвиты.

М.Н. Афонский в 1967 г. привел структурную схему Нижне-Зейской впадины по подошве осадков бузулинской свиты.

В 1970 г. С.М. Брагинским составлены литолого-фациальные и палеогеографические карты масштаба 1 : 500 000 для кивдинской свиты, райчихинских слоев, бузулинской, сазанковской и белогорской свит. Выделены площади, перспективные на поиски глин, каолинсодержащих и кварцевых песков, полевошпатowego сырья [79].

В 1975 г. под руководством Е.А. Чепыгиной составлена карта инженерно-геологических условий масштаба 1 : 500 000. Выделены геолого-генетические комплексы: аллювиальный, озерно-аллювиальный, пролювиально-делювиальный. Основные формации по литологическим и петрографическим особенностям разделены на типы формаций, характеризующиеся определенными физико-механическими и водными свойствами [83].

В период с 1983 по 1989 гг. Н.В. Трутневой произведена комплексная съемка в Ивановском и Тамбовском районах в результате чего выделено 6 комплексов, включающих 20 водоносных горизонтов, 6 стратиграфо-генетических комплексов пород. Проведено гидрогеологическое и инженерно-геологическое районирование для целей мелиорации, установлены наиболее

перспективные водоносные горизонты и комплексы для водоснабжения, рекомендованы наиболее перспективные районы и участки для первоочередного осушения [84].

В 1993 г. Ю.А. Агафоновым произведены поисковые и геологоразведочные работы с целью уточнения общих ресурсов угля. Ресурсы углей разбиты по интервалам глубин, мощности пластов, даны запасы угля под открытую добычу в пересчете на условное топливо [86].

В.Ф. Севостьяновым (1998 г.) выделена докембрийская симоновкинская толща метаморфических пород, уточнен возраст и взаимоотношение интрузивных образований. Эффузивные образования, ранее выделяемые в качестве самостоятельного подразделения, отнесены к поярковской свите [87].

## 2 ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

### 2.1 Стратиграфия

В геологическом строении исследуемого района участвуют верхнепротерозойско-нижнекембрийские, мезозойские и кайнозойские образования. Стратиграфический разрез района состоит из отложений меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем (приложение А).

#### МЕЛОВАЯ СИСТЕМА (К)

Меловая система включает в себя нижний и верхний отделы, которые в свою очередь подразделяются на итикутскую, поярковскую, завитинскую и цагаянскую свиты [12].

##### Нижний отдел (К<sub>1</sub>)

*Итикутская свита* (К<sub>1it</sub>) вскрыта одной буровой скважиной. Судя по геофизическим материалам, развита по всему левобережью р. Зея. Залегает несогласно на кристаллическом фундаменте. Сложена свита песчаниками, алевролитами, гравелитами, конгломератами и андезитовыми туфами. Встречаются маломощные пласты углей. Скважина не вскрыла нижней границы свиты, поэтому характер ее взаимоотношений с нижележащими отложениями в районе остался невыясненным [25, 66, 67].

На левобережье р. Зея тремя скважинами вскрыты отложения *поярковской свиты* (К<sub>1рк</sub>), представленные осадочными породами, эффузивами среднего и основного состава и туфами этих эффузивов. Она налегает на итикутскую свиту с размывом. Мощность достигает 350 м.

##### Верхний отдел (К<sub>2</sub>)

*Завитивская свита* (К<sub>2zv</sub>) распространена на левобережье р. Зея и вскрыта всеми глубокими скважинами. Свита характеризуется полным отсутствием эффузивов и туфов. В нижней части ее повсеместно встречаются конгломераты и гравелиты, в верхней – преобладают глины. Завитинская свита налегает на поярковскую с размывом. Максимально установленная мощность составляет 208 м.

## Маастрихтский и датский ярусы

*Цагаянская свита* ( $K_2cg$ ) распространена в районе повсеместно. На правом берегу р. Зeya она в отдельных местах выходит на поверхность, обнажаясь в уступах террас. В её разрезе выделяются комплексы пород трех циклов осадконакопления и соответственно им она делится на три подсвиты, разделяющимися между собой и по литологическим особенностям.

*Нижняя подсвита* ( $K_2cg_1$ ) нигде не выходит на поверхность и распространена в восточной части района. На пестроцветные завитинские глины она ложится с размывом, о чем свидетельствует присутствие в ее подошве галек и гравия. Помимо этого, отложения свиты представлены плотными глинами, алевролитами, песчаниками рыхлыми и гравелитами.

*Средняя подсвита* ( $K_2cg_2$ ) распространена шире нижней подсвиты. Она локально обнажается на правом берегу р. Зeya. Вскрыта подсвита множеством скважин на большей части территории, за исключением ее северо-западной части, где подобные отложения не обнаружены. Сложена глинами, алевролитами, гравелитами, песчаниками.

Мощность нижней и средней подсвиты в сумме составляет 290 м.

*Верхняя подсвита* ( $K_2cg_3$ ) выходит на поверхность по правому склону долины р. Зeya. На левом берегу р. Зeya отложения подсвиты вскрыты многими скважинами. По всей толще (до 130 м) вскрываются отложения слабосцементированных песков, аргиллитов, алевролитов, конгломератов, гравелитов [1].

## МЕЛОВАЯ И ПАЛЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА (K+P)

Датский ярус меловой системы и палеоцен палеогеновой системы

*Кивдинская свита* ( $K_2+P_1kv$ ) распространена в северо-восточной части территории. Она выходит на поверхность на правом берегу р. Зeya и вскрыта двумя скважинами в районе с. Ивановка. Представлена свита глинами (иногда углистыми), алевролитами, песками и песчаниками. Мощность свиты на исследуемой территории доходит до 60 м.



У ее подошвы залегают либо крупнозернистые пески с гравием, либо тонкозернистые песчаники с глинами. На цагаянские отложения свита налегает согласно.

## ПАЛЕОГЕНОВАЯ И НЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМЫ (P+N)

### Олигоцен-нижний миоцен

*Бузулинская свита* ( $P_3+N_1bz$ ) вскрыта одной скважиной. Развита в северо-восточной части района. На правобережье р. Зeya отложения бузулинской свиты выходят на поверхность. Представлена свита глинами, песками, алевролитами и слабо сцементированными песчаниками, углями. В основании свиты часто встречаются мелкие галечники и разнозернистые пески, что говорит о значительном размыве отложений в послекивдинское время. Установленная мощность свиты до 60 м [68, 70].

## НЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА

### Миоцен

*Сазанковская свита* ( $N_{1sz}$ ) (мощностью до 130 м) широко распространена в районе. Отсутствует она только на левобережье р. Зeya в южной части района. На Амуро-Зейском междуречье она слагает водораздельные пространства и обнажается в стенках глубоких оврагов и оползневых цирков. Представлена свита песками, галечниками и, в меньшей степени, глинами и алевритами. Между этой и бузулинской свитой имеется стратиграфическое несогласие.

## НЕОГЕНОВАЯ И ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМЫ (N+Q)

### Плиоцен-нижнечетвертичные отложения

*Белогорская свита* ( $N_2+Q_1bl$ ) вскрыта канавами и шурфами. Развита в северо-восточной части Амуро-Зейского междуречья и занимает наиболее возвышенные части водоразделов. Сложена она песками, гравием и глинами. Заметного размыва или стратиграфического несогласия между породами белогорокой и сазанковской свит в районе не наблюдается. Вскрытая мощность свиты достигает 40 м.

## ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ СИСТЕМА (Q)

На рассматриваемой территории четвертичные отложения распространены чрезвычайно широко и представлены преимущественно аллювиальными фациями. По данным палинологических анализов и геолого-геоморфологических наблюдений они подразделяются на нижне-, средне-, верхнечетвертичные и современные.

*Нижнечетвертичные отложения* (Q<sub>I</sub>) общей мощностью до 2 м. Они представлены песками, гравием, галечником, суглинками, глинами, супесями и слагают наиболее высокую древнюю VII речную террасу, занимающую большинство водораздельных пространств Амурско-Зейского междуречья.

*Среднечетвертичные отложения* (Q<sub>II</sub>) мощностью до 26 м слагают VI и V террасы, развитые в долинах Амурско-Зейского междуречья и на левобережье р. Зея.

Отложения VI террасы на Амурско-Зейском междуречье представлены песками, галечниками и глинами. В 4 км северо-западнее г. Благовещенска обнажаются галечники мощностью до 5 м.

V терраса широко распространена на левобережье рек Зея и Амур, а на Амурско-Зейском междуречье сохранилась от размыва только на некоторых участках. Представлена она песками, галечниками и глинами.

*Верхнечетвертичные отложения* (Q<sub>III</sub>), вскрытые одной скважиной, слагают IV террасу рек Зея и Амур, которая отсутствует только в северо-западной части района. Мощность свиты достигает 30 м, она представлена аллювиальными песками, глинами, галечником.

*Современные отложения* (Q<sub>IV</sub>) слагают III террасу, высокую, низкую поймы, отмели и косы. Свита сложена мелко- и тонкозернистыми глинистыми песками и песчанистыми тинами, подстилающими их разномзернистыми гравелистыми песками, часто фациально замещенными галечниками. Пески имеют полимиктовый состав. Общая мощность отложений варьирует от 12 до 21 м.

## 2.2 Интрузивные образования

На исследуемой территории встречаются изолированные выходы на поверхность различных гранитоидов кислого и умеренно-кислого состава, реже наблюдаются породы основного состава. Установлены интрузии трех возрастов – раннепалеозойские, позднепалеозойские и раннемеловые [78].

*Раннепалеозойские интрузии* ( $\gamma\delta$  PZ<sub>1</sub>?) представлены двуслюдяными гранито-гнейсами, пространственно приуроченными к позднему протрерозою и раннему кембрию, гнейсированными гранодиоритами и диоритами, предположительно отнесенными к раннему палеозою.

*Позднепалеозойские (?) интрузии* представлены комплексом из двух интрузий.

*Кварцевые диориты и диориты* ( $\delta$  PZ<sub>3</sub>?), химический состав которых отвечает среднему составу диоритов, встречаются западнее о. Ку-Куй в районе устья р. Симоновка. Повсеместно в зоне контакта в кварцевых диоритах встречаются мелкие (мощностью 5–10 см) жилки плагиогранитов. Породы в зоне контакта значительно катаклазированы. Возраст интрузии условно принят позднепалеозойским.

*Граниты, плагиограниты и гранодиориты* ( $\gamma\delta$  PZ<sub>3</sub>?) выходят на поверхность северо-западнее пос. Верхнеблаговещенский на протяжении 20 км берега Амура. Преобладают биотитовые граниты, а в апикальных частях интрузии – гранодиориты. В районе пади Ключевой установлена зона ороговикования. Условно интрузия отнесена к позднепалеозойской.

*Раннемеловые интрузии* представлены лейкократовыми гранит-порфирами ( $\gamma\mu$  K<sub>1</sub>), образующими мелкие штокообразные тела в районе пади Ключевой и в устьевой части пади Безыменной. Для них характерна кавернозность. Наблюдаются неправильные пустоты диаметром до 1 см.

## 2.3 Тектоника

Рассматриваемый район располагается в юго-западной части Нижнезейской впадины, охватывая в ее пределах Благовещенское и Гродековское поднятия, Лермонтовский и Дмитриевский прогибы [12].

Впадина наложена на палеозойское складчатое основание, разбитое многочисленными дизъюнктивными нарушениями.

Тектоническое строение фундамента впадины изучено преимущественно геофизическими методами [69, 74, 75, 82, 88, 89].

В районе выделены поднятия и погружение фундамента в виде разновеликих блоков, сложенных либо протерозойско-кембрийскими метаморфическими образованиями, либо палеозойскими гранитоидами (рис. 3 А). Максимальная мощность метаморфической толщи (до 6 км) наблюдается в районе г. Благовещенск, минимальная (до 2 км) в пределах Гродековского поднятия.

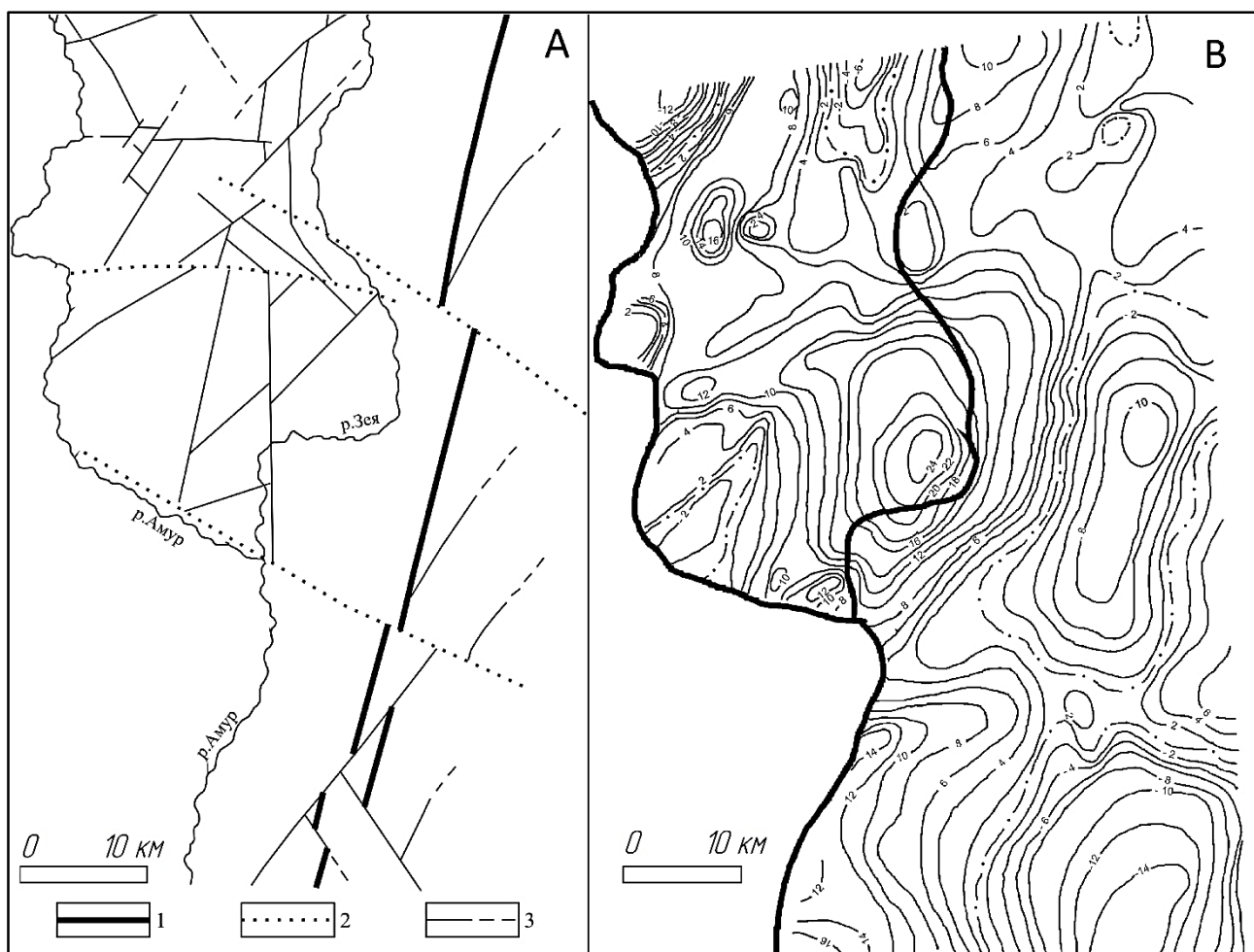


Рисунок 3 – Схема предполагаемых новейших разломов (А); схема остаточных аномалий сил тяжести (В) [76].

Условные обозначения: 1 – крупный (региональный) разлом, 2 – наиболее молодые разломы, 3 – второстепенные разломы

У Благовещенска и в устье р. Симоновка метаморфические сланцы фундамента выходят на поверхность. Слои их дислоцированы в мелкие складки сложного строения. Преобладающее простирание толщи сланцев близко к меридиональному.

Покровы меловых вулканитов в пределах Благовещенского и Гродековского поднятий, залегающие на глубоко эродированных метаморфических сланцах и гранитоидах, дислоцированы слабо. Фундамент Дмитриевского и Лермонтовского прогибов сложен палеозойскими гранитоидами, которые разбиты дизъюнктивными нарушениями на крупные блоки. Тектонические разрывы, ограничивающие блоки фундамента, служили подводными каналами магматическим проявлениям мелового возраста.

Максимальное погружение фундамента в Дмитриевском прогибе составляет 2 800 м, в Лермонтовском – 2 600 м. Оба прогиба имеют асимметричную форму: северные борта их более крутые, чем южные [75, 77, 80].

Верхняя часть осадочного выполнения (цагаянская свита -четвертичный аллювий) залегает почти горизонтально. Преобладающее простирание – субширотное (90–120°). В целом наблюдается очень пологое погружение слоев на север. Структуры кивдинской и бузулинской свит, вероятно, повторяют структуры подстилающих их цагаянских отложений. Рыхлые породы сазанковской и белогорской свит не подвержены складчатым изменениям и залегают практически горизонтально.

В мезозойских образованиях Лермонтовского прогиба выделены Удобненская, Верхне-Аргузихинская, Николаевская и Лермонтовская локальные антиклинальные структуры, приуроченные к прибортовым частям прогибов.

Гравиметрические материалы, подтвержденные сейсморазведкой и электроразведкой, указывают на наличие мощной зейской зоны разломов субмеридионального простирания, обуславливающих блоковое строение фундамента и сложную тектоническую структуру эффузивно-осадочного покрова

впадины [88]. К разломам приурочена наиболее интенсивная дислоцированность мезозойских отложений.

#### **2.4 Гидрогеологические условия**

Занимая южную часть Амурско-Зейского артезианского бассейна, рассматриваемая территория характеризуется широким распространением пластово-поровых и пластово-трещинных подземных вод. Только в юго-западной части района в узкой приамурской полосе, где выходят породы фундамента бассейна, развиты трещинные воды.

Среди подземных вод особый практический интерес представляют грунтовые воды, заключенные в четвертичных и неогеновых отложениях. Водоносные горизонты в более древних породах (палеогеновых и меловых) имеют напорный режим и характеризуются непостоянным дебитом скважин в виду большой фациальной изменчивости водоносных пород.

Основными водовмещающими породами чехла бассейна являются терригенные рыхлые или слабосцементированные отложения и лишь в незначительной степени эффузивные образования кислого и среднего состава.

#### **2.5 Полезные ископаемые**

На территории исследуемого района известны единичные проявления нефти и газа в поярковской свите. Обнаружено Ивановское буроугольное месторождение [68, 81], угольные пласты вскрываются в бузулинской (2 пласта), поярковской (4 пласта), итикутской (5 пластов) свитах, а залежи лигнитов встречены на правом берегу р. Зeya, Сеяной пади, в окрестностях с. Новинка и др.).

Около с. Игнатьевка в шлихах встречены единичные знаки золота и касситерита. Шлиховое опробование руслового и террасового аллювия выявило незначительное, но повсеместное распространение рутила, анатаза, касситерита. Из других минералов в единичных зернах присутствуют киноварь, монацит, ортит, гарниерит.

Сравнительно много месторождений строительных материалов. Здесь обнаружены полевой шпат (месторождения Новинка, Белогорское). Идет добыча гранита и гранодиорита на месторождениях Марушкины ворота и

Верхнеблаговещенское. Повсеместно обнаружены залежи глин и песка, пригодных в качестве строительного материала.

Рассматриваемая территория занимает южную часть Амуро-Зейского артезианского бассейна. На его площади разведано около 70 месторождений (участков, водозаборов) пресных подземных вод для хозяйственно-питьевых и производственно-технических целей, 6 месторождений минеральных вод, которые можно использовать в качестве лечебно-питьевых.

## **2.6 Геологическое строение и рельеф урочища**

Урочище озера Песчаное находится в приустьевой, правобережной части долины р. Зeya, дренирующей самую крупную Зейско-Буреинскую равнину Дальнего Востока.

Оно сложено в основном рыхлыми отложениями *сазанковской* ( $N_1sz$ ) и *белогорской* ( $N_2+Q_1bl$ ) свит неоген-четвертичного возраста [78].

Отложения *сазанковской свиты* ( $N_1sz$ ) обнажаются сравнительно хорошо в ставках многочисленных оползневых цирков и глубоких оврагов. Свита сложена каолинитизированными песками и алевритами, глинами, гравийниками, галечниками, линзами лигнитов. Мощность свиты достигает 130 м.

*Белогорская свита* ( $N_2+Q_1bl$ ), в отличие от сазанковской, практически не каолинитизирована, характеризуется более тонкозернистым составом отложений и отсутствием лигнитов. Свита имеет максимальную мощность 40 м.

