

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки Геология месторождений стратегических металлов  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
<b>Геолого-структурная позиция, вещественный состав руд Турунтаевского рудного узла (Томская область) и проект оценочных работ</b>

УДК 553.3/.9:551.243(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ71	Сорокин Евгений Игоревич		

Руководитель ВКР

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

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Креницына З. В.	К.Т.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И. Л.			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Е. Г.	Д.Г.-М.Н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ООП 05.04.01)

### Геология

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Выпускник готов применять глубокие базовые и специальные естественнонаучные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач обеспечения минерально-сырьевой базы и рационального природопользования
P2	Выпускник способен выполнить подсчет запасов и оценку ресурсов, провести поиск и подбор максимально рентабельных технологий добычи, схем вскрытия руды на месторождениях. Способен, выполнять моделирование для оценки достоверности запасов и выбора кондиционных параметров, разработать ТЭО кондиций для участков выборочной детализации.
P3	Может организовать и провести сбор, анализ и обобщение фондовых геологических, геохимических, геофизических и других данных, разрабатывать прогнозно-поисковые модели различных геолого-промышленных типов месторождений, формулировать задачи геологических и разведочных работ
P4	Может совершенствовать существующие и разрабатывать новые методы и методики исследования вещества, проведения ГРП, технико-технологические решения, вести поиск новых технологий добычи и переработки руд. Может самостоятельно выполнять лабораторные и экспериментальные геолого-минералого-геохимические исследования с использованием современных компьютерных технологий.
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P5	Обладает высоким уровнем стремления показать высокие результаты, готовностью взять на себя дополнительную ответственность. Проявляет оптимизм. Задумывается о том, что выходит за рамки ситуации и др.
P6	Способен отказаться от традиционных подходов, генерировать новые идеи и подходы. Способен найти новые возможности развития в неопределенных ситуациях и др.
P7	Способен эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P8	Активно владеет иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в геологоразведочной сфере.
P9	Способен самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки Геология месторождений стратегических металлов  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

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

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

В форме:

<b>магистерской диссертации</b> (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)
---

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ71	Сорокину Евгению Игоревичу

Тема работы:

<b>Геолого-структурная позиция, вещественный состав руд Турунтаевского рудного узла (Томская область) и проект оценочных работ</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

Исходные данные к работе	Результаты геологоразведочных работ центральной части Турунтаевского рудного узла
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Общие сведения о месторождении полиметаллических руд; краткая характеристика геологического строения Турунтаевского рудного узла; вещественный состав метасоматитов Турунтаевского рудного узла; разработка и обоснование кондиций с применением метода 3D моделирования; подсчет запасов полиметаллических руд.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Геологическая карта района поисковых работ, масштаб 1:100 000; карта фактического материала и геологическая карта Турунтаевской зоны, масштаб 1:10 000; схематическая прогнозно-металлогеническая карта Томского рудного района, масштаб 1:200 000; Структурно-прогнозная карта Ташминского рудного узла, масштаб 1:100 000; Геологическая карта центральной части Турунтаевской рудоносной зоны, совмещенная с картой полезных ископаемых и элементами буровой изученности, масштаб 1:25 000.</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>  <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Криницына Зоя Васильевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Мезенцева Ирина Леонидовна</p>
<p>Иностранный язык</p>	<p>Уткина Анна Николаевна</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p> </p>	
<p> </p>	
<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	

**Задание выдал руководитель:**

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Доцент</p>	<p>Домаренко В. А.</p>	<p>К.Г.-М.Н.</p>	<p> </p>	<p> </p>

**Задание принял к исполнению студент:**

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>2ЛМ71</p>	<p>Сорокин Е. И.</p>	<p> </p>	<p> </p>

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

**Инженерная школа природных ресурсов**  
 Направление подготовки 05.04.01 Геология месторождений стратегических металлов  
 Уровень образования магистратура  
 Отделение школы Отделение геологии  
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

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

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела
27.03.19г.	<i>Основные черты геологического строения Турунтаевской рудной зоны</i>	
11.03.19	<i>Проект оценочных работ</i>	
15.03.19	<i>Вещественный состав руд Турунтаевской рудной зоны</i>	
19.04.19	<i>Финансовый менеджмент</i>	
20.04.19	<i>Социальная ответственность</i>	

#### СОСТАВИЛ:

##### Руководитель ВКР

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

##### Консультант по ФМ

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына З.В.	К.Т.Н		

##### Консультант по СО

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООТД	Мезенцева И.Л			

#### СОГЛАСОВАНО:

##### Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Е.Г.	Д.Г.-М.Н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ71	Сорокину Евгению Игоревичу

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	05.04.01 Геологии

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Геолого-экономическая оценка объекта исследований
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	ССН-92, СНОР-93
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	30% страховые взносы; 20% НДС; 0,4 профессиональные риски.