Озеро располагается в новейшем локальном тектоническом разломе, заложившемся при формировании чехла.

На территории сильно развиты оползневые процессы, результатом которых стало оползание пород на 45–50 м (в абс. высотах) на северо-западной границе и приблизительно на 80–90 м – на юго-восточной. Предполагается, что склоновая деформация надпойменных террас и их смещение произошло около 6–7 тыс. лет назад [30].

Причиной этого могло послужить подмывание отложений по водоупору, который наклонен к востоку. Грунтовые воды выносят песок в пойму реки Зeya, что со временем ослабляет силу сцепления частиц породы и этот процесс



приводит к их смещению в сторону поймы под действием гравитационных сил по наклонным водоупорам. А во время паводков и половодий оползающие породы сносились вниз по течению реки (рис. 4).

В результате чего сформировался своеобразный рельеф, проявляющийся в виде системы трех параллельно ориентированных вдоль всего урочища холмов и расположенных между ними котловин, которые расширяются к северо-востоку [28]. Озерно-болотное урочище сформировано двумя болотами, которые вытянуты линейно, озером Песчаное, и сопровождается выходом грунтовых вод, которые выходят по всей юго-восточной границе, и имеют достаточно мощный выход на северной границе урочища [29].

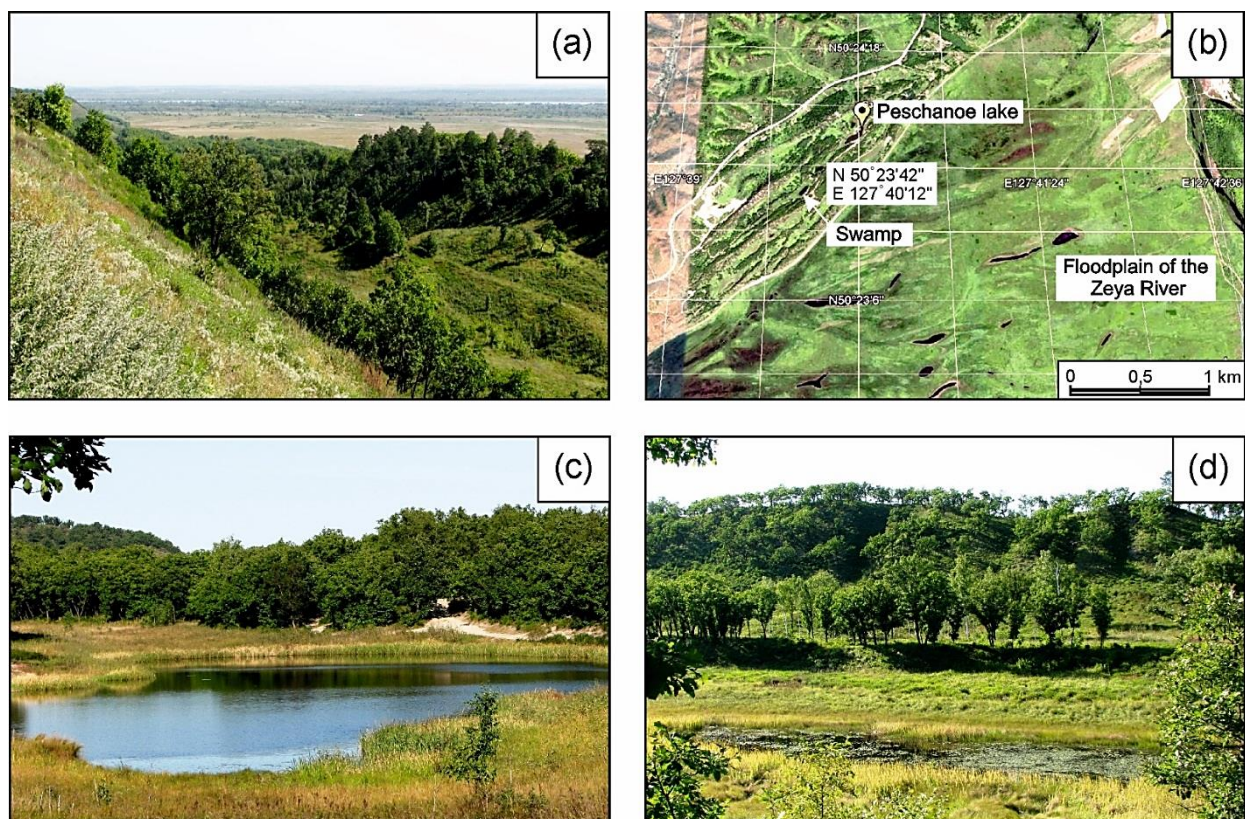


Рисунок 4 – Гряды древнего оползня в урочище оз. «Песчаное» (а), фрагмент космоснимка долины р. Зeya (b), оз. Песчаное (с), болотный массив (d)

Озеро Песчаное имеет грунтовое и дождевое питание. В западной части озера имеется небольшой болотный массив с мощной (до 7 м) толщей сапропеля и торфа. Согласно гидрогеологическим исследованиям, площадь зеркала озера



составляет  $850 \text{ м}^2$ , максимальная глубина –  $5,7 \text{ м}$ , средняя –  $2,5 \text{ м}$ , объем воды приблизительно равен  $2100 \text{ м}^3$  [31].

В границах урочища абсолютные отметки варьируют от  $222,5 \text{ м}$  в юго-западной части до  $169,4 \text{ м}$  – в северо-восточной. Такое различие в высотах говорит о том, что в процессе суффозии территория урочища сползла и осела к пойме Зеи примерно на  $59,7 \text{ м}$  [31]. На сегодняшний день благодаря регулированию стока реки Зея, грунтовые воды по своему характеру движения стали более равномерными, вследствие чего процессы оползания заметно ослабли.

### 3 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом изучения является керн, отобранный с прибрежной части озера Песчаное. Керн донных отложений представлен почвенным слоем, торфом, суглинком и сапропелем. Вся исследуемая толща (7,5 м) была разбита на 85 отрезков по принципу интервального деления (по 5–10 см).

#### 3.1 Отбор проб

Отбор проб донных отложений озера Песчаное произведен в его прибрежной части (рис. 5 В) торфоразведочным буром ТБГ-1 (рис. 5 А). Полуцилиндрическая керноприемная камера пробоотборника имеет диаметр равный 2,4 см.

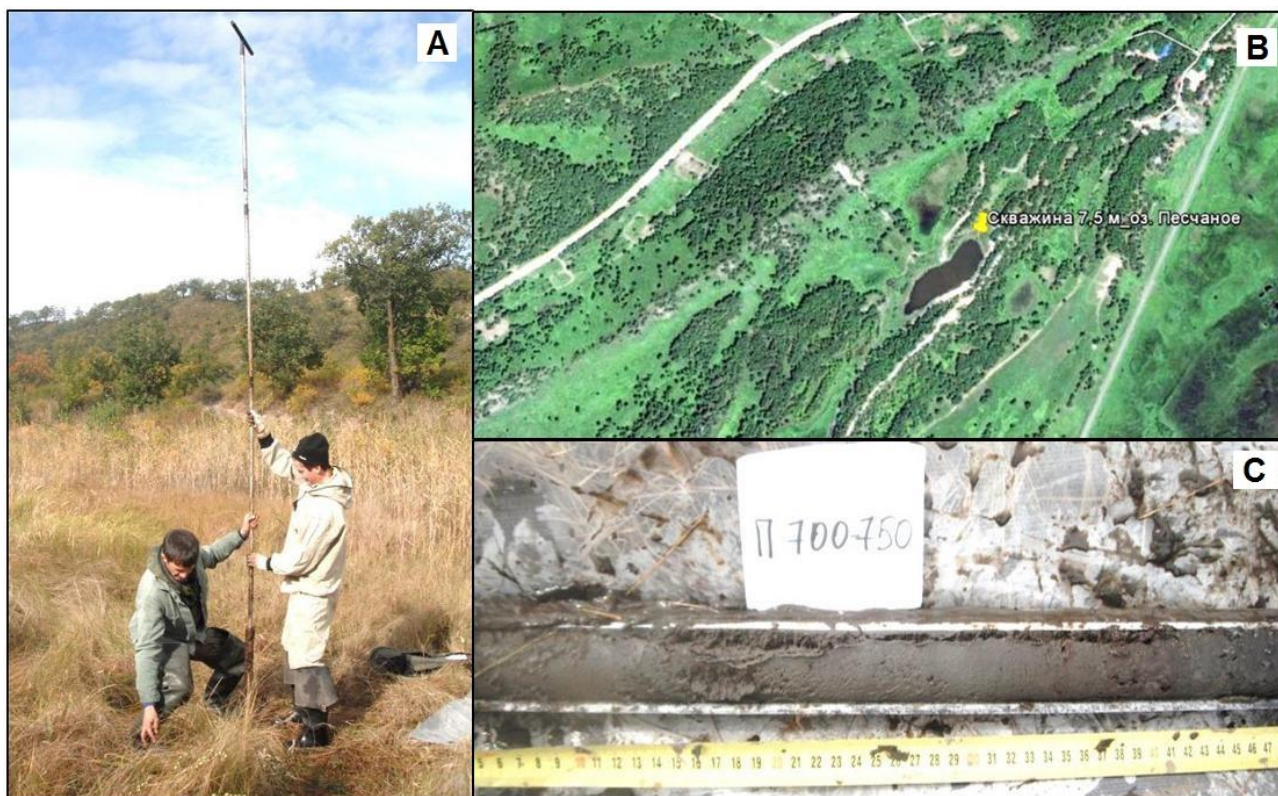


Рисунок 5 – Отбор проб с помощью бура ТБГ-1 (А); космоснимок места отбора керна на озере Песчаное (космоснимок сделан с помощью программы Google Earth Pro) (В); керн с глубины 700-750 см (С)

Интервал отбора проб для верхнего метрового слоя составил 5 см и для нижних горизонтов – 10 см. Пробурено 7,5 пог. м скважины. Материал,

отобранный из скважины, представлен керном (рис. 5 С). Всего изучено 114 проб.

### **3.2 Аналитическое обеспечение**

Лабораторное изучение керна включало методы радиоуглеродного датирования, палинологического, рентгенофазового и минералогического анализов, а также атомно-эмиссионный и масс-спектральный методы. Также была определена зольность осадков прокаливанием при температуре  $800 \pm 25$  °С [39].

#### **3.2.1 Метод радиоуглеродного датирования**

Данные радиоуглеродного датирования донных осадков озера определяли в Киевской радиоуглеродной лаборатории (Украина). Всего было проанализировано 2 пробы (с глубины 3 и 7 м).

Пройдя вся предварительные стадии очистки от посторонних загрязнений, которые могут отличаться по возрасту от исследуемого, образец сжигают, а выделившейся газообразный диоксид углерода собирают. Далее им наполняют специальный счетчик и в приборе, заранее изолированном от внешней радиации, начинается считывание радиоактивных распадов, которые вызывают электрические импульсы. В результате по этим импульсам и происходит расчет возраста исследуемой пробы [6, 26].

Метод является универсальным для определения абсолютного возраста четвертичных отложений, так как не имеет аналогов. В данном исследовании радиоуглеродное датирование использовалось в совокупности со спорово-пыльцевым анализом для изучения климатической динамики территории.

#### **3.2.2 Палинологический анализ**

Спорово-пыльцевой анализ выполнен доктором геолого-минералогических наук Кезиной Т.В. в АмГУ, г. Благовещенск согласно стандартному методу [20]. Пробы химически обрабатывались по сепарационной методике Гричука В.П. [5] в соответствии с методическими рекомендациями, разработанными во ВСЕГЕИ [13, 14].

Спорово-пыльцевой анализ проведен для 10 проб керна с разных уровней скважины. В целом, интервал опробования составил 7,5 м. По литологическому составу обработанные пробы интервале 700–750 см состоят из суглинков темно-серых с включением дресвы полевых шпатов и остатков растений. В интервале 540–700 см – суглинки серо-коричневые с остатками растений, в интервале 290–220 см – суглинки темно-серые с остатками растений.

Порода, подверженная предварительной обработке едкой щелочью (мацерат), с целью очищения ее от растворимых веществ, помещается в центрифугу с тяжелой жидкостью (в данном случае с калиево-кадмиевой, удельный вес которой равен 2,2–2,4 г/см<sup>3</sup>). Удельный вес тяжелой жидкости должен быть больше, чем удельный вес пыльцы и меньше, чем удельный вес легких минеральных компонентов. Тогда, после центрифугирования все органические частицы выплывают на поверхность, а минеральные оседают на дно, затем споры и пыльцу собирают и количественно подсчитывают и определяют их природу. Для многих образцов дополнительно применяется метод ацетализа, разработанный Г. Эрдтманом [35], с целью упростить изучение проб. Он заключается в химической обработке спор и пыльцы уксусным ангидридом и серной кислотой для удаления интины (целлюлозная внутренняя оболочка) и сохранения только экзины (внешняя оболочка).

Для растительных сообществ четвертичного периода очень важным параметром является соотношение обилия пыльцы древесной и кустарниковой растительности. Споровые растения составляют фон и их состав на заключения о климате практически не влияет.

### **3.2.3 Рентгенофазовый анализ**

Анализ минерального состава методом рентгенофазового анализа выполнен в МИНОЦ «Урановая геология» при отделении геологии Национального исследовательского Томского политехнического университета на дифрактометре фирмы Bruker «D2 Phaser» (рис. 6 А). Всего изучено 8 образцов органо-минеральных отложений.



Рисунок 6 – Рентгенофазовый дифрактометр «D2 Phaser» (А); подготовка образца 440–450 (В)

Данный анализ осуществляется в пять этапов:

1 этап. Ознакомление с устройством. «D2 Phaser» – установка, позволяющая диагностировать структуры вещества при помощи рентгеновских лучей. Этот метод подходит для анализирования твердых веществ, имеющих кристаллическую структуру, которая состоит из атомов, ионов, молекул, комплексов и т.д. Основным принципом работы «D2 Phaser» – это циклическое повторение движений элементарной ячейки в трех (иногда в двух) направлениях, которая отражает всю природу кристаллических структур веществ, их симметрию и элементный состав.

2 этап. Подготовка образцов к исследованиям (рис. 6 В). Для подготовки проб нужны следующие инструменты и посуда: кювета из кварцевого стекла, ступка, стеклянная пластинка, не заточенный скальпель. Прежде чем начать подготовку проб, весь инвентарь необходимо протереть проспиртованной ватой. Далее проба истирается в ступке до пудры, и истолченным материалом наполняется кювета, важно, чтобы вещество наполняло ее точно до краев и не выходило за границы. Подготовленный образец помещается в прибор на соответствующую приставку.

3 этап. Работа с анализатором «D2 Phaser» и получение дифрактограмм изучаемого материала. Согласно технической документации сначала проверяется исходное состояние всех переключателей и количество охлаждающей жидкости для рентгеновской трубки. Далее установка включается и прогревается 30 минут.

Затем анализатор настраивают таким образом, чтобы он отвечал требованиям данного исследования, т.е. задаются значения для:

- силы тока и напряжения на рентгеновской трубке;
- мощности рентгеновского излучения и устанавливаются подходящие размеры щелей, диафрагм и фильтров;
- скорости движения детектора.

Все данные отправляются на компьютер, подключенный к прибору.

Опытно установлено, что вращение датчика оптимально устанавливать с начального угла ( $5-10^\circ$ ) до конечного угла ( $70-90^\circ$ ). В случае надобности диапазон углов можно расширить до  $360^\circ$ . Стоит отметить, что при заданных углах съемки не определяются глинистые материалы, так как для их анализа задаются меньшие углы.

4 этап. Расшифровка дифрактограмм. Дешифрование дифрактограммы производится с помощью программы EVA согласно инструкции по работе.

5 этап. Анализирование полученных результатов. На этом этапе анализируются результаты минерального состава проб, полученные рентгенофазовым методом, по которым составляются сводные таблицы, строятся графики и делаются соответствующие выводы.

Рентгенофазовый анализ относится к экспрессным методам и имеет высокую достоверность (его нижний предел обнаружения равен 1 масс. %), а также является прямым, т.е. исключает косвенное сравнение с эталонными образцами [9].

#### **3.2.4 Минералогический анализ**

Минеральный состав отложений изучался с помощью бинокля Stemi 2000-C и микроскопа ПО-ЛАМ Р-211 в Институте геологии и

природопользования ДВО РАН (аналитик Воропаева Е.Н., г. Благовещенск). Всего было проанализировано 8 проб.

Для определения в пробах соотношений минеральных отложений между собой, первоначально рассчитывают массовую долю глинистых частиц по ГОСТ 29234.1-91 [47].

Методика выполняется поэтапно:

Сначала образец подготавливается по ГОСТ 21216-2014 [46] отбирается навеска массой 50 г, сушится при температуре  $105 \pm 5$  °С, а после охлаждения от нее отбирают глинистое сырье массой 10 г.

Проба помещается в коническую колбу прибора для отбора суспензии, в нее же добавляется дистиллированная вода объемом 150 см<sup>3</sup> и раствор пирофосфорно-кислого натрия – 10 см<sup>3</sup> и вся эта смесь кипятится в течение 1 часа.

Далее суспензия охлаждается до комнатной температуры и переносится на сито (N 0063). На сите, помещенном в стеклянный цилиндр, глина промывается струей воды и слегка растирается пальцем до момента, когда вода становится прозрачной.

Остаток на сите смывается водой в выпарительную чашу, сушится и взвешивается.

А суспензия, оставшаяся в цилиндре, перемешивается в течение 1 минуты и оставляется для отстаивания. После этого пипеткой берется пробы и помещается в специальный стаканчик, в нем она сушится и взвешивается.

Остаток, который не прошел через сито, после сушки разделяется на алевритовую и песчаную фракцию аналогичным способом, но через сито с сеткой N 0100. То есть частицы, которые прошли через второе сито – это алевритовая фракция, которая также собирается в специальный стаканчик, сушится и взвешивается. А частицы, оставшиеся на этом сите – песчаная фракция, собираются в другой специальный стаканчик, сушатся и взвешиваются.



Таким образом сумма всех трех фракций принимается за 100 % и производятся расчеты массовых долей для каждой из них. После чего все данные записываются в сводную таблицу и делаются соответствующие выводы.

### **3.2.5 Атомно-эмиссионный и масс-спектральные методы**

Содержание Li, B, Na, Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Ba в пробах определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ICP-AES). А содержание Li, Be, B, Al, P, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Mo, Nb, Ru, Rh, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Th и U в образцах определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS).

Содержание Li, B, Al, P, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Ba было определено в обоих анализах, но для макроэлементов (P) более точным считается метод ICP-AES, а для микроэлементов (Li, B, Al, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Ba) – метод ICP-MS.

Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) выступает как основной метод данного исследования.

Определение содержания элементов проведено в сертификационном испытательном центре Института проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов (ИПТМ) РАН (г. Черноголовка). Аналитик к. х. н. Карандашев В.К. Анализ элементов в пробах производили масс-спектральным и атомно-эмиссионным методами с индуктивно связанной плазмой. Для контроля качества анализа использовали стандартные образцы состава габбро СГД-1А (ГСО 521-84П) и СГД-2А (ГСО 8670-2005). Суммарная ошибка определения содержания элементов не превысила 30%. Всего проанализировано 86 проб. Интервал опробования составил 7 м.

Метод ICP-MS осуществляется при помощи специального прибора – масс-спектрометра, который разделяет ионизированные частицы (атомы, молекулы, кластерные образования) по соотношению массы иона к его заряду, воздействуя



на них электрическим и магнитным полями. Источником ионов выступает аргоновая индуктивно-связанная плазма.

Пробоподготовка заключается в измельчении образца до 0,071 мм. Затем, с помощью квартования масса пробы уменьшается до 1-5 г и в фарфоровом тигле отправляется в холодную муфельную печь, температура в которой постепенно повышается до установленного максимума (500 °С) и происходит обжиг в течение 2 часов. Невысокая температура озоления позволяет сохранить элементы-спутники в золе органо-минеральных отложений.

После обжига, по методу кислотного разложения проба переводится в раствор. Вскрытие проводится фтороводородной и азотной кислотами в системе микроволновой пробоподготовки Millistone Start D, включающей предварительную стадию выдерживания реакционной смеси при температуре приблизительно равной 70 °С. Разложение протекает при температуре 200 °С и мощности 700 Вт. Пробы охлаждаются до комнатной температуры, количественно переносятся в фторопластовые стаканчики объемом 50 мл, обмываются 5%-м раствором азотной кислоты. Далее пробы последовательно переводятся в хлориды и нитраты. На партию проб (10 проб) также готовится хотя бы одна холостая проба, чтобы проверить чистоту применяемых реактивов.

Прямо перед методом ICP-MS проба разбавляется. Коэффициент разбавления равен 1 000.

Что бы контролировать колебания чувствительности масс-спектрометра, которые могут быть обусловлены матричными эффектами, временными флуктуациями и др., используют внутренний стандарт (индий). Также изменения чувствительности и качество проведения пробоподготовки отслеживаются с помощью внешнего стандарта (горная порода со схожим составом с анализируемыми образцами, подготовленная в этих же условиях).

Определение элементов происходит посредством сканирования в интервале от 5 до 242 а.е.м. Содержание в образцах основных элементов и уровни содержания этих элементов определяют количество анализируемых проб

в партии, оно варьирует от 5 до 15. Изучаемые пробы чередуют с внешним стандартом.

Обработка масс-спектров и подсчет содержания элементов в образцах осуществляется при помощи программного обеспечения масс-спектрометра и электронных таблиц.

Перед началом работы, масс-спектрометр настраивается при помощи раствора, в котором содержится по 1 мкг/л Mg, Li, Ce, Y, Co и Tl. Это процедура обеспечивает достижение максимальной чувствительности прибора. Еще одним требованием для стабильной работы устройства является константный температурный режим. Допустимое изменение температуры должно быть не более 1,5 °С.

Данная методика анализа является весьма точной и требует для анализа малое количество вещества. ICP-MS определяется более 50 элементов таблицы Менделеева. По этим причинам ICP-MS является одним из самых распространенных методов определения элементного состава [19]. Пределы обнаружения элементов методом ICP-MS приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Пределы обнаружения элементов-примесей методом ICP-MS

Элемент	ПО, мкг/г	Элемент	ПО, мкг/г	Элемент	ПО, мкг/г	Элемент	ПО, мкг/г
Li	0,01	La	0,02	Rb	0,1	Yb	0,007
Be	0,02	Ce	0,01	Sr	0,09	Lu	0,007
Sc	0,1	Pr	0,006	Y	0,01	Hf	0,03
V	0,6	Nd	0,008	Zr	0,08	Ta	0,01
Cr	0,5	Sm	0,003	Nb	0,02	W	0,02
Co	0,06	Eu	0,006	Mo	0,03	Hg	0,005
Ni	0,4	Gd	0,005	Ag	0,03	Tl	0,001
Cu	0,3	Tb	0,003	Cd	0,04	Pb	0,06
Zn	0,7	Dy	0,006	Sn*	0,2	Bi	0,003
Ga	0,1	Ho	0,005	Sb	0,02	Th	0,005
As	0,08	Er	0,006	Cs	0,01	U	0,001
Se	0,3	Tm	0,003	Ba	0,06		

Методика атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-AES) при помощи нагревания индуктивной связанной плазмой изучаемого образца, в результате чего атомы и ионы анализируемого вещества начинают испускать спектры в газовой фазе.

ICP-AES является одним из наиболее распространённых экспрессных высокочувствительных методов, который одновременно количественно идентифицирует большой объем элементов в пробах с достаточно высокой точностью в широком диапазоне концентраций [7].

### **3.3 Методика обработки информации**

Данные результатов анализов заносились в базу данных. Оценка основных статистических показателей (стандартная ошибка определения среднего, медиана, стандартное отклонение, среднее арифметическое, среднее геометрическое, асимметрия, эксцесс, коэффициент вариации) проводилась с использованием пакета Statistica 8.0 и электронных таблиц Excel. Перед расчётом статистических величин для получения более точных данных значения, которые оказались меньше, чем предел их обнаружения, изменялись на нулевые.

Помимо расчётов среднего арифметического применялся расчёт отношений индикаторных элементов для некоторых элементов [21], с целью получить более достоверную информацию об изучаемом объекте.

Построение графиков и диаграмм проводилось в программах КОМПАС-3D V12 и Corel. Доработка растровых изображений производилась в программе Photoshop.

## **4 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

### **4.1 Литология и возраст**

Разрез донных отложений оз. Песчаное имеет следующий вид (рис. 7 А):

- 0-50 см – почвенный слой с остатком растительности;
- 50-100 см – торф буро-коричневый с остатками видимых фрагментов растений;
- 100-400 см – суглинок темно-серый с растительными остатками;
- 400-500 см – сапрпель от темно-коричневого до черного;
- 500-700 см – суглинок темно-серый с растительными остатками;
- 700-750 см – суглинок темно-серый с включением полевых шпатов.

Согласно результатам радиоуглеродного датирования донных отложений озера с глубины 7 м их абсолютный возраст составляет  $4162 \pm 186$  лет. Эту дату можно отнести к суббореальному периоду голоцена и предположить, что это время, когда образовалось озеро и приближенная дата схода оползня [27].

Донные отложения с глубины 3 м имеют абсолютный возраст  $1541 \pm 110$  лет. Этой датировке соответствует субатлантический период голоцена. Существенное содержание сапрпеля свидетельствует об интенсивном заболачивании озера и, следовательно, на циклические, но не высокие подъемы уровня воды над залежами и более теплый климат.

### **4.2 Зольность**

Зольность используется для оценки содержания минеральной и органической составляющей донных осадков. Количество органического материала в донных отложениях является важным показателем условий осадконакопления и контролирует биопродуктивность бассейна. Часть органического материала поступает из водных растений, произрастающих непосредственно в озере. Существует также аллохтонный привнос органики с водосборной площади.

Для обработки результатов зольности исследуемой пробы А, % по массе вычисляют по формуле:

$$A = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100,$$

где  $m_1$  – масса пустого тигля, г;

$m_2$  – масса тигля вместе с пробой, г;

$m_3$  – масса тигля с золой, г.

Результаты рассчитывают до второго и округляют до первого десятичного знака.

Распределение зольности по разрезу представлено на рис. 7 В.

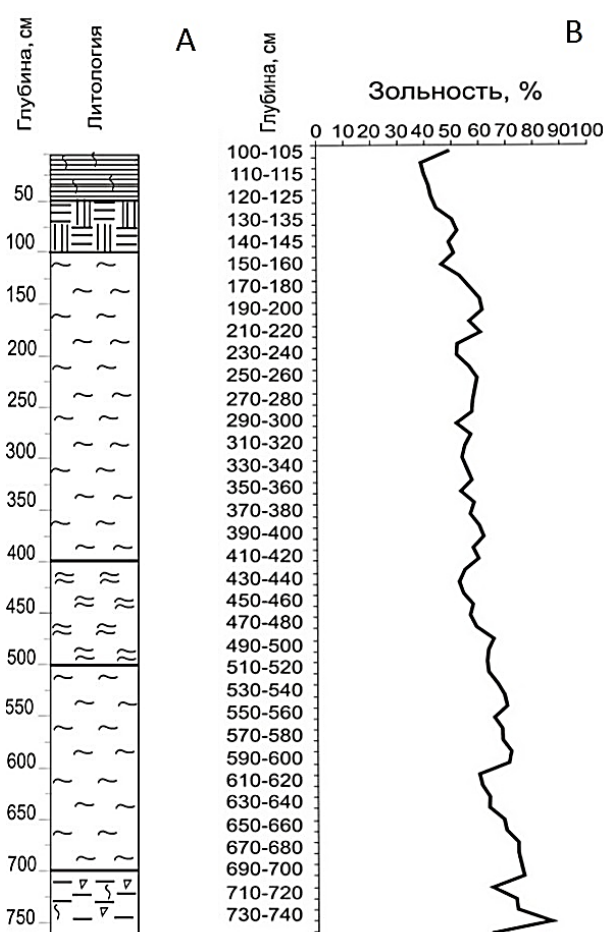


Рисунок 7 – Литологическая колонка отложений озера Песчаное (А); изменение показателя зольности осадков по скважине озера Песчаное (В)

Условные обозначения: 1 – почвенный слой с остатком растительности; 2 – торф буро-коричневый с остатками видимых фрагментов растений; 3 – суглинок темно-серый с растительными остатками; 4 – сапропель от темно-коричневого до черного; 5 – суглинок темно-серый с включением полевых шпатов

Как видно из графика, донные осадки озера Песчаное характеризуются высокой величиной зольности. Разброс зольности составляет от 39 до 87 % при среднем 59 %. Содержание минерального компонента увеличивается с возрастом. Интервал глубин 480–750 см соответствует органо-минеральному слою характеризующемуся самой высокой величиной зольности (в среднем 69 %). Максимальная зольность, равная 87 %, наблюдалась на глубине 730–740 см. Среднее значение зольности на участке 170–480 см составляет 57 %. Минимальные значения зольности отмечены в интервале глубин 0–170 см, равное в среднем 46 %, что характеризует интенсивное накопление в озере органики.

### 4.3 Результаты палинологического анализа

По результатам спорово-пыльцевого анализа, проведенного для 10 проб с разных уровней керна скважины (в общем интервал опробования составил 7,5 м), преобладает в спектрах всех проб древесная растительность (от 39 до 59 %) в основном за счет пыльцы березовых.

Для растительных сообществ четвертичного периода очень важным параметром является соотношение обилия пыльцы древесной и кустарниковой растительности. Споровые растения составляют фон и их состав на заключения о климате практически не влияет. На рисунке 8 представлена палинодиаграмма изученных проб донных осадков оз. Песчаное.

Древесная растительность в спорово-пыльцевых спектрах представлена формами, произрастающими в урочище и на близлежащих территориях в настоящее время. В палиноспектрах превалирует пыльца мелколиственных березовых: *Betula sp.* (от 53 до 76 %), в меньшем количестве *Alnus sp.* (1–3,6 %), *Carpinus sp.* (ед.), а среди кустарников *Corylus sp.* (1,5–20 %).

На близость крупных водотоков указывает участие *Salix* (0,8–2,7%), хотя и в небольшом количестве.

В целом, широкое распространение березовых, как и *Quercus mongolica* (4–12 %), указывает на существование дубрав кустарничково разнотравных с примесью березняков как типа растительности [36], и на умеренные

климатические условия. Однако, участие широколиственных *Ulmus* (0,8–4 %) и *Tilia manshurica* (0,6–2,5 %), говорит о повышении влажности и несколько большей мягкости температурного режима (интервалы 540–550 см, 720–730 см и 740–750 см).

Встречающиеся ореховые (*Juglans manshurica* – 1–2 %) входили в состав кедрово-широколиственных лесов, с *Pinus s./g. Haploxyylon* и *Pinus s./g. Diploxyylon*, реже *Picea*, *Larix*, которые в голоцене деградируют. При рассмотрении содержания сосновых по разрезу снизу-вверх, можно выделить три зоны: пробы 740–750 см, 720–730 см, 700–710 см – низкое содержание – от 7% до 12%; среднее содержание – пробы 710–720 см, 690–700 см, 540–550 см (12–14%) и высокое содержание – пробы 630–640 см, 280–290 см – 20–27%. По мнению некоторых исследователей [36], увеличение сосняков может свидетельствовать о понижении температуры.

Пыльца *Larix* единична, на территории Зейско-Буреинской равнины ее в естественных сообществах нет, поэтому можно предположить, что спектры изученных проб отражают период некоторого потепления.

Среди кустарничков необходимо отметить вересковые и розоцветные, указывающие на некоторую сухость климата, максимальное содержание которых приходится на интервалы 690–700 см, 630–640 см, 220–230 см.

В палинологических спектрах всех проб хорошо выражены фитоценозы водно-болотной растительности (*Nymphaea*, *Trapa*, *Cyperaceae*), луговых ассоциаций окрестностей озера и долины р. Зeya, которые с большой вероятностью также участвуют в палиноспектрах донных осадков оз. Песчаное (*Campanulaceae*, *Umbelliferae*, *Caprifoliaceae*, *Valerianaceae*, *Polygonaceae*, *Liliaceae*, *Urticaceae* и др.).

Пыльца *Cyperaceae*, многочисленна в пробах с глубин 630–640 см и 280–290 см, которая наряду с *Sanquisorba* и *Thalictrum*, лилейными и злаковыми указывает на распространение долинных луговых ценозов и заболоченных территорий. Пыльца *Artemisia* не многочисленна (3–12%),

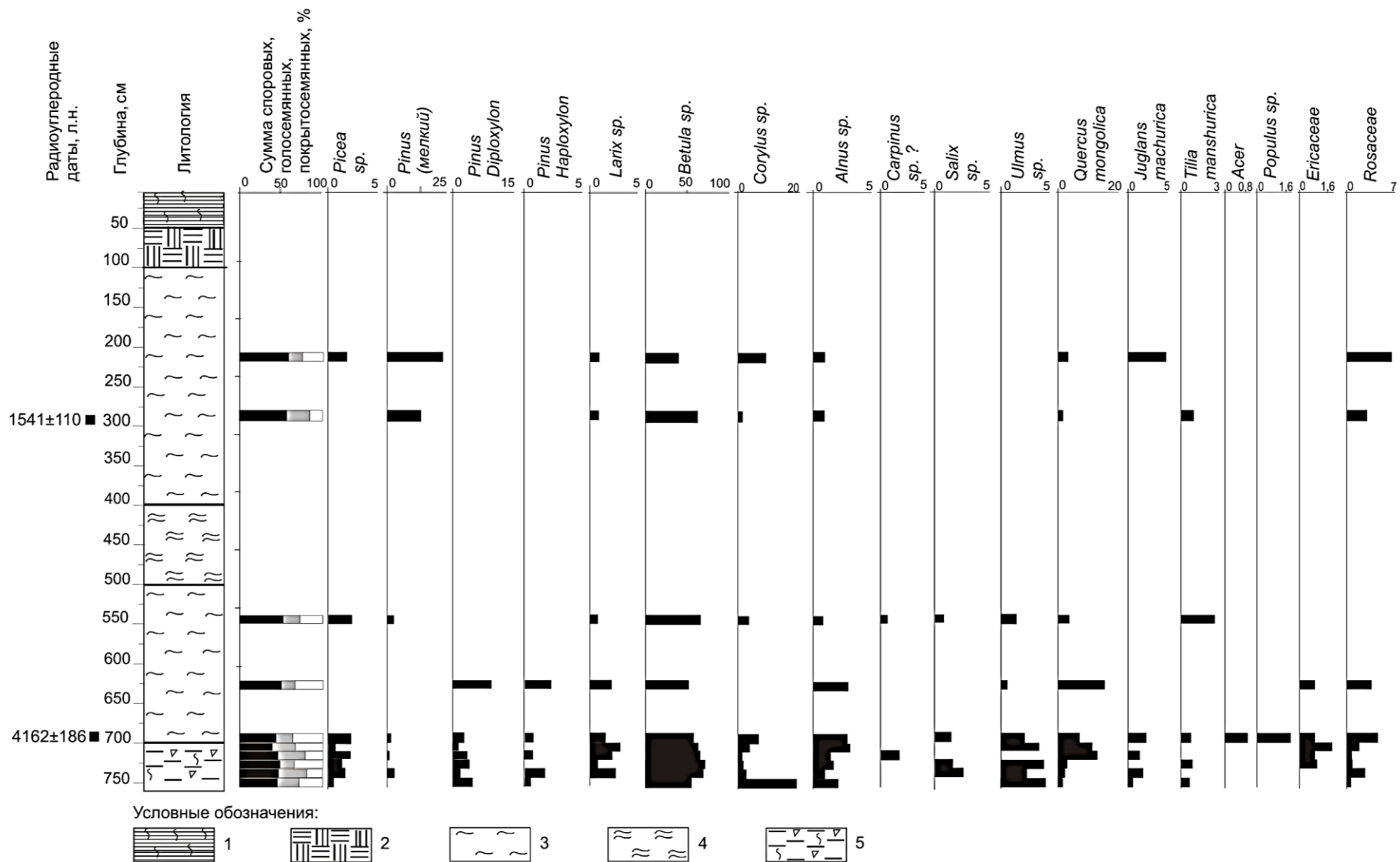


Рисунок 8 – Спорово-пыльцевая диаграмма донных осадков озера Песчаное.

Условные обозначения см. на рис. 7



она на ряду с бобовыми, норичниковыми и гречишными говорит о наличии степных, даже ксерофильных ценозов (630–640 см, 280–290 см, 220–230 см), которые, вероятно, осваивали склоны увалистого рельефа территории и входили в пионерные группировки наряду с мхами, хвощами и папоротниками.

Таким образом, палинологический анализ показывает, что накопление донных осадков оз. Песчаного происходило в позднем голоцене, а спорово-пыльцевые спектры отражают растительность близкую современной, климатические показатели этого времени были близки к современным, но менее резко континентальные, возможно, ближе к показателям Приморья [37]. Существенных изменений состава растительности между двумя датами (4162–1541) не происходило.

#### **4.4 Результаты рентгенофазового анализа**

Всего рентгенофазовым методом проанализировано 8 проб (100–105 см, 105–110 см, 400–410 см, 440–450 см, 700–710 см, 720–730 см, 730–740 см, 740–750 см). По полученным результатам, представленным в виде диаграммы на рисунке 9, видно, что отложения озера Песчаное представлены в основном такими минералами как: микроклин, альбит, мусковит и кварц. Также стоит отметить, что этим методом не определена глинистая составляющая проб. Содержание глинистой фракции определено минералогическим анализом.

Во всех изученных пробах, за исключением образцов 700–710 и 720–730 см, преобладает кварц. В среднем его содержание равно 42 %, минимум приходится на пробу 740–750 см (29 %), а максимум – 730–740 см (69 %). Содержание мусковита в среднем составляет 26 %, в пробе 720–730 см он количественно преобладает над остальными минералами (55 %), а в пробе 730–740 см составляет всего 7 % от общей массы. Во всех изученных образцах наименьшую массовую долю имеет альбит. Она варьирует от 5 % (730–740 см) до 22 % (740–750 см). Микроклин был обнаружен только в 6 образцах. Его среднее содержание составляет 25,65 %, максимум обнаружен в пробе 440–450 см (35 %), а минимум – в 730–740 см (19 %).

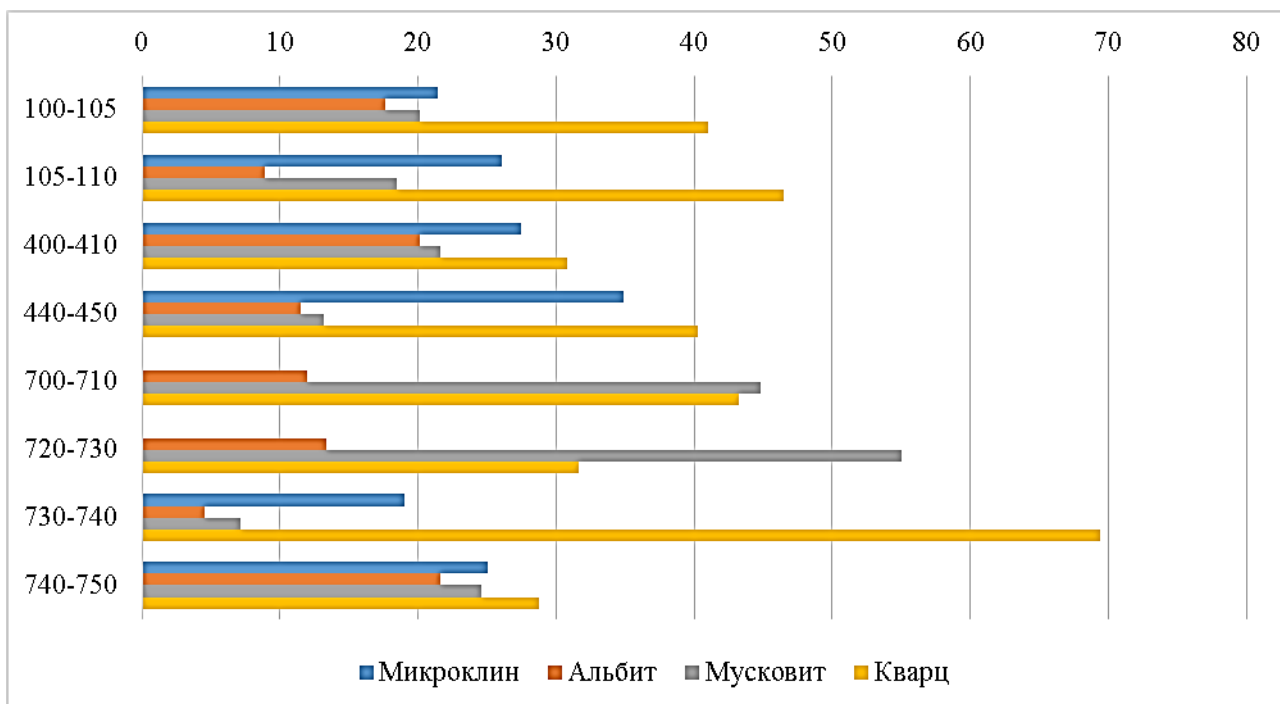


Рисунок 9 – Минеральный состав донных отложений озера Песчаное (без глинистой составляющей)

Из рисунка 9 также видно, что образец 730–740 см выделяется на общем фоне, предполагается, что основной причиной такого минерального состава может быть водоупор, находящейся ниже этого горизонта. То есть этот горизонт сильно промыт и сложен, главным образом, крупнозернистым кварцевым песком.