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

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Геолого-экономическая оценка орудуновения
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение основных технико-экономических показателей отработки рудопроявления, расчет себестоимости добычи и переработки руды, издержек производства, амортизации и налогообложения
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет экономической эффективности проекта

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Креницына Зоя Васильевна	к. т. н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ71	Сорокин Евгений Игоревич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ71	Сорокину Евгению Игоревичу

Школа	природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	геологии
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	05.04.01. Геология месторождений стратегических металлов

Тема ВКР:

Геолого-структурная позиция, вещественный состав руд Турунтаевского рудного узла (Томская область) и проект оценочных работ

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

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Рабочий процесс проходил в кабинете самостоятельной работы магистров международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» (540 аудитория 20 корпус НИ ТПУ). Объектом исследования является рудопоявление цинковых руд – Турунтаевская полиметаллическая рудная зона. Данное рудопоявление может использоваться как источник добычи цинковых руд, при условии проведения на нем оценочных работ и подтверждения его технико-экономических кондиций.</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Обеспечение безопасности на рабочем месте; – Режим труда и отдыха при работе с ПК.</p>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>1.1. Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>- отклонение параметров микроклимата в помещении;</li> <li>- степень нервно-эмоционального напряжения;</li> <li>- шум;</li> <li>- электромагнитное излучение.</li> </ul> <p>1.2. Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электрический ток;</li> <li>- пожарная опасность.</li> </ul>

<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<p>Все работы должны быть выполнены безопасным образом при соблюдении следующих принципов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– оказывать наименьшее негативное воздействие на окружающую среду;</li> <li>– сохранять и рационально использовать природные ресурсы;</li> <li>– обеспечивать промышленную безопасность производственных процессов, снижать вероятность возникновения аварийных ситуаций;</li> <li>– оперативно и качественно восстанавливать нарушенные в результате производственной деятельности компоненты окружающей среды.</li> </ul>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<p>Меры соблюдения безопасности при возникновении пожара в помещении.</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООТД	Мезенцева И.Л.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ71	Сорокин Евгений Игоревич		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 159 с., 41 рис., 19 табл., 49 источников.

Ключевые слова: полиметаллическая минерализация, гидротермальные изменения пород, сульфидная минерализация, крутопадающий линейный штокверк, метасоматоз.

Объектом исследования является Центральный участок центральной части Турунтаевской рудной зоны.

Цель работы – изучение минерального и химического состава руд Турунтаевской рудной зоны, построение прогнозной геолого-генетической модели Центрального участка.

В процессе исследования проводилось: изучение вещественного состава руд, их петрографический анализ, анализ геологических и геофизических условий объекта.

Область применения: полученные данные могут быть использованы при проектировании последующих стадий геолого-разведочных работ на данной площади.

## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>12</b>
<b>1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАБОТ</b> .....	<b>13</b>
1.1 Геологическая изученность .....	13
1.2 Геофизическая изученность .....	22
1.3 Геохимическая изученность .....	27
1.3.1 Гидрогеохимическая изученность .....	27
1.3.1.1 Состояние гидрогеохимической изученности .....	27
1.3.1.2 Метрологическая характеристика методов анализа .....	35
1.3.1.3 Анализ методов камеральной обработки данных .....	39
1.3.2 Литогеохимическая изученность .....	44
1.3.2.1 Состояние литогеохимической изученности .....	44
1.3.2.2 Метрологическое обеспечение литогеохимических работ .....	48
1.4 Инженерно-геологическая изученность .....	50
1.5 Выводы и рекомендации .....	60
<b>2 ГЕОЛОГИЯ И ОРУДЕНЕНИЕ ТАШМИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА</b> .....	<b>61</b>
2.1 Турунтаевская рудная зона .....	64
2.2 Поисковые критерии и признаки оруденения ташминского типа .....	73
<b>3 ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РУД ТУРУНТАЕВСКОЙ РУДНОЙ ЗОНЫ</b> .....	<b>75</b>
3.1 Методы исследования .....	75
3.2 Результаты работ .....	76
<b>4 ОБОСНОВАНИЕ ПОСТАНОВКИ РАБОТ</b> .....	<b>82</b>
4.1 Обзор мирового рынка цинка .....	82
4.2 Обзор российского рынка цинка .....	85
4.3 Динамика и прогноз цен на цинк .....	88
<b>5 МЕТОДИКА И ОБЪЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	<b>91</b>
5.1 Построение сети оценочных работ .....	96
5.2 Геофизические исследования в скважинах .....	98
5.3 Опробование .....	98
5.4 Лабораторные и аналитические работы .....	100
<b>6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ</b> .....	<b>102</b>
6.1 График выполнения работ .....	102
<b>7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b> .....	<b>105</b>
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	106

7.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства .....	106
7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	107
7.2 Производственная безопасность .....	108
7.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований и обоснование мероприятий по их устранению .....	108
7.3 Экологическая безопасность .....	118
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	119
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>122</b>
<b>Список используемой литературы .....</b>	<b>123</b>
<b>Приложение А.....</b>	<b>128</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

**Цели:** Составление проекта оценочных работ Центрального участка Турунтаевской полиметаллической рудоносной зоны, с построением трехмерной модели центральной залежи и подсчетом прогнозных ресурсов условного цинка по категории Р<sub>2</sub>.

**Задачи:**

- 1) Проработать литературу по геологическому строению Турунтаевской полиметаллической рудоносной зоны и ранее проведенным на ней ГРР;
- 2) Изучить минеральный и химический состав руд и метасоматитов;
- 3) Проанализировать геологические, геофизические, геоморфологические условия объекта;
- 4) Составить проект оценочных работ Центрального участка Турунтаевской полиметаллической рудоносной зоны;
- 5) Построить трехмерную модель центральной залежи;
- 6) Дать рекомендации по дальнейшему ведению работ.

# 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАБОТ

## 1.1 Геологическая изученность

По особенностям геологического строения и степени изученности Томская область делится на две части. Первая включает около 97% территории области и в основном покрыта средне- и мелкомасштабными геологическими съемками. В геологическом отношении она является частью Западно-Сибирской плиты с мощным чехлом мезозойско-кайнозойских отложений на гетерогенном фундаменте и характерным для молодой платформы комплексом полезных ископаемых (углеводородное сырье, бурый уголь, осадочные железные руды, неметаллические полезные ископаемые и др.). Вторая занимает около 3% территории области и располагается на юге экономически освоенного Томского района. В геологическом отношении она является областью сочленения структур Колывань-Томской складчатой зоны, Кузнецкого Алатау и Кузбасса с неглубоко залегающим палеозойским фундаментом и известна под названием Томского (Томско-Каменского) выступа или Томь-Яйского междуречья. Томский выступ, в силу своего экономического положения, особенностей геологического строения и металлогении, характеризуется более детальной геологической изученностью [18].

В истории геологического изучения Томской области отчетливо выделяются три основных периода: I - до 1944 г., II - 1944 г. - середина 50-х годов, III - середина 50-х годов - настоящее время.

Первый период характеризуется очень слабым изучением геологического строения области. Изучение шло попутно при единичных экспедиционных поездках почвоведов, ихтиологов и других специалистов. Большой вклад в изучение геологии Нарымского края в этот период внесли Р.С. Ильин, И.В. Лебедев, В.Н. Сукачев, Е.В. Шумилова и др. В работах этих и других исследователей приводятся в основном описания рыхлых образований четвертичного времени по береговым обнажениям.

Второй период изучения геологии области начался во время Великой Отечественной войны. В этот период со всей остротой встал вопрос о стратегических полезных ископаемых в Западной Сибири. Для решения этой проблемы было организовано проведение геологической съемки масштаба 1:1000000. Она была проведена Томской ГРЭ на листе О-45 (Томск) в сотрудничестве с университетом уже в 1944 - 1945 г.г. Ускоренными темпами геолсъемка этого масштаба до 1956 года затем выполнялась геологами этой же экспедиции на листах: О-43, 44, Р-43, 44, 45 в бассейнах рек Обь и Иртыш (табл. 1.1) [38].