#### 4.5 Результаты минералогического анализа

В составе донных отложений преобладают (46–78 %) глинистые частицы размером < 50 мкм (табл. 2). Алевритовая фракция составляет до 13%. Содержание песчаной фракции варьирует по глубине разреза. Максимальное содержание песчаной фракции наблюдается на глубине 450–600 см – 40–49%.

Таблица 2 – Фракционный состав донных отложений озера Песчаное

Наименование грунта	Глубина, см						
	710-720	670-680	580-590	460-470	330-340	260-270	150-160
Печаные (>0,1мм), %	32,7	24,6	40	49,1	28,8	19,7	20,6
Алеврит (<0,1 мм), %	11,7	12,5	11,1	4,5	2,9	3,4	1,5
Глина (<0,05 мм), %	55,6	62,9	48,9	46,4	68,3	76,9	77,9

Увеличение песчаных фракций может говорить об усилении эрозии склонов водосборных площадей, сложенных песками и галечниками сазанковской и белогорской свит, за счет увеличения количества осадков и перепада температур.

#### 4.6 Результаты атомно-эмиссионного и масс-спектрального методов

Результаты атомно-эмиссионного метода, а также их статистические параметры занесены в таблицу 3.

Таблица 3 – Содержание основных породообразующих оксидов в профиле донных отложений озера Песчаное

Глубина, см	Содержание, %										
	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S <sub>общ</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
50-55	0,40	0,37	6,30	0,18	0,27	0,64	0,77	0,18	0,027	1,60	н.д.
55-60	0,40	0,37	6,50	0,19	0,28	0,65	0,76	0,17	0,024	1,60	н.д.
60-65	0,39	0,37	6,10	0,19	0,28	0,62	0,81	0,17	0,027	1,60	н.д.
65-70	0,32	0,34	5,10	0,18	0,26	0,50	0,75	0,15	0,028	1,40	н.д.
70-75	0,31	0,34	5,30	0,20	0,27	0,52	0,76	0,15	0,026	1,40	н.д.
75-80	0,29	0,33	5,00	0,21	0,28	0,49	0,74	0,16	0,027	1,30	н.д.
80-85	0,27	0,32	4,70	0,21	0,32	0,47	0,80	0,13	0,028	1,30	н.д.
85-90	0,29	0,32	4,80	0,19	0,37	0,48	0,76	0,14	0,028	1,30	н.д.
90-95	0,28	0,32	4,80	0,19	0,31	0,48	0,72	0,13	0,025	1,30	н.д.
95-100	0,29	0,33	5,10	0,20	0,31	0,49	0,73	0,15	0,027	1,40	н.д.
115-120	0,28	0,35	4,90	0,18	0,24	0,51	0,74	0,13	0,025	1,50	32,50
160-170	0,25	0,33	5,20	0,14	0,24	0,50	0,48	0,13	0,022	1,40	37,50
180-190	0,26	0,32	5,60	0,11	0,26	0,50	0,42	0,13	0,020	1,30	51,40
200-210	0,24	0,33	5,60	0,13	0,24	0,50	0,45	0,13	0,022	1,40	47,20
220-230	0,31	0,35	6,20	0,12	0,29	0,59	0,56	0,15	0,028	1,60	41,80
240-250	0,25	0,36	6,80	0,11	0,27	0,55	0,49	0,15	0,027	1,70	45,50
270-280	0,23	0,31	5,30	0,12	0,27	0,47	0,44	0,12	0,022	1,40	48,90
290-300	0,30	0,38	6,40	0,15	0,32	0,60	0,53	0,14	0,029	1,60	40,90
310-320	0,25	0,34	5,60	0,14	0,31	0,51	0,47	0,13	0,025	1,50	45,30
340-350	0,25	0,38	7,10	0,13	0,31	0,55	0,46	0,15	0,027	1,70	46,30
360-370	0,25	0,40	7,40	0,13	0,29	0,61	0,48	0,17	0,027	1,80	46,50
380-390	0,27	0,44	8,90	0,13	0,31	0,63	0,45	0,17	0,028	2,00	46,50
400-410	0,24	0,37	7,60	0,11	0,34	0,53	0,56	0,16	0,032	1,50	46,20
410-420	0,30	0,41	9,40	0,12	0,36	0,61	0,58	0,20	0,033	1,80	45,90
420-430	0,36	0,41	9,30	0,13	0,40	0,69	0,64	0,21	0,035	1,90	40,30
430-440	0,28	0,36	7,30	0,14	0,37	0,54	0,64	0,16	0,034	1,60	40,90
440-450	0,36	0,37	8,80	0,12	0,39	0,64	0,63	0,20	0,035	1,70	40,70
470-480	0,37	0,44	9,60	0,12	0,36	0,74	0,53	0,20	0,031	2,00	44,40
490-500	0,40	0,44	11,50	0,11	0,32	0,84	0,45	0,23	0,028	2,10	46,50
510-520	0,49	0,43	10,90	0,11	0,31	0,95	0,49	0,23	0,028	2,00	47,10
530-540	0,51	0,48	13,70	0,10	0,29	1,00	0,53	0,26	0,028	2,30	49,70
550-560	0,53	0,47	11,30	0,11	0,35	1,00	0,50	0,28	0,03	2,30	48,20
570-580	0,48	0,47	10,00	0,10	0,28	1,00	0,46	0,27	0,026	2,10	53,10
590-600	0,49	0,47	12,10	0,09	0,35	1,00	0,45	0,28	0,026	2,30	53,00
610-620	0,43	0,43	9,00	0,14	0,28	0,85	0,46	0,24	0,027	2,20	46,70
630-640	0,48	0,48	10,80	0,14	0,31	0,93	0,49	0,26	0,03	2,50	46,70
650-660	0,45	0,50	12,00	0,11	0,27	0,94	0,43	0,30	0,028	2,40	52,30
680-690	0,43	0,52	13,80	0,10	0,28	1,00	0,40	0,31	0,025	2,60	55,60
700-710	0,36	0,44	11,80	0,12	0,34	0,72	0,56	0,24	0,03	2,00	47,40

## Продолжение таблицы 3

Глубина, см	Содержание, %										
	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S <sub>общ</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
710-720	0,33	0,43	12,10	0,12	0,36	0,72	0,50	0,24	0,03	2,10	56,20
720-730	0,50	0,52	16,40	0,10	0,41	1,00	0,56	0,34	0,03	2,60	51,10
730-740	0,95	0,20	8,90	0,04	0,09	2,80	0,46	0,15	0,02	0,80	72,50
740-750	0,47	0,51	17,10	0,10	0,37	1,00	0,49	0,34	0,03	2,70	41,20
Среднее арифметическое	0,36	0,39	8,42	0,14	0,31	0,73	0,57	0,19	0,03	1,78	47,15
Медиана	0,32	0,37	7,40	0,13	0,31	0,62	0,53	0,17	0,03	1,70	46,52
Среднее геометрическое	0,35	0,39	7,85	0,13	0,30	0,68	0,55	0,18	0,03	1,73	46,70
Стандартное отклонение	0,13	0,07	3,28	0,04	0,06	0,38	0,13	0,06	0,00	0,44	6,83
Стандартная ошибка среднего	0,02	0,01	0,50	0,01	0,01	0,06	0,02	0,01	0,00	0,07	1,19
Минимум	0,23	0,20	4,70	0,04	0,09	0,47	0,40	0,12	0,02	0,80	32,50
Максимум	0,95	0,52	17,10	0,21	0,41	2,80	0,81	0,34	0,04	2,70	72,49
Ассиметрия	2,37	-0,01	0,86	0,39	-1,05	4,15	0,67	0,86	-0,06	0,35	1,33
Экссесс	9,09	0,00	0,06	-0,23	4,21	22,19	-1,07	-0,36	0,16	-0,47	5,20
Коэффициент вариации	36	18	39	28	18	52	22	32	13	25	14

Примечание: н.д. – нет данных.

По разрезу колонки наблюдаются вариации содержания породообразующих элементов. Варьирование по профилю, согласно таблицы 3, натрия, алюминия, фосфора, калия, титана, железа – значительное ( $C_v > 25$ ), для остальных породообразующих элементов – среднее [11].

Критерием оценки изменчивости элементов в толщах осадков являлось отклонение концентраций отдельных элементов на разных участках колонки от их медианы, вычисленных для данного разреза, вследствие того, что распределение породообразующих элементов, за исключением Mg и Mn. Отклонение от медианы в сторону больших значений указывает на тенденцию к аккумуляции элемента, а в сторону меньших значений – на усиление его рассеяния. Анализ данных таблицы 3 позволил выделить элементы с различным распределением по разрезу донных отложений. Глубина 420–750 см характеризуются повышенными величинами содержаний для оксидов натрия, алюминия, калия и магния, а также для титана и железа. Пониженные концентрации отмечаются для P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и CaO, на глубине 50–160 см наблюдается увеличение значений концентраций для этих элементов.

В таблице 4 приведены коэффициентами корреляции, которые отражают сходную направленность биогеохимической миграции Mg, Al, Ti, Mn и Fe в ходе образования донных осадков.

Таблица 4 – Коэффициенты корреляции содержания породообразующих оксидов в профиле донных отложений

Компоненты	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Na <sub>2</sub> O	1,00	–	0,55	-0,52	–	<b>0,95</b>	–	0,53	–	–
MgO		1,00	<b>0,84</b>	–	0,51	–	–	<b>0,90</b>	0,49	<b>0,98</b>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			1,00	-0,66	–	0,48	-0,49	<b>0,94</b>	0,42	<b>0,88</b>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				1,00	–	-0,62	<b>0,84</b>	-0,50	–	-0,44
S					1,00	-0,41	–	–	<b>0,84</b>	0,48
K <sub>2</sub> O						1,00	–	–	–	–
CaO							1,00	–	–	-0,45
TiO <sub>2</sub>								1,00	0,42	<b>0,92</b>
MnO									1,00	0,46
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>										1,00

Примечание: Прочерк – статистически значимые связи отсутствуют. Критические значения коэффициента корреляции 0,41 (q=0,01); жирным шрифтом выделены коэффициенты корреляции, отражающие пары с наиболее сильной корреляционной связью.

По результатам ICP-MS была составлена сводная таблица (Приложение В) и посчитаны статистические параметры, представленные в таблице 5.

Таблица 5 – Содержание микроэлементов, редких и редкоземельных элементов (в г/т) в донных отложениях озера Песчаное

Элемент	$\bar{X} \pm \lambda$	M	min–max	S	Коэф. вариации	Кларк осад. пород [4]	Kp
Li	16,1±1,8	14,40	8,70-28,7	6,03	37	66,0	4,1
Be	2,52±0,25	2,20	1,20-4,20	0,83	33	3,0	1,2
Sc	6,81±0,72	6,00	2,90-11,8	2,35	35	13,0	1,9
V	62,2±6,7	58,10	27,7-105	21,90	35	130,0	2,1
Cr	30,8±3,4	27,90	12,6-54,9	11,20	36	90,0	2,9
Co	12,7±1,3	13,80	3,50-20,0	4,29	34	19,0	1,5
Ni	28,0±2,8	27,20	8,10-46,8	9,31	33	68,0	2,4
Cu	14,8±1,3	13,70	7,50-30,2	4,13	28	45,0	3,3
Zn	79,7±7,6	80,70	33,8-136	24,80	31	95,0	1,2
Ga	9,30±1,25	8,30	4,80-18,9	4,11	44	19,0	2,0
As	14,4±1,5	14,40	3,30-25,2	4,93	34	1,3	0,1
Se	1,78±0,21	1,70	0,55-3,50	0,70	39	0,6	0,3
Rb	36,4±4,0	31,70	22,5-78,1	13,20	36	140,0	4,4
Sr	86,1±4,7	83,10	70,9-16	15,50	18	300,0	3,5
Y	13,8±1,0	12,80	5,90-19,5	3,41	25	26,0	2,0

Продолжение таблицы 5

Элемент	$\bar{X} \pm \lambda$	M	min-max	S	Коэф. вариации	Кларк осад. пород [4]	Kp
Zr	34,2±3,5	28,30	21,1-62,1	11,60	34	160,0	4,7
Nb	3,86±0,46	3,20	2,20-7,30	1,50	39	11,0	2,8
Mo	1,93±0,13	2,00	0,30-2,60	0,42	22	2,6	1,3
Cd	0,14±0,02	0,14	0,07-0,24	0,05	36	0,3	2,1
Sn	1,64±0,24	1,50	0,73-4,60	0,79	48	6,0	4,0
Sb	0,93±0,08	0,90	0,51-1,60	0,27	29	1,4	1,5
Cs	2,72±0,21	2,60	1,90-4,40	0,68	25	5,0	1,8
Ba	262±39	233,00	165-985	128,00	49	580,0	2,5
La	17,3±1,4	15,70	10,6-25,6	4,60	27	92,0	5,3
Ce	43,5±4,1	37,90	26,8-66,6	13,30	31	59,0	1,4
Pr	4,41±0,35	4,00	2,40-6,40	1,16	26	5,6	1,3
Nd	17,9±1,4	16,10	8,80-26,1	4,63	26	24,0	1,3
Sm	3,58±0,28	3,20	1,70-5,30	0,93	26	6,4	1,8
Eu	0,77±0,06	0,69	0,44-1,10	0,21	27	1,0	1,3
Gd	3,16±0,26	2,90	1,50-4,70	0,85	27	6,4	2,0
Tb	0,45±0,03	0,41	0,22-0,67	0,11	24	1,0	2,2
Dy	2,61±0,22	2,30	1,10-3,90	0,72	28	4,6	1,8
Ho	0,50±0,04	0,45	0,22-0,73	0,14	28	1,2	2,4
Er	1,44±0,12	1,30	0,65-2,10	0,40	28	2,5	1,7
Tm	0,20±0,02	0,18	0,09-0,31	0,06	30	0,2	1,0
Yb	1,34±0,12	1,20	0,59-2,10	0,38	28	2,6	1,9
Lu	0,20±0,02	0,18	0,09-0,90	0,06	30	0,7	3,5
Hf	1,07±0,12	0,90	0,67-2,10	0,38	36	2,8	2,6
Ta	0,28±0,04	0,23	0,15-0,56	0,12	43	0,8	2,9
W	0,76±0,10	0,63	0,43-1,40	0,32	42	1,8	2,4
Hg	0,05±0,01	0,05	0,01-0,08	0,01	20	0,4	8,0
Tl	0,23±0,03	0,21	0,13-0,53	0,09	39	1,4	6,7
Pb	14,3±2,3	11,20	6,70-36,4	7,46	52	20,0	1,8
Bi	0,17±0,02	0,16	0,08-0,27	0,05	29	н.д.	-
Th	5,84±0,61	4,90	3,60-10,9	2,01	34	12,0	2,1
U	1,75±0,19	1,40	0,91-3,20	0,62	35	3,7	2,1

Примечание:  $\bar{X} \pm \lambda$  – среднее содержание и стандартная ошибка среднего; M – медиана; min и max – минимальное и максимальное содержание элемента; S – стандартное отклонение, н.д. – нет данных.

Фоновое содержание микроэлементов составляет Ba – 233 мг/кг > Zn – 79,7 > Sr – 86,1 > V – 62,2 > Ce – 43,5 > Zr – 34,2 > Rb – 31,7 > Cr – 30,8 > Ni – 28,0 > Nd – 17,9 > La – 17,3 > Li – 16,1 > As – 14,4 > Cu – 13,7 > Y – 12,8 > Co – 12,7 > Pb – 11,2 > Ga – 9,3 > Sc – 6,81 > Th – 5,84 > Pr – 4,41 > Nb – 3,86 > Sm – 3,58 > Gd – 3,16 > Cs – 2,72 > Dy – 2,61 > Be – 2,52 > Mo – 2,00 > Se – 1,78 > U – 1,75 >

$\text{Sn} - 1,50 > \text{Er} - 1,44 > \text{Yb} - 1,34 > \text{Hf} - 1,07 > \text{Sb} - 0,93 > \text{Eu} - 0,77 > \text{W} - 0,76 > \text{Ho} - 0,50 > \text{Tb} - 0,45 > \text{Ta} - 0,28 > \text{Tl} - 0,21 > \text{Tm} = \text{Lu} - 0,20 > \text{Bi} - 0,17 > \text{Cd} - 0,14 > \text{Hg} - 0,05.$

Меру рассеяния ( $K_p$ ) микроэлементов в экосистемах донных отложений можно рассчитать относительно кларков осадочных пород – глин [17, 36], руководствуясь тем, что большинство осадочных пород образовалось из озерных, речных и морских илов. Наиболее рассеяна в толще донных отложений ртуть (кларк рассеяния 8), затем следует Tl (6,7), La (5,3), почти в равной мере Zr, Rb и Li (4,7, 4,4 и 4,1). Для Zn характерны околочларковые содержания ( $K_p = 1,2$ ). Содержание мышьяка и селена превышает кларк (табл. 5).

С помощью данных, полученных методом ICP-MS, и совокупностью перечисленных выше методов удалось выделить 6 геохимических групп, в каждой из которых элементы распределяются схожим образом по всей тоще в зависимости от факторов среды.

I группа. *Преимущественно биофильные* (Ca, P). Эти элементы отличаются повышенными концентрациями на верхнем интервале (50–200 см), и равномерным распределением на отрезке 200–750 см (рис. 10 А).

II группа. *Литофильные элементы* (Na, K, Rb, Sr, Ba, Tl) характеризуются резко возрастающими концентрациями в интервале 730–740 см. На остальном отрезке распределяются весьма равномерно (рис. 10 В).

Донные отложения на этом интервале характеризуются самыми высокими содержаниями кремнезема, что объясняется водоупором, находящимся ниже уровня этого горизонта. Концентрация  $\text{SiO}_2$  составляет 72,6 %. Из-за высокого содержания песчаной фракции концентрации многих элементов понижены.

III группа. *Литофильные элементы* (Li, V, Ga, Zr), концентрация которых плавно увеличивается с глубиной (рис. 11 А).

IV группа. *Преимущественно халькофильные элементы*. К этой группе отнесены S, Se, Mo, Zn, As, Mn, Cu, как удалось установить, они являются индикаторами смены окислительно-восстановительной обстановки. На всем интервале она изменяется дважды: на отметках 230 и 430 см (рис. 11 В).

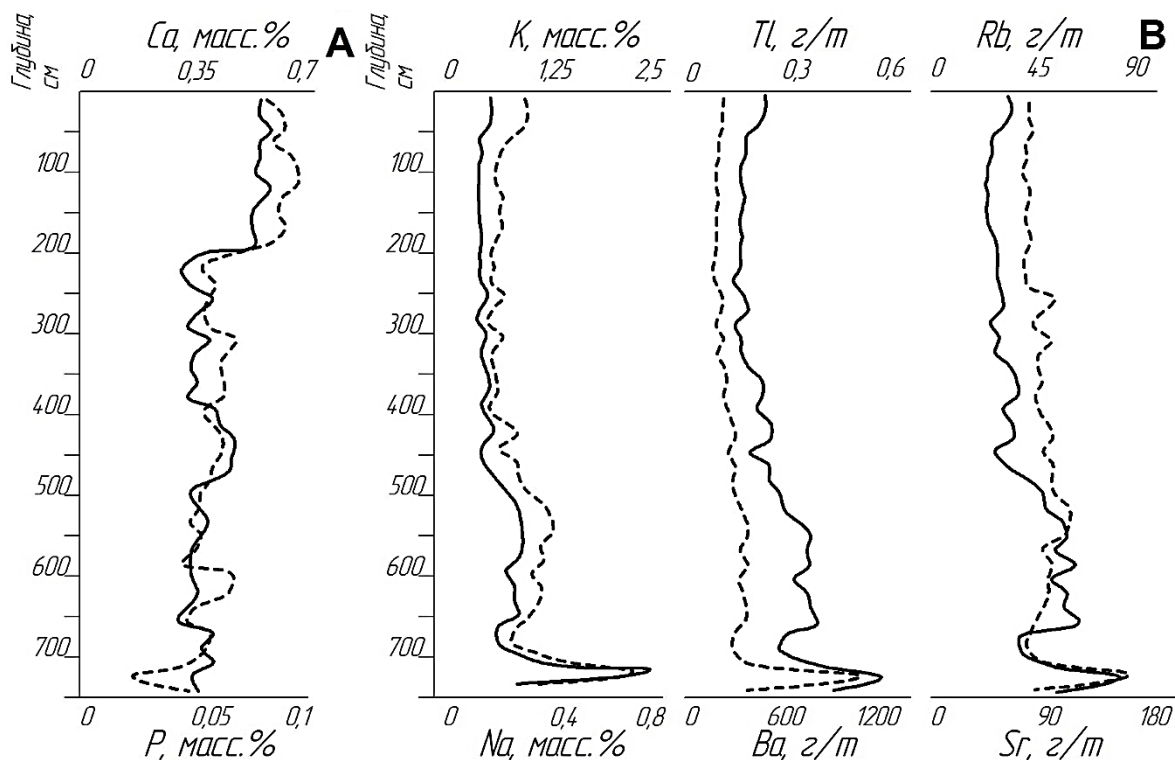


Рисунок 10 – Распределение содержаний биофильных (А) и литофильных элементов, концентрация которых возрастает на отрезке 730–740 см (В).

Примечание: Сплошной линией обозначен элемент, указанный сверху, пунктирной – снизу

Первая зона (Ox-Red) обеднения донных отложений в перемежающихся окислительно-восстановительных условиях залегает на глубине 50–230 см. Наличие окислительно-восстановительных условий подтверждается цветом керн (темно-бурый).

Вторая зона (Red1) – максимально приближенные к фоновому содержанию донные осадки в режиме устойчивого анаэробнозиса (230–430 см).

Третья зона (Red2) (430–750 см) – зона обогащения донных отложений в резко восстановительной обстановке. На этом отрезке окраска керн (темно-серая и черная) также подтверждает наличие восстановительных условий в отложениях.

К V группе отнесены *редкоземельные элементы* (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu), как наиболее информативные среди элементов-примесей для изучения геохимических процессов в осадочной петрологии. Из графиков видно, что распределение РЗЭ в верхних горизонтах (0–400 см)



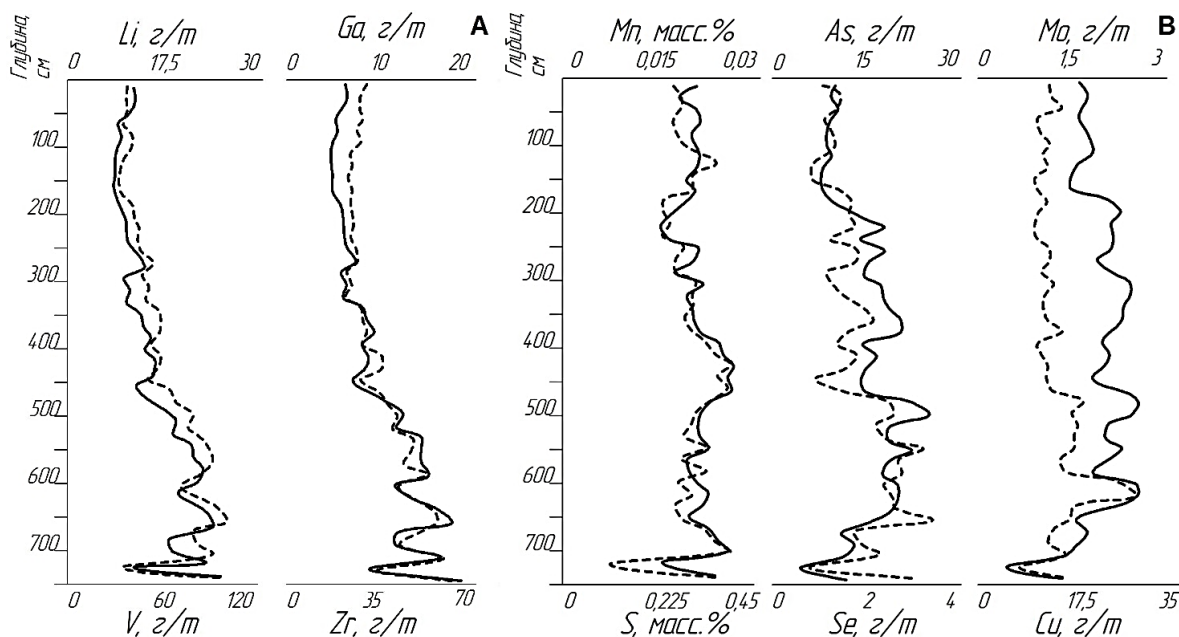


Рисунок 11 – Распределение содержаний литофильных элементов с плавно увеличивающейся концентрацией (А) и преимущественно халькофильных элементов (В).

Примечание: Сплошной линией обозначен элемент, указанный сверху, пунктирной – снизу

достаточно равномерное, далее наблюдается постепенное увеличение концентраций этих элементов, связанное с уменьшением органического материала (рис. 12 А). На рисунке 12 А представлены не все элементы, так как остальные имеют аналогичное распределение с изображенными.

Также для редкоземельных и радиоактивных элементов были рассчитаны индикаторные отношения (рис. 12 В). Почти все индикаторы, за исключением La/Th и Th/U, имеют близкую картину распределения, небольшой диапазон и достаточно однородное распределение по всей толще. Эти индикаторы отражают смену окислительно-восстановительной обстановки в интервале 230-430 см, выраженную отрицательным пиком.

Для отношения Th/U наблюдается весьма характерное распределение для природных образований с диапазоном от 2,9 до 4,0 и средним значением – 3,4. Почти вдоль всего изучаемого отрезка отношение La/Th представляет собой асимметрию для отношения Th к U. Этот индикатор так же распространен в небольшом диапазоне от 2,2 до 3,7 (в среднем 3,1).

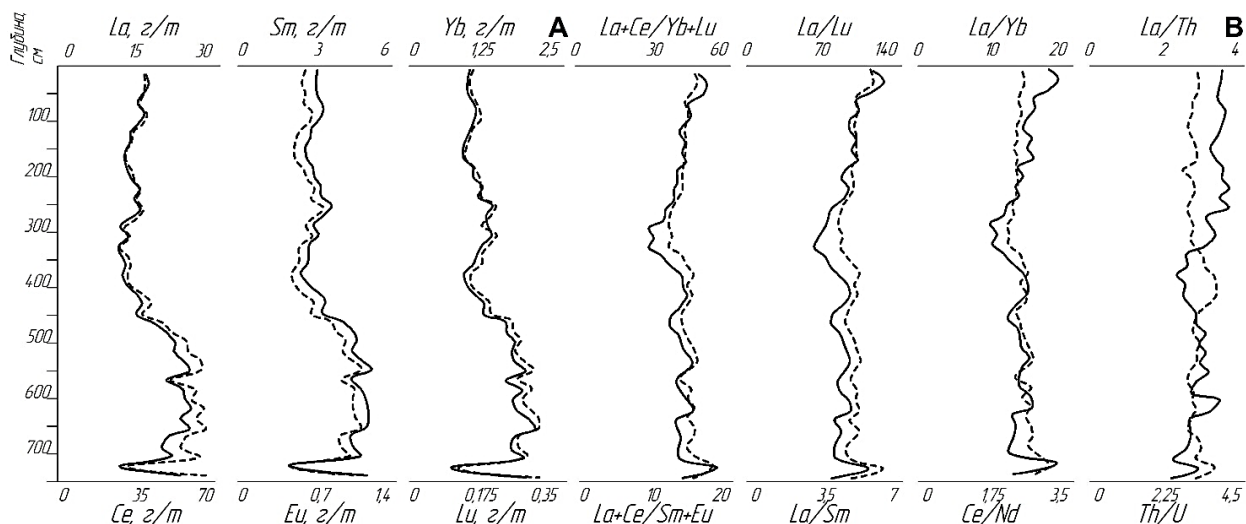


Рисунок 12 – Распределение содержаний редкоземельных и радиоактивных элементов (А); и их индикаторные отношения (В).

Примечание: Сплошной линией обозначен элемент, указанный сверху, пунктирной – снизу

VI группа. *Техногенные элементы* (Cd, Sn, Sb, Hg, Pb, Bi). Их максимальная концентрация наблюдается в верхних горизонтах, в нижних горизонтах распределение имеет весьма неравномерный характер (рис. 13).

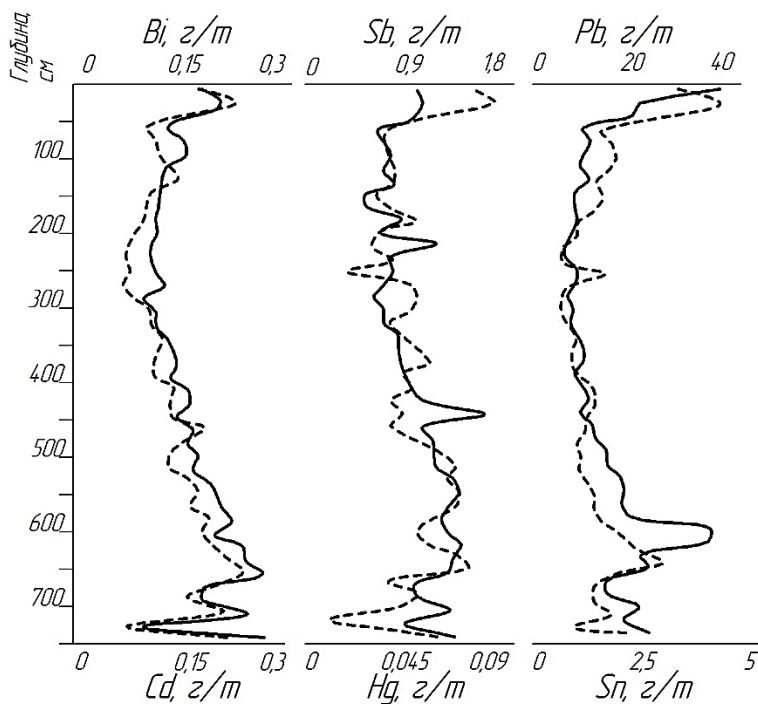


Рисунок 13 – Распределение содержаний техногенных элементов.

Примечание: Сплошной линией обозначен элемент, указанный сверху, пунктирной – снизу

В работах других исследователей, изучавших четвертичные отложения Дальнего Востока повышенные концентрации данных элементов в верхних горизонтах также нашли свое отражение [37], следовательно, можно говорить, что это явление региональное, а в отношении ртути – глобальное.

Итак, в соответствии с интерпретацией полученных результатов, можно сделать следующие выводы:

- озеро образовалось и сформировалось благодаря серии оползней в голоцене более 4 тыс. лет назад;

- за все время существования озера климат был схож с современным, но менее резкоконтинентальным;

- с литологической точки зрения урочище представлено сапропелями, переходящими в органоминеральные отложения;

- преобладающими минералами являются альбит, мусковит, микроклин и кварц;

- элементы из одной парагенетической ассоциации обычно обнаруживают схожее поведение в геохимических процессах и близкое распределение в толще донных отложений.

## 5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

### **5.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности и объемы работ**

В данном разделе приводится технико-экономическое обоснование проведения отбора проб и затрат на их анализирование.

Для достижения поставленной цели были проведены: опробование, пробоподготовка, лабораторно-аналитические исследования, обработка и интерпретация результатов. Полученные данные помогут создать геохимическую базу для южной части Дальнего Востока. С помощью этой главы можно оценить рентабельность проведенных исследований.

Объектом исследования являются донные органо-минеральные отложения озера Песчаное. Предметом исследования являются геохимические элементы в пробах керна, отобранных на территории Амурской области.

Отбор проб произведен в прибрежной части озера Песчаное торфоразведочным буром ТБГ-1 в октябре 2016 г.

Всего пробурено 7,5 пог. м. Изъятый материал отбирался по принципу интервального деления – интервалы для верхнего метрового горизонта составили 5 см, а для нижележащих горизонтов – 10 см. Всего исследуемая толща была разбита на 85 отрезков.

Виды и объемы научно-исследовательской работы представлены в таблице 6.

На основании технического плана рассчитываются затраты времени и труда. При расчете необходимо учитывать поправочный коэффициент и категорию трудности местности работы. Расчет был определен с помощью «Инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» и ССН-92 выпуски 1 и 7 «Работы геологического содержания» и «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород» соответственно.

Таблица 6 – Технический план

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Пробоотбор	проба	114	Бурение осуществляется на территории Амурской области на заболоченной местности	Торфоразведочный бур ТБГ-1
2	Радиоуглеродное датирование	проба	2	Анализ проб	Пропорциональный счетчик
3	Палинологический анализ	проба	10	Анализ проб	Центрифуга
4	Рентгенофазовый анализ	проба	8	Анализ проб	Дифрактометр «D2 Phaser»
5	Минералогический анализ	проба	8	Анализ проб	Сито N 0063 Сито N 0100
6	ICP-MS	проба	43	Анализ проб	Масс-спектрометр
7	ICP-AES	проба	43	Анализ проб	Эмиссионный спектрометр
8	Камеральные работы с использованием ЭВМ	проба	114	Обработка полученных результатов, построение графиков и диаграмм	ПК

В календарном плане работ указываются виды и отдельные этапы работ, общую их продолжительность и распределение этого срока по месяцам в пределах запланируемого времени.

**Полевые работы.** Во время полевого периода отбор проб керна производился в соответствии с календарным планом: 14 октября 2016 г.

**Лабораторные работы.** Проведении анализов на пропорциональном счетчике, центрифуге, дифрактометре, масс спектрометре и эмиссионном спектрометре и через бинокляр, микроскоп и два вида сит.

**Камеральные работы** заключались в интерпретации полученных результатов и обработке данных. Вся полученная информация была предоставлена в виде отчета согласно техническому заданию и требованиям к работам геологического содержания и лабораторным исследованиям полезных ископаемых и горных пород как показано в таблице 7, период данного типа работ составил с февраля 2017 г. по май 2018 г.

Таблица 7 – Календарный план работ

Виды работ	2016			2017												2018					
	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	
Полевые работы	+																				
Лабораторные работы		+	+	+	+	+	+														
Камеральные работы					+	+	+						+	+	+	+		+	+	+	+

## 5.2 Расчет затрат времени и труда на научно-исследовательскую работу

Порядок расчета затрат времени на геологические работы определен «Инструкцией по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» и ССН-92, выпуск 1 «Работы геологического содержания» и выпуск 7 «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород». Из этих справочников взяты следующие данные: норма времени, выраженная на единицу продукции; коэффициент к норме. Результаты расчетов затрат времени по видам планируемых работ представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Затраты времени по видам работ

№	Вид работ	Объем		Норма времени, Н	Коэф-т, К	Нормативный документ	Итого времени на объем
		Ед. изм.	Кол-во (Q)				
1	Проведение наземного геологического маршрута при съемках рыхлых четвертичных образований с бурением скважин	проб	114	0,12	1,3	ССН, вып. 1, табл. 76	17,784
2	Радиоуглеродное датирование	проб	2	2,15	1,3	ССН, вып. 7, табл. 17.2	5,59
3	Палинологический анализ	проб	10	2,41	1,3	ССН, вып. 7, табл. 14.3	31,33
4	Рентгенофазовый анализ	проб	8	2,47	1,3	ССН, вып. 7, табл. 9.2	25,688
5	Минералогический анализ	проб	8	0,79	1,3	ССН, вып. 7, табл. 6.5	8,216
6	ICP-MS	проб	43	1,69	1,3	СНН, вып. 7, табл. 3.2	89,7

№	Вид работ	Объем		Норма времени, Н	Коэф-т, К	Нормативный документ	Итого времени на объем
		Ед. изм.	Кол-во (Q)				
7	ICP-AES	проб	43	1,56	1,3	СНН, вып. 7, табл. 3.2	87,204
8	Камеральные работы с использованием ЭВМ	проб	114	5,36	1,3	СНН, вып. 7, табл. 17.2, 14.3, 9.2, 6.5, 3.2	794,352
<b>Итого:</b>							<b>1 059,86</b>

Результаты расчетов затрат времени по сотрудникам представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Затраты времени по сотрудникам

№ п/п	Вид работ	Общее время	Главный геолог	Геолог-техник
1	Проведение наземного геологического маршрута при съемках рыхлых четвертичных образований с бурением скважин	17,78	10,67	7,11
2	Камеральные работы с использованием ЭВМ	794,352	476,611	317,741
	Итого	812,132	487,281	324,851

Расчет затрат времени производится по формуле:

$$N=Q*N_{ВР}*K,$$

Где N – затраты времени,

Q – объем работ,

N<sub>ВР</sub> – норма времени,

K – коэффициент за ненормализованные условия.

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

Для выполнения данного проекта требуются расходные материалы в



нужном количестве, а именно, тонер-картридж и офисная бумага формата А4. Также для работы необходимо будет закупить шариковые автоматические ручки, простые карандаши, папки для бумаг и USB- накопитель, ластик, линейка, блокнот для записей, для дальнейшей записи отчетов и графического материала в электронном виде.

Расчет затрат материалов для данного проекта осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества. Результаты в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет стоимости материалов

Расчет стоимости материалов				
№ п/п	Наименование материалов	Кол-во ед., шт.	Цена, руб.	Стоимость, тыс. руб.
1	Бумага для принтера А4	3	250	0,75
2	Тонер-картридж Panasonic КХ-FAT92А7	1	1 500	1,50
3	USB флеш-накопитель	3	300	0,90
4	Ручка шариковая автоматическая Pilot	40	20	0,80
5	Карандаш простой	15	10	0,15
6	Папка для бумаг	2	50	0,1
7	Блокнот малого размера	1	40	40
8	Ластик	1	15	15
9	Линейка	1	10	10
<b>Итого:</b>				<b>4,265</b>

#### 5.4 Расчет затрат на оплату труда

Оплата труда зависит от оклада и количества отработанного времени, при расчете учитываются премиальные начисления и районный коэффициент. Таким образом формируется оплата труда. С учетом дополнительной заработной платы формируется фонд заработной платы. Итоговая сумма, необходимая для оплаты труда всех работников, составляется при учете страховых взносов, затрат на материалы, амортизацию оборудования, командировок и резерва. Расчет оплаты труда представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчёт затрат на оплату труда работников, непосредственно занятых созданием научно-технической продукции

Расчёт затрат на оплату труда работников, непосредственно занятых созданием НТПр					
Наименование должностей, ученая степень	Дневная ставка, руб	Коэф. к заработной плате, %	Кол-во человек	Затраты труда, чел-см	Общее начисление, руб.
Главный геолог	692	1,3	1	487,281	438 357,98
Техник-геолог	360	1,3	1	324,851	152 030,27
Итого:			2	812,132	590 388,25
Дополнительная зарплата (7,9 %)					46 640,67
Страховые взносы (30 %)					177 116,48
ИТОГО:					814 145,4

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$ЗП = \text{Окл} * Т * К,$$

Где ЗП – заработная плата,

Т – отработано дней (дни, часы),

Окл – оклад (руб.),

К – коэффициент районный.

$$\text{ДЗП} = ЗП * 7,9\%,$$

где ДЗП – дополнительная заработная плата (%).

$$\text{ФЗП} = ЗП + \text{ДЗП},$$

где ФЗП – фонд заработной платы (руб.).

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

### 5.5 Расчет амортизационных отчислений

Основываясь на тезисах Законодательства РФ, к амортизационному имуществу относят оборудование, длительность продуктивного функционирования которых превышает период 12 месяцев, а первоначальная стоимость определяется размером от 40 тысяч рублей. Существует несколько способов расчета амортизации. Воспользуемся линейным.

На первом этапе работы по формуле расчета амортизации основных средств определяется норма амортизирования:

$$НА = 1/\text{срок эксплуатации в месяцах} * 100\%,$$

В среднем для ПК срок эксплуатации составляет 5 лет (60 месяцев). Таким образом,

$$НА = 1/60 * 100\% = 1,6\%.$$

Далее полученный процент переводится в стоимостное выражение месячного значения амортизации:

$$СЗА = ПС * НА / 100\%,$$

где ПС – первоначальная стоимость основного средства.

$$СЗА = 45\,000 * 1,6\% / 100\% = 720.$$

Для проведения обработки результатов геохимических работ будут привлечены два сотрудника. Местом работы будут являться рабочий кабинет, общей площадью 80 м<sup>2</sup>, оборудованные персональными компьютерами, с тем расчетом, что у каждого имеется свой компьютер с двумя мониторами, для облегчения сравнения и сопоставления полученных графических данных. Расчет затрат на возмещение износа основных средств используемых при выполнении работ, приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет затрат на возмещение износа основных средств (амортизационные отчисления)

Наименование основных средств	Ед. изм.	Число единиц	Балансовая стоимость единицы, руб.	Продолжительность использования, месяцев	Норматив ежемесячных отчислений, %	Сумма, тыс. руб.
ПК Samsung	шт.	2	45 000	11	1,6	15,840

Таблица 13 – Затраты на отбор проб

№ п/п	Состав затрат	Сумма затрат, руб.
1	Материальные затраты	7 500
2	Затраты на оплату труда со страховыми взносами	1 082,05
3	Амортизационные отчисления	125
<b>Итого:</b>		<b>8 707,05</b>

## 5.6 Расчет затрат на подрядные работы

При проведении работ, были привлечены предприятия-субподрядчики, затраты на услуги которых приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень подрядных работ

№ п/п	Наименование предприятия субподрядчика	Вид анализа	Кол-во проб	Стоимость одной пробы, руб.	Сумма по смете субподрядчика, руб.
1	Киевская радиоуглеродная лаборатория (Украина)	Радиоуглеродное датирование	2	1 700	3 400
2	АмГУ, г. Благовещенск	Палинологический анализ	10	1 300	13 000
3	МИНОЦ «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии НИ ТПУ, г. Томск	Рентгенофазовый анализ	8	1 500	12 000
4	Институте геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск	Минералогический анализ	8	200	1 600
5	Испытательный центр Института проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов (ИПТМ) РАН, г. Черноголовка	ICP-MS	43	2 500	107 500
6	Испытательный центр Института проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов (ИПТМ) РАН, г. Черноголовка	ICP-AES	43	2 500	107 500
<b>Итого:</b>					<b>245 000</b>

## 5.7 Общий расчет сметной стоимости научно-исследовательской работы

Общий расчет сметной стоимости оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в этом документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ. Общий расчет сметной стоимости работ отображен в таблице 15.

Таблица 15 – Общий расчет сметной стоимости геологических работ.

№ п/п	Стать затрат	Объем		Итого, тыс. руб.
		Ед. изм.	Кол-во	
I. Основные расходы на геологические работы				
1	Полевые работы	руб.		8 707,05
2	Камеральные работы	руб.	100%	825 543,35
Итого основные расходы:				<b>834 250,4</b>
II. Накладные расходы		% от ОР	15	125 137,56
Итого основные и накладные				959 387,96
III. Плановые накопления		% от ОР+НР	15	143 908,19
IV. Подрядные работы (лабораторные работы)				245 000
V. Резерв		%(от ОР)	3	25 027,51
Всего по объекту:				1 248 186,1
НДС		%	18	224 673,5
Всего по объекту с учетом НДС:				<b>1 472 859,6</b>

Стоимость работ, для выполнения задач по теме исследования, составляет 1 472 859,6 рублей с учетом НДС.

## 6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В данной работе рассматриваются виды работ и параметры производственного процесса, «камерального» этапа обработки информации на персональном компьютере (ПЭВМ) в закрытом помещении.

Цель данной части – проанализировать вредные и опасные факторы производственной деятельности, возникающие при данной работе и решить вопросы обеспечения защиты от них на основе требований действующих нормативно-технических документов.

Рабочее место располагалось в учебном классе отделения геологии ИШПР (541 ауд.), на пятом этаже 20 корпуса ТПУ (ул. Ленина 2, ст. 5). Кабинет имеет естественное и искусственное освещение (15 светильников и 2 окна). Размер помещения 8,5×9,5×3,1 м. Площадь на одно рабочее место в ПЭВМ составляет не менее 4,5 м<sup>2</sup>, а объем – не менее 20 м<sup>3</sup>. В аудитории имеется 8 персональных компьютеров.

Ниже в таблице 16 указаны вредные и опасные факторы при работе на персональном компьютере в производственном процессе.

Таблица 16 – Основные элементы производственного процесса, формирующие вредные и опасные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Обработка информации	<ul style="list-style-type: none"><li>- отклонение показателей микроклимата в помещении;</li><li>- освещение рабочей зоны;</li><li>- степень нервно-эмоционального напряжения;</li><li>- монотонный режим работы;</li><li>- уровень шума на рабочем месте;</li><li>- статические физические перегрузки.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- электрический ток</li><li>- короткое замыкание;</li><li>- статическое электричество.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ</li><li>ГОСТ 12.1.38-82 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03</li><li>СНиП 23-05-95</li><li>СанПиН 2.2.4.548-96</li><li>СанПиН 2.2.4.3359-16</li><li>ГОСТ 12.1.018</li></ul>

Далее подробнее рассмотрим вредные и опасные факторы.

## **6.1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды**

### **Микроклимат помещения**

К показателям микроклимата в помещении относят: температуру воздуха и поверхностей, относительную влажность воздуха, интенсивность теплового облучения. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

При повышении температуры воздуха в рабочем помещении кровеносные сосуды расширяются, происходит повышение притока крови к поверхности тела и теплоотдача в окружающую среду возрастает. При понижении температуры окружающей среды кровеносные сосуды сужаются и приток крови к поверхности тела, соответственно, замедляется, и теплоотдача уменьшается.

Влажность воздуха оказывает влияние на терморегуляцию организма. При высокой влажности (более чем 85%) затрудняется терморегуляция, а при низкой (менее 20%) – происходит пересыхание слизистой оболочки дыхательных путей.

Движение воздуха в рабочем помещении способствует увеличению теплоотдачи организма человека.

Оптимальные нормы и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Оптимальные нормы и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, С°		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактич.	Оптим.	Фактич.	Оптим.	Фактич.	Оптим.
Холодный	Ia	22	22-24	40	60-40	0,1	0,1
Теплый	Ia	25	23-25	55	60-40	0,1	0,1

Примечание: Категория Ia – работы с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением, согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам [57].

Оптимальные величины показателей микроклимата соблюдаются на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением.

Таким образом, микроклиматические условия рабочего помещения соответствуют гигиеническим требованиям СанПиН 2.2.4.548-96 и являются комфортными. Мероприятия, направленные на обеспечение безопасности в помещениях, оборудованных ПЭВМ, заключаются в ежедневной влажной уборке и систематическом проветривании (естественная вентиляция) после каждого часа работы на ПЭВМ. Это способствует восстановлению химического состава воздуха, удалению пыли, выравниванию влажности.

### **Освещение рабочей зоны**

При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Различают следующие виды производственного освещения: естественное, искусственное и совмещенное.

В аудитории, где находится рабочее место, совмещенное освещение (естественное и искусственное). Естественное освещение осуществляется через боковые окна, выходящие на восток. Общее искусственное освещение обеспечивается 15 светильниками, встроенными в потолок, расположенными в 5 рядов параллельно рабочим столам с ПЭВМ. Такое расположение осветительных приборов позволяет достичь равномерного освещения.

Яркость источников света, находящихся в рабочей зоне, не более  $200 \text{ кд/м}^2$ , яркость бликов на экране ПЭВМ не превышает  $40 \text{ кд/м}^2$ , яркость потолка не превышает  $200 \text{ кд/м}^2$  и освещенность поверхности экрана не более 300 лк.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования ПЭВМ проводится чистка стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и для регулирования яркости окон применяются занавеси, шторы, жалюзи.

Для определения общего равномерного освещения на горизонтальной поверхности, используется метод светового потока.



Расчет освещения производится для помещения размером 8,5×9,5×3,1 м. Потолок в аудитории белый, стены бежевые, а пол красно-коричневой окраски. В качестве источников света при искусственном освещении используются светильники типа ЛПО 2х36 с люминесцентными лампами белого света. Основные характеристики: количество и мощность лампы – 2х36 Вт; мощность, потребляемая из сети – 85 Вт; размеры: 1262×205×72 мм; КПД – 54%; световой поток – 2×2850 лм.

Высота светильника над рабочей поверхностью  $h=2,35$  м при высоте рабочей поверхности над полом 0,75 м.

$L$  – расстояние между соседними светильниками или рядом (если по длине (А) и ширине (В) помещения расстояния различны, то они обозначаются LA и LB),

$l$  – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина, уменьшение которого удорожает устройство и обслуживание освещения, а чрезмерное увеличение ведет к резкой неравномерности освещенности. Для выбранного типа светильника (с косинусным типом кривой):  $\lambda=1.4$ , следовательно, оптимальное расстояние между светильниками:

$$L=\lambda \cdot h=1,4 \cdot 2,35=3,29 \text{ (м)}.$$

Оптимальное расстояние  $l$  от крайнего ряда светильников до стены в случае, когда рабочие места расположены у стен, рекомендуется принимать равной  $0,3 \cdot L$ , в данном случае  $l=0,987$  (м).

Определение требуемого количества светильников:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot 100 \cdot K_3}{U \cdot n \cdot \Phi_{\text{л}}}$$

где  $E$  – требуемая освещенность горизонтальной плоскости по СНиП 23-05-95, лк;

$S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих

поверхностей), (наличие в атмосфере цеха дыма), пыли ( $K_3=1,4$ );

$U$  – коэффициент использования осветительной установки, %;

$\Phi_{\text{л}}$  – световой поток одной лампы, лм;

$n$  – количество ламп в одном светильнике.

Для определения коэффициента использования необходимо знать индекс помещения  $i$ , значения коэффициентов отражения стен  $\rho_{\text{ст}}$  и потолка  $\rho_{\text{п}}$  и тип светильника.

$$i = \frac{S}{h(A + B)} = \frac{9,5 \cdot 8,5}{3,1(9,5 + 8,5)} = 1,45$$

$\rho_{\text{ст}}=50\%$ ,  $\rho_{\text{п}}=70\%$ , следовательно,  $U=60$ .

$$N = \frac{400 \cdot 80,75 \cdot 100 \cdot 1,4}{60 \cdot 2 \cdot 2850} = 13,2$$

Из расчетов видно, что для достижения освещенности в 400 лк.

«Естественное и искусственное освещение» в помещении необходимо установить 14 светильников, больше чем было взято для расчета. Так как в аудитории установлено 15 светильников, результаты расчетов указывают на достаточную освещенность помещения.

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

Нервно-эмоциональное напряжение при работе на персональном компьютере (ПК) возникает вследствие дефицита времени, большого объема информации, монотонности работы, необходимости постоянного наблюдения за информационными символами, быстрого анализа динамично меняющейся информации и особенностей ПК (сбои, оперативное ожидание и т.д.). Во избежание утомляемости каждые 2 часа делаются 15 минутные перерывы, а также занятия одной и той же работой не длятся более 4 часов.

### **Монотонный режим работы**

Монотонность труда – однообразие трудовых операций или производственной обстановки, т. е. внешние, объективные факторы трудовой деятельности. В процессе монотонной работы у человека развивается монотония, которая проявляется в падении интереса к выполняемой работе,

скуке, апатии, невнимательности, сонливости, чувству усталости и др. Отрицательное влияние монотомии устраняется и предотвращается посредством [50]:

- совершенствования организации трудовой деятельности;
- совершенствования организации рабочего места;
- рационального использования времени вне работы.

### **Уровень шума в рабочей зоне**

Шумовое загрязнение среды на рабочем месте неблагоприятно воздействует на работающих: снижается внимание, увеличивается расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляется скорость психических реакций и т.п. В результате снижается производительность труда и качество выполняемой работы.

Согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 нормативным эквивалентным уровнем звука на рабочих местах является 50 дБА. Уровень шума исправного современного компьютера находится в пределах от 30 до 40 дБА. Если в помещении находится несколько компьютеров, то общий уровень шума нельзя получить путем алгебраического сложения от каждого. Например, если в помещении находится два компьютера, излучающие по 35 дБА каждый, то уровень шума составит 38 дБА, четыре компьютера обеспечат уровень шума 41 дБА и так далее. В данном случае во время работы всех 8 ПЭВМ, находящихся в аудитории, уровень шума составит около 48 дБА. Это значение не превышает установленную норму.

Таким образом, работа на ПЭВМ проводится в помещении, соответствующем санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

### **Статические физические перегрузки**

Рабочее положение "сидя" сопровождается статической нагрузкой значительного количества мышц ног, плеч, шеи и рук, что очень утомляет мышцы находятся долгое время в сокращенном состоянии и не расслабляются я,

что ухудшает кровообращение. В результате возникают локальные мышечные перенапряжения, хронические растяжения мышц травматического характера, которые могут вызвать профессиональные заболевания: диссоциативной моторные расстройства, заболевания периферийной нервной и костно-мышечной систем.

Для предотвращения симптомов в учебной аудитории:

- стул регулируется по высоте и имеет спинку и подлокотники.
- высота рабочего стола 75 см, ширина –60 см, а длина –100 см.

## **6.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды**

### **Электрический ток**

Основным опасным фактором при компьютерной работе является электрический ток. Источником электрического тока являются Электрические установки, которые являются источником электрического тока, представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением.

Основными мероприятиями, направленными на ликвидацию причин травматизма относятся:

- систематический контроль состояния изоляции электропроводов и кабелей;
- разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации вычислительной техники и контроль их соблюдения;
- соблюдения правил противопожарной безопасности;
- своевременное и качественное выполнение работ по проведению плавно-профилактических работ и предупредительных ремонтов.

### **Короткое замыкание**

Основная причина пожаров, связанных с нарушением правил устройства и эксплуатации электрооборудования – это короткое замыкание.

Оно возникает из-за нарушения изоляции в электропроводах и кабелях,

вызываемое перенапряжением, износом изоляции и механическими повреждениями. Опасность короткого замыкания заключается в увеличении силы тока на сотни тысяч ампер, из-за чего происходит выделение большого количества тепла в проводниках за очень короткий промежуток времени, что в свою очередь, приводит к резкому повышению температуры и воспламенению изоляции.

Чтобы избежать неприятных последствий короткого замыкания, соблюдаются следующие правила:

- категорически запрещается соединять провода в виде скрутки;
- используется кабель не распространяющий горение, или он помещается в стальные трубы с определенной толщиной стенки, которая не прожжется в результате возникновения короткого замыкания;
- применяются электропредохранители.

### **Статическое электричество**

Статическое электричество (согласно ГОСТ 12.1.018) — это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности (или в объеме) диэлектриков или на изолированных проводниках.

У людей, работающих в зоне воздействия электростатического поля, встречаются разнообразные жалобы: на раздражительность, головную боль, нарушение сна, снижение аппетита и др. Характерны своеобразные "фобии", обусловленные страхом ожидаемого разряда. Склонность к "фобиям" обычно сочетается с повышенной эмоциональной возбудимостью.

Одним из распространенных средств защиты от статического электричества является уменьшение генерации электростатических зарядов или их отвод с наэлектризованного материала, что достигается:

- заземлением металлических и электропроводных элементов оборудования;
- увеличением поверхностной и объемной проводимости диэлектриков;
- установкой нейтрализаторов статического электричества.

Заземление проводится независимо от использования других методов защиты.

Более эффективным средством защиты является увеличение влажности воздуха до 65-75%, если позволяют условия технологического процесса [42].

### **6.3 Охрана окружающей среды**

#### **Утилизация ПЭВМ и его комплектующих**

Утилизация персонального компьютера является наиболее опасной экологической ситуацией, так как вся оргтехника включает в свой состав как органические составляющие (пластик различных видов, материалы на основе поливинилхлорида, фенолформальдегида), так и почти полный набор металлов.

Техногенный мусор в виде отслуживших свой срок компьютеров не может быть уничтожен самой природой. Более того, их громоздкость и наличие внутри ядовитых химических веществ не позволяют подвергать эту технику уничтожению способом сожжения.

Порядок утилизации компьютеров:

- создание комиссии на предприятии, имеющем технику, подлежащую утилизации. Это внутренняя комиссия, которая создается для коллективного принятия решения о том, какая именно техника может быть списана.

- составление экспертного заключения о том, что техника действительно «отжила свое» и должна быть списана. В качестве эксперта может выступать как независимый специалист, так и сотрудник компании, имеющий диплом, подтверждающий его компетентность в работе с данной техникой.

- составление акта технической экспертизы, подтверждающего, что техника уже вышла из строя и не подлежит ремонту либо же что ремонт её уже нецелесообразен.

- составление акта списания компьютерной техники с обязательным отображением в бухгалтерском учете предприятия.

- утилизация техники на соответствующем предприятии, имеющем право на переработку компьютеров.

- получение официального подтверждения в виде документа,

сообщающего о том, что техника была утилизирована в соответствующем порядке и опасные отходы не будут загрязнять окружающую среду.

Такие металлы, как свинец, сурьма, ртуть, кадмий, мышьяк входящие в состав электронных компонентов переходят под воздействием внешних условий в органические и растворимые соединения и становятся сильнейшими ядами. Утилизация пластиков, содержащих ароматические углеводороды, органические хлорпроизводные соединения является насущной проблемой экологии, поэтому вся оргтехника утилизируется по правилам.

Отдельного положения, регулирующего утилизацию именно техники и компьютеров, в законодательной базе нет. Утилизация и переработка осуществляются согласно общим положениям. Списанные компьютеры относятся к отходам и должны быть утилизированы в порядке, указанном в законодательстве в сфере обращения с отходами. Отходы, содержащие в себе части цветных металлов, относятся к категории металлолома и подпадают под соответствующую категорию. Если техника содержит в себе опасные для окружающей среды вещества – тяжелые металлы, соли, – она подпадает под категорию опасных отходов [64].

#### **Утилизация отходов класса А**

В процессе работы на рабочей зоне образуются отходы А класса опасности (бумага, обрезки бумаги и мусор от уборки помещений). А также во время пробоподготовки образцов для рентгенофазового анализа используются проспиртованные ватные диски, которые тоже являются отходами класса А. Степень вредного воздействия на ОС отходов А класса опасности очень низкая, эти материалы, как правило, не несут никакой опасности или угрозы жизни человека, на данный вид отходов паспорт не выдается. Утилизация таких отходов осуществляется с объекта исследования при помощи обслуживающего персонала, а далее городских служб попадают на общегородские свалки, откуда в дальнейшем могут поступить на переработку. Макулатура утилизируется согласно ГОСТ Р 55090-2012 [48].

## **Утилизация люминесцентных ламп**

Люминесцентные лампы в случае неправильной утилизации способны наносить вред экологии поскольку в них содержится ртуть (5-6 мг в одной лампе) и, когда происходит повреждение стекла, то ртутные пары попадают на поверхность. В результате чего происходит накопление ртутных соединений в окружающей среде, в первую очередь в почве. Поэтому люминесцентные лампы утилизируются в соответствии с установленными нормами.

Согласно постановлению правительства РФ №681 «Об утверждении правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде» специализированные организации обеспечивают сбор люминесцентных ламп по окончании их срока службы у потребителей. За организацию сборов отвечают органы местного самоуправления, которые информируют о порядке проведения сбора ламп юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и частных лиц [51].

Предприниматели также заключают договора со специализированной компанией, занимающейся вывозом подобных отходов.

Накопление использованных ламп юридическим лицом осуществляется в специальной таре отдельно от остальных отходов.

Места сбора и транспортировки в обязательном порядке оснащаются газосигнализаторами на пары ртути и обеспечиваются средствами индивидуальной защиты органов дыхания.

### **6.4 Защита в чрезвычайных ситуациях**

При проведении камеральных работ требованиям противопожарной безопасности уделяется особое внимание. Возникновение пожара может привести к чрезвычайным ситуациям.



Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

Согласно Федеральному закону от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения. К ним относятся:

- конструктивные и объёмно-планировочные решения; препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению;
- ограничения пожарной опасности строительных материалов, используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;
- наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения;
- сигнализация и оповещение о пожаре.

В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты:

- план эвакуации людей при пожаре;
- для отвода избыточной теплоты от ПЭВМ служат системы вентиляции;
- для локализации небольших загораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 шт.);
- ответственный за пожарную безопасность;
- памятка о соблюдении правил пожарной безопасности;
- установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчик-сигнализатор типа ДТП).

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

При разработке данного раздела учитываются необходимые нормы и требования законов Российской Федерации при работе за компьютером. Продолжительность рабочего дня составляет 8 часов [62].

В соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. N 302н работы профессионально связанные с эксплуатацией ПК не входят в перечень вредных и (или) опасных производственных факторов и работ [53].

В соответствии с пунктом 13.1 статьи 13 Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118 "О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03». Лица, работающие с ПК более 50% рабочего времени (профессионально связанные с эксплуатацией ПК), проходят обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в установленном порядке [52].

Нормальная продолжительность рабочего времени согласно статье 91 Трудового кодекса РФ не превышает 40 часов в неделю [62].

В соответствии с типовой инструкцией по охране труда при работе на персональном компьютере ТООИ Р-45-084-01 продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не превышает двух часов. Продолжительность и частота перерывов зависит от категории работы с компьютером и уровня нагрузки (табл. 18) [61].

Согласно статье 92 Трудового кодекса РФ сокращенная продолжительность рабочего времени при проведении работ профессионально связанных с эксплуатацией ПК не предусмотрена [62].

В соответствии со статьей 108 Трудового кодекса РФ в течение рабочего дня (смены) работнику предоставляется перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается [62].

Таблица 18 – Категории работ с компьютером [62]

Категории работы с компьютером	Уровень нагрузки за смену при разных видах работ		
	А	Б	В
	кол-во знаков	кол-во знаков	часы
I	до 20000	до 15000	до 2
II	до 40000	до 30000	до 4
III	до 60000	до 40000	до 6

При 8-часовой рабочей смене и работе на компьютере для I категории работ устанавливаются регламентированные перерывы через два часа от начала рабочей смены и через два часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый [62].

Таким образом, в аудитории 541, в которой осуществлялись камеральные работы, соблюдаются все требования производственной и экологической безопасности, а также при возникновении чрезвычайной ситуации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований органо-минеральных отложений урочища озера Песчаное в совокупности с уже имеющимися данными об объекте были сделаны следующие выводы:

- согласно данным радиоуглеродного датирования озеро образовалось и сформировалось благодаря серии оползней в голоцене более 4 тыс. лет назад;
- палинологическим методом установлено, что за все время существования Песчаного климат был схож с современным, но менее резкоконтинентальным;
- с литологической точки зрения урочище представлено сапропелями, переходящими в органоминеральные отложения;
- минералогический анализ показал, что преобладающей является глинистая фракция (в среднем 62 %), алевритовая фракция составляет 7 % и на песчаную приходится 31 %;
- по данным рентгенофазового метода, которым были проанализированы только алевритовая и песчаная фракции, преобладающими минералами являются альбит, мусковит, микроклин и кварц;
- с помощью методов ICP-MS и ICP-AES удалось выявить закономерности распределения элементов, по тому как они отнесены по классификации Гольдшмидта, то есть элементы из одной группы обычно обнаруживают схожее поведение в геохимических процессах и близким образом распределяются в толще донных отложений;

Таким образом, полученная геологическая, палеогеографическая и палеоклиматическая информация позволяет проследить изменения природной среды в позднем голоцене на юге Дальнего Востока для понимания взаимосвязи между геохимическим составом отложений озер, бассейном водосбора и окружающей средой, а также может служить условным фоном для болотно-озерных отложений данного района.

Стоимость выполненных работ по теме исследования составляет 1 472 860 рублей с учетом НДС.

Также нужно отметить, что в аудитории 541, в которой осуществлялись

камеральные работы, соблюдаются все требования производственной и экологической безопасности, а также при возникновении чрезвычайной ситуации.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 12-05-31523.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Водина Е.С. геохимические особенности органо-минеральных отложений урочища озера Песчаное устьевой части р. Зея / Е.С. Водина, науч. Рук. Д.В. Юсупов, А.М. Межибор // XXII Международный научный симпозиум студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». – [приняты к публикации].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Опубликованная:

1. Беус, А.А. Геохимические методы поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых / А.А. Беус, С.В. Григорян. – М.: Недра, 1975. – 280 с.
2. Братцева Г.И. Пыльца и споры маастрихтских отложений Дальнего Востока. Тр. ГШ АН СССР. № вып. 129. 1965.
3. Варнавский В.Г., Бельтнев Е.Б. Палеогеографические условия развития территории Хабаровского края и Амурской области в палеогене и неогене // Вопросы литогенеза юга Дальнего Востока. – М.: Наука, 1977. – С. 17–27.
4. Виноградов А.И., “О числе классов”, Докл. АН СССР, том 146, ч.2, – 1962. – С. 274-276.
5. Гричук В.П. Методика обработки осадочных пород, бедных органическими остатками, для целей пыльцевого анализа. // Пробл. физ. геогр., Т. VIII - 1940. – С. 53–58.
6. Дергачев В. А., Векслер В. С. Применение радиоуглеродного метода для изучения природной среды прошлого. Л., 1991.
7. Дробышев А.И. Основы атомного спектрального анализа: учебное пособие. – СПб.: Изд-во С.–Петербург ун-та. – 1997. – 200 с.
8. Клименко В. В., Климанов В. А., Кожаринов А. В. Динамика растительности и климата Амуро-Зейского междуречья в голоцене и прогноз их естественных изменений // Изв. РАН. Сер. геогр., – 2000. – № 2. – С. 42–50.
9. Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. – М.: МГУ, - 1976. – 232 с.
10. Кузьменко С.П. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Амуро-Зейская. Лист М-52-Х1V (Благовещенск). Объяснительная записка. – М.: ВСЕГЕИ, 1983.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

12. Лишневский Э.Н. О строении поверхности фундамента Нижнезейской впадины. "Геотектоника", 1968, № 5.
13. Методические аспекты палинологии / под ред. И.И. Нестерова. – М.: Недра, 1987. – 223 с.
14. Методические рекомендации к технике обработки осадочных пород при спорово-пыльцевом анализе. – Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1986. – 77 с.
15. Музылев С.А. Отчет о геологической съемке масштаба 1 : 1 000 000 Амуро-Зейского междуречья // Труды Дальневосточн. науч.-исслед. Базы АН СССР. Сер. Геолог., 1952. – № 1. – 943 с.
16. Никольская В.В. Морфоскульптура бассейна Амура. М.: Наука, 1958. – 295 с.
17. Перельман А.И. Геохимия: Учеб. для геол. спец. вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1989. – 528 с.
18. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. Учеб. для геол. спец. вузов. 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1975. – 341 с.
19. Пупышев А.А., Суриков В.Т. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Образование ионов. – Екатеринбург: УрО РАН, – 2006. – 276 с.
20. Рудая Н.А. Палинологический анализ: Учеб.-метод. пособие / Новосибир. гос. ун-т, Ин-т археол. и этногр. СО РАН. Новосибирск, 2010. – 48 с.
21. Скляр Е.В. Интерпретация геохимических данных: Учеб. пособие. – М.: Интернет Инжиниринг, 2001. – 288 с.
22. Скляр Е.В. Интерпретация геохимических данных: Учеб. Пособие. / Е.В. Скляр и др.; под ред. Е.В. Склярова. – М.: Интернет Инженеринг, 2001. – 288 с.
23. Сорокин А. П. История геолого-геоморфологического развития Зейско-Буреинской впадины в мезозое и кайнозое : автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. – Владивосток: ДВГИ, 1972. – 26 с.



24. Сорокин А. П., Пан В.П. Определяющая роль тектонических движений в формировании и развитии гидросети на примере Зейско-Буреинской впадины // Осадочные формации нефтегазоносных областей Дальнего Востока. – Владивосток, 1975. – С. 108–15.

25. Тимофеев А. А. Стратиграфия, литология и условия формирования мезозойских отложений Зей-Буреинской впадины в связи с поисками нефти и газа. Автореферат. 1966.

26. Тишкин А.А. Методика отбора проб для радиоуглеродного и дендрохронологического датирования: Учеб.-метод. пособие. Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2001. – 40с.

27. Трутнева Н.В. Оползни и их проявление на территории амурской области. Н.В. Трутнева, В.С. Елманова, Д.В. Юсупов, М.И. Скрипникова, Т.В. Кезина // Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естественные и экономические науки. 2011. – № 55. – С. 86–96.

28. Трутнева Н.В. Оползни и их проявление на территории амурской области. Н.В. Трутнева, В.С. Елманова, Д.В. Юсупов, М.И. Скрипникова, Т.В. Кезина // Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естественные и экономические науки. 2011. № 55. С. 86–96.

29. Филатов А. Г., Онищук В. С., Алексеев И. А. Особенности природных систем грядово-оползневого рельефа юга Амуро-Зейской равнины // Учёные записки БГПУ. – Т. 19. – Вып. 1. Естественные науки. – Благовещенск, 2001. С. 126–142.

30. Филатов, А.Г. Геоморфологическая характеристика урочища «озеро Песчаного» // География Амурской области на рубеже веков: проблемы и перспективы. Тезисы докладов областной научно-практ. конф. – Благовещенск: БГПУ, 1998. С. 31–34.

31. Филатов, А.Г. О современном состоянии природных комплексов урочища озера Песчаного // Тезисы докладов итоговой научно-практ. конф. преподавателей и студентов: В 2 ч. – Ч. 2. – Благовещенск: БГПУ, 1998. 134 с.

32. Чемяков Ю.Ф. Геоморфология Приамурья и смежных территорий. – М.: Госгеолстройиздат, 1954. – 147 с.
33. Чемяков Ю.Ф. История развития речной сети в бассейне реки Амура // Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1964. № 1. – С. 11–19.
34. Чемяков Ю.Ф. Основные этапы развития рельефа Приамурья и Западного Приохотья. – М.: АН СССР, 1959. – 25 с.
35. Эрдтман Г. Морфология пыльцы и систематика растений. – М.: Ин.лит., 1955. – 486 с.
36. Tuirekian K.K., Wedepohl K.H. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. Bull.Geol.Soc.Amer., v.72, no.2. 1961. – P. 175–192.
37. Yu Shao-Hua, Zheng Zhuo, Kershaw P., Skrypnikova M., Huang Kang-You. A late Holocene record of vegetation and fire from the Amur Basin, far-eastern Russia // Quaternary International, 2017. – Vol. 432. – Part A. – P. 79–92.

#### **Нормативная:**

38. Безопасность жизнедеятельности. Расчет искусственного освещения: методическое указание к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей / сост. О.Б. Назаренко. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 12 с.
39. ГОСТ 11306-2013. Торф и продукты его переработки. Методы определения зольности. М.: Стандартинформ, 2014. – 8 с.
40. ГОСТ 12.0.003–74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Введен: 01.01.1976. – М.: Издательство стандартов. – 1976. – 4 с.
41. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования к безопасности. – М.: Стандартинформ – 2007г. – 37с.
42. ГОСТ 12.1.018-93. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

43. ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

44. ГОСТ 12.1.045–84. ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

45. ГОСТ 12.4.124-83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.

46. ГОСТ 21216-2014. Сырье глинистое. Методы испытаний. М.: Стандартиформ, 2014. – 40 с.

47. ГОСТ 29234.1-91. Пески формовочные. Методы определения глинистых частиц. М.: Издательство стандартов, 1992. – 7с.

48. ГОСТ Р 55090-2012. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации отходов бумаги. Введен 01.01.2014. – М.: Стандартиформ, 2014. – 16 с.

49. Международный стандарт ICCSR 26000 : 2011 «Социальная ответственность организации», 2011.

50. Постановление заместителя главного государственного санитарного врача от 26.09.1980 №2257-80 «Рекомендации по устранению и предупреждению неблагоприятного влияния монотонии на работоспособность человека в условиях современного производства».

51. Постановление правительства Российской Федерации №681 «Об утверждении правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде».

52. Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118 «О введении в действие

санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03».

53. Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н (ред. от 05.12.2014).

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

55. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы. – Введен: 30.06.2003. – М.: Издательство стандартов, 2003. – 14 с.

56. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. Введен: 21.06.2016. – М.: Издательство стандартов, 2016. – 69 с.

57. СанПиН 2.2.4.548-96. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». – М.: Минздрав России, 1997.

58. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып. 1. Работы геологического содержания. Ч. 1. Работы общего назначения – М.: ВИЭМС, 1993. – 33 с.

59. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып. 7. Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород. – М.: ВИЭМС, 1993. – 70 с.

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

61. ТОИ Р-45-084-01. «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере». - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.

62. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 28.12.2013) // Собрание законодательства Российской Федерации. - 07.01.2002. - N 1 (Ч. 1). - Ст. 3.

63. Федеральный закон от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 N 117-ФЗ, 02.07.2013N 185-ФЗ).

64. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 28.12.2016) "Об отходах производства и потребления".

65. Федеральный закон от 28.12.2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», 2013.

#### **Фондовая:**

66. Акулов В.Д., Мазь Б.А., Тимофеев А.А. Геологический отчет о результатах колонкового бурения на профиле Архара-Благовещенск по работам 1960–1962 гг. 1963, № 09658.

67. Большихшапов В.С. Отчет о поисковых работах, проведенных на полевошпатовое сырье вблизи поселков Белогорье, Новинка и Тюкан Амурской области. 1966–1967 гг., № 012456.

68. Бочкарев В.В. Отчет о результатах поисково-разведочных работ на Иванковском бурогольном месторождении в Иванковском р-не Амурской области. 1945, № 02033.

69. Вебер В.Т. Отчет о результатах электроразведочных работ, проведенных Амурской электроразведочной партией № 6/55 в междуречье Амур-Зeya (Благовещенский, Кумарский, Свободненский районы Амурской области). 1956, № 05003.

70. Венус Б.Г., Нагольский Н.Н. Стратиграфия и литология верхнемеловых, нижнечетвертичных рыхлых отложений Амуро-Зейской депрессии и перспективы последних на россыпные месторождения полезных ископаемых. 1958, № 03460.

71. Геологическое строение и гидрогеологические условия южной части Амурской области. (Отчет Картосоставительской партии ГСЭ за 1961-1962 гг.).

72. Геологическое строение и гидрогеологические условия южной части территории листа М-52-А (отчет о работах Благовещенской

гидрогеологической партии за 1958 г.) (Протокол НТС № б/н от 21.09.1959 г.).

73. Геоморфология и стратиграфия рыхлых верхнечетвертичных и третичных отложений бассейна нижнего течения р. Зeya. /Отчет о результатах маршрутных исследований 1955 года.

74. Гушанская Е.С. Отчет о работах Куйбышевской электроразведочной партии в Амурской области за 1953 г, 1954, № 010716.

75. Диденко С.И. Отчет о результатах сейсморазведочных работ, проведенных Лермонтовской партией в 1963–1964 гг. в Амурской области. 1964, № 010923.

76. Караванов К.П., Юдин А.И. и др., 1969. Геологическое строение, полезные ископаемые, гидрогеологические и инженерно-геологические условия территории листа М-52-ХIV (г. Благовещенск). Отчет Усть-Зейской партии, 1967–1968 гг. - Хабаровск: ДВТГУ, 1969.

77. Ковалева Г.П. Отчет о результатах геологоразведочных работ, проведенных на Зейском месторождении строительных песков, расположенном в р-не г. Благовещенск Амурской области. 1966.

78. Кузьменко С.П. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000 серия Амуро-Зейская, лист М-52-ХIV (Благовещенск). Объяснительная записка. 1983. №24411-1.

79. Литолого-фациальное изучение мезозойских и кайнозойских отложений Амуро-Зейской впадины и составление прогнозной карты на нерудные полезные ископаемые масштаба 1:500 000 в 1968-1970 гг. (Протокол НТС № б/н от 31.12.1970 г.).

80. Лишнеvский Э.Н., Елисеева И.О. и др. Глубинное геологическое строение южной части Дальнего Востока по результатам обобщения и пересмотра геофизических материалов. 1965, № 011013.

81. Малыгин В.И., Стрелков В.В. Отчет о результатах поисковых работ на уголь Райчихинской партии в 1956–1959 гг., № 08174.

82. Миронов Г.А. Миронова М.С. Отчет о гравиметрической и магнитной съемках, проведенных Куйбышевской гравимагнитной партией № 13/54 в левобережной части нижнего течения рек Зея и Томь (Амурская область) в 1954 г. 1954, № 04795.

83. Объяснительная записка к карте инженерно-геологических условий южной части Амурской области масштаба 1:500 000. (Протокол НТС б/н от 11.08.1975 г.).

84. Отчет о комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемке масштаба 1:50 000. Гидрогеология, инженерная геология и четвертичные отложения левобережья среднего течения р. Амур (Нижне-Зейский участок, 1983-1989 гг., листы М-52-64-Б, В, Г; М-52-65-А,В). (Протокол НТС № 28 от 16.03.1989 г.).

85. Отчет о производстве рекогносцировочно-поисковых работ на россыпные месторождения полезных ископаемых (титан, циркон и др.) в юго-восточной части Амуро-Зейской депрессии. (Протокол НТС № б/н от 15.05.1959 г.).

86. Отчет о результатах количественной и геолого-промышленной оценки ресурсов углей Амурской области по состоянию на 01.01.1993 г. (Протокол НТС № б/н от 19.04.1993 г.)

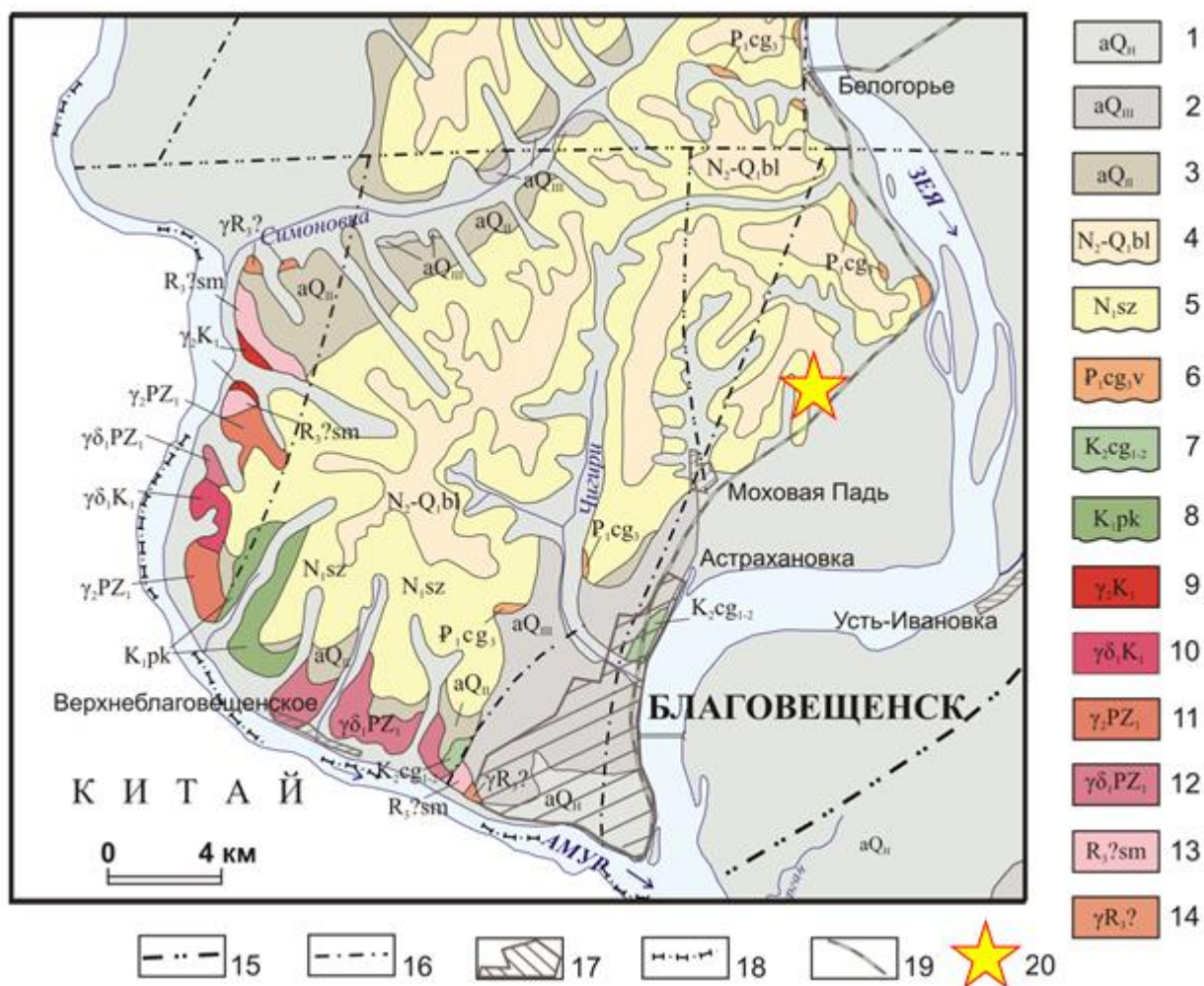
87. Отчет по гидрогеологической и инженерно-геологической съемке и доизучению масштаба 1:200 000 совместно с геоэкологическим картографированием масштаба 1:200 000 (ГЭИК-200) на площади листов М-52-XIV, М-52-XV. (Протокол НТС № 200 от 18.11.1997 г.), (Протокол НТС № 209 от 18.02.1998 г.).

88. Ткачев Г.Н., Михалевский В.И. Отчет о результатах электроразведочных работ Новоалександровской партии № 26/62 в 1962 г. в Зее-Буреинской междуречье (Амурская область). 1963, № 010120.

89. Честный В.Г., Ткачев Г.Н. Отчет о работах, проведенных Свободненской электроразведочной партией № 8/56 в левобережной части нижнего течения р. Зея в 1956 г. 1957, № 01300.

## Приложение А

Схема геологического строения территории г. Благовещенск и его окрестностей [10]



Условные обозначения: 1 – Голоцен. Аллювиальные пески, галечники, гравий, валуны, илы и глины (до 25 м). 2 – Неоплейстоцен. Верхнее звено. Аллювиальные пески, глины, галечники (до 30 м). 3 – Неоплейстоцен. Среднее звено. Аллювиальные глины, пески, гравий (до 26 м). 4 – Белогорская свита. Пески, глины, алевроиты, прослои гравийников и галечников (до 40 м). 5 – Сазанковская свита. Каолинизированные пески и алевроиты, глины, гравийники, галечники, линзы лигнитов (до 130 м). 6 – Цагоянская свита. Верхняя подсвита. Алевроиты, глины, пески, песчаники, гравелиты, конгломераты (до 130 м). 7 – Цагоянская свита. Средняя и нижняя подсвита. Глины, аргиллиты, алевроиты, алевролиты, пески, песчаники, линзы бурого угля и бентонитовых глин (до 290 м). 8 – Поярковская свита. Риолиты, их туфы, плагиориодациты, андезиты, базальты (до 350 м). 9 – Раннемеловые интрузии. Комплекс гранодиорит-гранитовый. Вторая фаза. Граниты. 10 – Раннемеловые интрузии. Первая фаза. Гранодиориты, тоналиты, кварцевые диориты, дайки диабазов. 11 – Раннепалеозойские интрузии. Комплекс гранит-гранодиоритовый. Вторая фаза. Граниты. 12 – Раннепалеозойские



интрузии. Первая фаза. Гранодиориты, плагиограниты, кварцевые диориты, диориты. 13 – Позднерифейские интрузии. Комплекс гранитовый. Граниты лейкократовые. 14 – Симоновкинская толща. Сланцы апопсаммитовые и апоалевритовые биотит-альбиткварцевые, биотит-кварцевые скарноиды и сланцы по терригенно-карбонатным породам (плагиоклаз-эпидот-кварцевые, актинолит-кварцевые, актинолит-кордиерит-биотитовые), аподацитовые сланцы, метагравелиты, метапесчаники, микрокварциты (более 845 м). 15 – Зейско-Селемджинский глубинный разлом. 16 – Разрывные нарушения. 17 – Урбанизированная территория. 18 – Государственная граница. 19 – Железная дорога, 20 – месторасположение урочища озера Песчаное.

Приложение В

Результаты методов ICP-MS и ICP-AES (мг/кг)

Элемент	430-440	420-430	410-420	400-410	380-390	360-370	340-350	310-320	290-300	270-280	240-250	220-230	200-210	180-190	160-170	115-120	95-100	90-95	85-90	80-85	75-80	70-75	65-70	60-65	55-60	50-55	Элемент
Li	12,8	16,3	16,8	14,6	15,9	14,4	14,0	11,2	12,0	10,9	14,6	13,6	11,5	11,5	11,1	10,2	9,2	8,7	9,0	9,0	9,5	10,3	9,6	11,6	12,9	12,6	Li
Be	2,1	2,4	2,1	1,9	2,1	2,2	2,2	2,0	2,2	2,2	2,7	3,0	2,5	2,5	2,2	1,9	1,6	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,6	1,6	1,6	1,6	Be
Sc	5,1	6,5	6,4	5,7	6,9	6,8	6,3	5,0	5,1	4,8	6,0	5,4	5,6	5,6	5,3	5,1	4,4	4,2	4,2	4,3	4,8	4,9	5,2	4,7	4,9	4,8	Sc
V	53,3	60,2	62,3	55,8	60,4	61,3	61,0	51,7	53,9	49,4	58,1	49,7	47,4	47,6	45,1	43,8	36,2	35,0	35,8	39,0	43,2	43,7	38,2	40,3	39,4	40,4	V
Co	15,4	17,1	14,9	14,1	14,5	14,4	15,2	11,7	11,4	9,6	10,2	12,3	11,0	11,5	9,9	8,2	7,6	7,2	7,5	7,2	7,6	7,6	7,9	7,8	7,1	7,6	Co
Ni	30,6	33,7	30,2	27,5	28,0	27,2	28,1	24,4	23,4	21,3	24,5	24,9	22,9	23,5	22,1	20,5	20,2	18,9	19,4	15,2	20,2	19,2	13,7	19,3	18,6	19,3	Ni
Cu	13,1	13,4	12,0	11,2	16,2	13,0	12,6	12,6	14,6	12,0	13,5	13,7	11,0	10,8	11,2	13,4	11,5	10,8	13,6	12,4	13,7	11,9	11,2	16,1	14,0	13,8	Cu
Zn	70,7	83,1	83,9	83,4	88,3	80,7	76,2	59,3	50,2	52,8	57,6	61,9	56,7	58,2	59,2	53,0	53,8	53,5	59,6	58,2	56,6	54,8	55,1	77,8	89,6	80,6	Zn
Ga	7,1	8,6	8,9	8,0	9,4	8,7	8,3	5,9	6,4	5,8	7,5	6,6	6,3	6,1	6,0	5,7	4,9	5,0	4,8	4,8	4,9	5,4	5,2	5,9	6,5	6,3	Ga
As	13,8	14,6	16,4	13,9	20,2	20,4	18,4	17,4	17,1	14,2	15,0	17,7	13,6	17,8	13,5	10,0	7,5	7,5	7,5	9,0	8,3	8,6	9,0	10,2	9,2	9,8	As
Se	0,83	1,6	1,8	1,3	1,6	2,2	1,9	1,5	1,3	1,1	1,8	1,8	1,2	1,8	1,6	1,7	1,4	0,76	0,79	1,0	1,3	1,2	1,1	1,3	1,4	1,0	Se
Rb	25,8	33,4	33,3	29,2	35,6	35,1	31,7	25,8	27,7	24,3	29,0	28,1	27,0	26,7	26,0	26,0	23,3	22,5	23,3	22,5	22,9	25,0	24,7	29,6	32,4	31,5	Rb
Sr	86,7	95,0	87,7	82,7	81,0	85,4	83,1	83,6	94,4	77,9	89,4	96,5	73,4	71,3	73,2	77,4	75,5	72,5	77,2	75,7	70,9	74,4	73,1	78,1	75,7	76,1	Sr
Y	14,3	13,3	11,3	10,1	8,7	10,0	10,4	11,2	12,8	11,2	12,9	14,1	12,1	13,1	11,4	10,6	10,6	10,3	11,4	11,4	12,5	12,7	12,0	12,0	11,3	12,0	Y
Zr	26,8	35,4	35,5	27,5	29,7	28,3	27,5	21,1	24,2	21,6	26,1	25,3	23,7	24,6	24,1	23,6	24,3	22,7	23,8	23,4	27,5	26,0	27,7	27,4	27,3	30,2	Zr
Nb	3,1	3,8	3,8	3,1	3,4	3,3	3,1	2,4	2,6	2,2	2,9	2,6	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,5	2,6	2,5	2,7	2,8	2,8	3,0	3,2	3,3	Nb
Mo	1,8	2,0	2,1	2,0	2,1	2,3	2,3	2,4	2,4	2,1	1,9	2,1	2,2	2,1	2,3	2,1	1,5	1,5	1,6	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,7	1,6	Mo
Cd	0,14	0,14	0,14	0,11	0,11	0,12	0,13	0,11	0,11	0,082	0,068	0,079	0,073	0,078	0,087	0,10	0,10	0,11	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,17	0,24	0,18	Cd
Sn	1,3	1,6	1,6	1,3	1,0	1,0	1,1	1,0	0,75	0,73	0,87	1,9	0,77	0,75	1,1	1,1	1,5	1,8	1,6	1,8	2,1	2,0	1,7	2,9	4,6	3,6	Sn
Sb	1,6	1,0	0,90	0,84	0,81	0,79	0,77	0,65	0,65	0,57	0,67	0,73	0,70	1,2	0,61	0,80	0,51	0,51	0,74	0,66	0,69	0,63	0,61	0,89	0,98	0,93	Sb
Cs	2,3	3,0	3,1	2,7	2,8	2,7	2,5	2,0	2,14	1,9	2,3	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	2,0	2,0	1,9	2,1	2,1	2,2	2,2	2,4	2,6	2,5	Cs
Ba	245	283	262	233	219	233	215	190	220	176	201	208	169	165	169	171	182	182	185	179	178	185	188	211	214	214	Ba
La	14,8	16,1	15,0	12,9	12,2	12,8	12,2	11,5	13,4	11,9	13,7	15,7	14,4	15,4	14,1	13,7	13,1	12,8	13,8	13,8	15,3	16,4	15,1	16,2	17,2	16,9	La
Ce	37,1	41,5	37,9	31,6	30,9	31,9	31,1	27,2	32,1	28,8	34,7	37,9	34,6	36,5	33,8	33,0	30,4	30,0	32,4	32,9	37,4	39,8	35,7	37,9	38,5	38,9	Ce
Pr	3,9	4,2	3,8	3,3	3,0	3,2	3,1	3,0	3,5	3,2	3,7	4,1	3,7	3,9	3,6	3,5	3,3	3,3	3,6	3,6	4,0	4,1	3,8	4,0	4,0	4,1	Pr
Nd	16,5	16,5	15,2	13,3	12,2	13,1	13,1	13,1	15,2	13,9	15,8	17,4	15,3	16,1	14,7	14,4	13,0	13,4	14,1	14,4	16,0	16,5	15,3	15,9	15,8	16,1	Nd
Sm	3,2	3,4	3,0	2,7	2,4	2,7	2,7	2,7	3,1	2,9	3,3	3,6	3,2	3,2	2,9	2,9	2,6	2,6	2,8	2,8	3,1	3,3	3,1	3,0	3,0	3,0	Sm
Eu	0,68	0,70	0,61	0,53	0,50	0,56	0,57	0,58	0,70	0,63	0,72	0,79	0,69	0,71	0,64	0,61	0,54	0,55	0,57	0,59	0,66	0,68	0,62	0,63	0,60	0,62	Eu
Gd	2,9	2,9	2,5	2,2	2,1	2,3	2,4	2,5	2,9	2,6	3,0	3,3	2,8	2,9	2,7	2,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,8	2,9	2,5	2,6	2,5	2,6	Gd
Tb	0,42	0,42	0,37	0,34	0,28	0,32	0,33	0,34	0,40	0,36	0,40	0,46	0,41	0,42	0,38	0,35	0,34	0,35	0,36	0,38	0,41	0,42	0,38	0,39	0,39	0,39	Tb
Dy	2,2	2,3	2,1	1,8	1,7	2,0	2,0	2,1	2,5	2,2	2,5	2,8	2,4	2,6	2,3	2,1	1,9	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,1	2,1	2,0	2,1	Dy
Ho	0,45	0,47	0,40	0,35	0,33	0,37	0,38	0,41	0,49	0,43	0,47	0,54	0,45	0,48	0,42	0,38	0,36	0,36	0,38	0,38	0,45	0,43	0,42	0,41	0,40	0,40	Ho
Er	1,3	1,3	1,2	1,0	0,94	1,1	1,2	1,2	1,5	1,3	1,0	1,5	1,3	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	Er
Tm	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,16	0,17	0,18	0,20	0,17	0,20	0,22	0,17	0,19	0,16	0,16	0,14	0,15	0,15	0,16	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	0,16	Tm
Yb	1,2	1,2	1,1	0,95	0,92	1,1	1,1	1,2	1,4	1,3	1,3	1,4	1,1	1,2	1,1	1,1	0,91	0,91	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	Yb
Lu	0,19	0,18	0,16	0,14	0,14	0,17	0,17	0,18	0,20	0,16	0,19	0,20	0,16	0,17	0,16	0,15	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	0,15	Lu
Hf	0,90	1,1	1,1	0,88	0,93	0,91	0,89	0,69	0,74	0,67	0,81	0,76	0,75	0,75	0,74	0,72	0,74	0,70	0,74	0,75	0,89	0,83	0,81	0,81	0,87	0,82	Hf
Ta	0,20	0,26	0,26	0,21	0,26	0,24	0,23	0,17	0,19	0,15	0,19	0,18	0,15	0,17	0,17	0,16	0,15	0,16	0,15	0,17	0,19	0,19	0,20	0,20	0,22	0,22	Ta
W	0,78	0,72	0,73	0,60	0,69	0,68	0,63	0,46	0,48	0,43	0,56	0,55	0,44	0,47	0,45	0,47	0,45	0,44	0,45	0,44	0,51	0,50	0,50	0,53	0,61	0,57	W
Hg	0,041	0,035	0,045	0,040	0,053	0,047	0,042	0,035	0,04	0,047	0,045	0,016	0,038	0,028	0,030	0,048	0,035	0,029	0,037	0,037	0,035	0,035	0,034	0,051	0,082	0,073	Hg
Tl	0,18	0,24	0,23	0,20	0,21	0,21	0,17	0,16	0,15	0,14	0,17	0,16	0,13	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,15	0,15	0,17	0,17	0,20	0,22	0,22	Tl
Pb	9,5	11,0	10,0	8,6	10,2	10,0	8,7	7,7	8,3	7,2	8,7	9,1	6,7	7,1	8,2	9,1	8,4	8,5	11,2	9,5	10,2	11,6	9,9	19,6	21,2	36,4	Pb
Bi	0,15	0,17	0,17	0,14	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,10	0,13	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,16	0,16	0,13	0,17	0,21	0,18	Bi
Th	5,2	6,1	6,1	5,1	5,3	4,9	4,8	3,7	4,0	3,7	4,5	4,2	4,2	4,1	4,0	3,9	3,9	4,0	4,1	4,0	4,3	4,5	4,4	4,7	4,9	4,8	Th
U	1,5	1,7	1,5	1,3	1,3	1,4	1,3	1,1	1,3	1,1	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	U

740-750	730-740	720-730	710-720	700-710	680-690	650-660	630-640	610-620	590-600	570-580	550-560	530-540	510-520	490-500	470-480	440-450	Элемент
28,7	12,1	27,0	19,9	19,2	27,5	26,8	24,2	20,6	24,8	25,5	23,8	23,4	19,6	20,4	18,3	14,7	Li
4,2	1,2	4,1	3,1	3,1	3,9	4,0	3,0	3,3	3,5	3,6	3,6	3,5	3,3	3,4	2,8	2,6	Be
11,4	2,9	11,4	8,6	10,3	11,8	10,3	9,0	8,0	9,9	7,6	9,6	10,2	8,4	9,4	8,0	7,9	Sc
100	27,7	97,8	84,5	81,6	105,2	99,6	85,6	73,4	89,2	95,1	91,5	89,5	78,7	83,1	71,7	68,2	V
18,4	3,5	18,3	13,8	12,8	15,1	17,1	17,3	14,5	16,7	16,7	20,0	16,4	15,0	17,8	19,5	18,3	Co
46,8	8,1	38,8	34,7	33,0	42,2	42,3	40,1	33,4	40,8	40,5	40,2	40,8	34,8	37,2	35,0	20,0	Ni
16,3	7,5	16,9	13,3	14,1	17,7	18,1	30,2	27,3	16,7	15,6	18,3	18,2	18,9	17,9	20,1	14,2	Cu
136	33,8	135	101	98,3	120	111	123	105	110	94,3	96,1	106	85,5	84,9	89,2	81,6	Zn
18,9	8,3	17,3	11,7	11,7	18,0	16,4	13,5	11,5	15,5	14,4	14,4	14,7	11,7	12,5	11,1	9,2	Ga
11,4	3,3	10,8	12,8	10,4	15,3	18,9	20,0	19,7	17,1	18,2	22,1	17,9	18,4	25,2	22,4	14,4	As
3,0	0,55	2,3	1,9	1,7	3,5	2,6	2,5	2,3	2,8	2,6	3,3	2,3	2,2	2,6	2,5	1,5	Se
50,3	78,1	46,5	36,1	36,0	60,5	53,6	55,0	48,3	58,6	50,2	54,8	53,5	45,8	45,4	40,2	30,6	Rb
80,0	163	85,4	73,3	76,6	82,2	87,5	91,1	90,9	94,9	85,7	105	105	107	96,0	94,0	94,8	Sr
19,2	5,9	19,0	16,6	17,2	19,5	18,0	18,2	17,9	18,8	15,4	19,3	17,8	17,4	17,0	16,1	15,5	Y
62,1	31,4	60,7	40,9	47,5	55,8	55,3	46,8	40,3	53,8	43,2	46,4	47,3	39,2	41,4	37,5	34,6	Zr
7,3	3,2	7,1	4,6	4,8	7,0	6,6	5,7	4,9	6,2	5,6	6,2	5,4	4,5	4,7	4,2	3,8	Nb
1,3	0,3	1,4	1,6	1,8	1,5	2,1	2,6	2,5	1,8	2,0	2,3	2,0	2,1	2,5	2,6	2,2	Mo
0,22	0,071	0,22	0,16	0,21	0,24	0,22	0,20	0,18	0,19	0,16	0,18	0,16	0,13	0,14	0,16	0,19	Cd
2,2	1,0	2,0	1,5	1,5	2,0	3,3	2,5	2,2	1,7	1,5	1,6	1,4	1,2	1,2	1,1	1,3	Sn
1,3	0,80	1,3	0,95	0,91	1,2	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,1	1,1	1,1	1,0	Sb
4,4	2,6	4,2	3,5	3,4	4,01	3,1	3,7	3,3	3,57	2,7	3,5	3,53	3,0	3,1	2,9	2,8	Cs
345	985	359	269	271	337	331	319	299	352	307	344	332	306	284	265	278	Ba
23,5	10,6	22,1	19,8	20,9	25,6	23,5	25,6	24,4	24,0	20,5	25,4	24,3	22,2	22,5	20,2	18,1	La
66,4	26,8	64,1	54,7	57,1	66,6	62,0	65,6	59,5	62,0	48,7	64,1	64,4	58,4	57,9	51,1	46,8	Ce
6,2	2,4	5,9	5,3	5,5	6,3	6,2	6,3	6,0	5,9	5,3	6,4	6,0	5,6	5,7	5,2	4,9	Pr
24,6	8,8	23,3	21,6	21,7	25,5	25,0	25,0	24,6	23,7	21,6	26,1	24,1	22,6	23,3	21,4	20,0	Nd
5,0	1,7	4,8	4,4	4,3	5,0	5,1	5,0	4,9	4,8	4,3	5,3	4,7	4,4	4,6	4,3	4,1	Sm
1,1	0,44	1,0	0,95	0,93	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,91	0,86	Eu
4,5	1,5	4,3	4,1	4,0	4,5	4,4	4,3	4,2	4,2	3,9	4,7	4,1	3,9	4,1	3,7	3,8	Gd
0,67	0,22	0,62	0,58	0,59	0,63	0,61	0,61	0,59	0,60	0,52	0,63	0,56	0,53	0,55	0,50	0,50	Tb
3,7	1,1	3,6	3,3	3,3	3,9	3,7	3,6	3,6	3,6	3,2	3,8	3,3	3,2	3,3	3,0	2,9	Dy
0,73	0,22	0,70	0,63	0,65	0,73	0,71	0,68	0,67	0,69	0,60	0,72	0,64	0,60	0,63	0,59	0,57	Ho
2,1	0,65	2,1	1,8	1,8	2,1	2,1	2,0	1,9	2,0	1,7	2,1	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	Er
0,30	0,092	0,30	0,26	0,26	0,29	0,31	0,26	0,26	0,29	0,25	0,29	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	Tm
1,9	0,59	1,9	1,7	1,7	2,1	2,0	1,8	1,7	1,9	1,6	1,9	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	Yb
0,30	0,094	0,27	0,25	0,25	0,30	0,29	0,27	0,26	0,28	0,24	0,28	0,26	0,24	0,26	0,24	0,23	Lu
2,1	0,95	1,9	1,4	1,4	1,8	1,8	1,5	1,3	1,6	1,4	1,4	1,4	1,2	1,3	1,2	1,2	Hf
0,56	0,26	0,52	0,35	0,35	0,53	0,50	0,41	0,35	0,47	0,40	0,46	0,41	0,34	0,35	0,31	0,28	Ta
1,4	0,57	1,4	0,93	1,0	1,4	1,3	1,3	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	0,91	0,93	0,82	0,74	W
0,055	0,006	0,038	0,049	0,033	0,071	0,064	0,051	0,047	0,057	0,065	0,066	0,060	0,064	0,055	0,046	0,036	Hg
0,40	0,53	0,38	0,26	0,27	0,36	0,34	0,33	0,29	0,34	0,33	0,34	0,31	0,27	0,26	0,23	0,23	Tl
22,7	17,4	21,3	14,3	14,3	22,8	21,0	34,1	34,6	19,1	17,5	17,9	17,4	14,8	14,7	12,4	11,7	Pb
0,27	0,082	0,26	0,19	0,19	0,27	0,25	0,25	0,20	0,23	0,21	0,21	0,20	0,17	0,18	0,16	0,17	Bi
10,9	3,6	10,1	7,7	7,9	9,6	9,0	7,9	7,0	8,9	7,2	8,0	8,3	7,2	7,7	6,5	6,4	Th
3,2	0,91	3,0	2,2	2,3	3,1	2,8	2,4	2,2	2,7	2,4	2,5	2,5	2,1	2,2	2,0	1,9	U