Систематические геологические исследования Томского выступа были начаты в сороковых годах с проведения геологической съемки масштаба 1:1000 000 листа О-45 В.А. Хахловым и Л.А. Рагозиным. Работы завершились в 1949 году составлением и изданием первой в Сибири геологической карты масштаба 1:1000 000.

С 1956 года Томской геологоразведочной экспедицией начато систематическое изучение района путем проведения средне- и крупномасштабных полистных геологических съемок с использованием геофизики и колонкового бурения. Основные сведения об этих работах приводятся в таблице 1.1 и 1.2. Из числа геологических съемок масштаба 1:200000 наиболее важное значение имели работы Н.В. Григорьева (1956-59г.г.) и К.В. Иванова (1956-59г.г.), которые заложили основы стратиграфического расчленения пород фундамента [2].

С 1966 года экспедиция перешла на глубинное доизучение фундамента на отдельных, наиболее перспективных участках. Первоначально Центральной партией было проведено обобщение материалов и структурно-профильное бурение. Линиями профилей (длиной 300-400 м) скважин были разбурены Урбейский разлом, Томский надвиг, Турунтаевская рудная зона, предположительно угленосные отложения Ташминской грабен-синклинали.

В дальнейшем (1968-76 г.г.) геологическое картирование было сосредоточено на глубинном доизучении площадей. В результате работ

Ташминской и Барнашовской партий была оконтурена Турунтаевская рудно-цинковая зона и выявлено Татульское месторождение бокситов. Проблема «северного продолжения Кузбасса», выдвинутая еще М.А. Усовым (1924) и долгие годы оценивавшаяся положительно многими видными геологами (Радугин, 1934; Коровин, 1927; Иванов, 1949 и др.), после проведения в 1976 г. ГГК Сергеевской партией была закрыта, т.к. стало окончательно ясно, что промышленная угленосность на данной территории отсутствует.

Поисково-разведочные работы, базирующиеся на достаточно больших объемах колонкового бурения, позволили существенно детализовать геологию отдельных участков и элементов стратиграфического разреза. В таблице 1.1 указаны те проведенные поисковые работы, которые существенно повлияли на решение задач геологического картирования данной территории. Необходимо также отметить работы А.Ф. Саблина, проводившего в 1971-80 г.г. поиски подземных вод на западной окраине Томь-Яйского междуречья (Родионовская и Ключевская партии). А.Ф. Саблиным составлен оригинальный вариант геологической карты Колывань-Томской зоны правобережья р. Томи, который используется в практической работе геологов наряду с другими.

На территорию Томского выступа неоднократно по мере появления нового фактического материала составлялись геологические карты масштаба 1:200 000 - 1:50 000. Из них можно отметить карты Н.В. Григорьева (1970), А.Н. Тимофеева (1973), М.П. Нагорского (1973), А.Ф. Рубцова (1974) и совместные карты М.П. Нагорского и А.Ф. Рубцова (1985, 1987 г.г.) [36].

Таблица 1.1 – Основные геологоразведочные работы, выполненные в Томском районе (листы О-45-XXVI, XXVII, XXXII)

Годы работ	Ответственный исполнитель, наименование партии, номенклатура листа	Основные результаты и достижения
1	2	3
		<b><i>1. Геологическая съемка масштаба 1: 50 000</i></b>
1958-60	Курочкин С.В., Туганская, О-45-111-Г	Оконтурена северо-западная часть склона Томского выступа. Дан прогноз на поиски россыпей ильменита и циркона.
1959-60	Иванова Т.С., Реженская, О-45-123-А	Съемка проведена путем маршрутного исхаживания и обобщения имеющихся материалов (без колонкового бурения) Оконтурена часть западного склона Томского выступа.
1959-60	Бабин А.А., Семилуженская, О-45 -123-Б.	Составлена геологическая карта фундамента района Семилуженского проявления сурьмы. Дан прогноз на поиски сурьмяных месторождений.
1960-64	Григорьев Н.В., Подломская, О-45-124	Групповая съемка 4-х листов. Составлена малоизменившаяся надежная карта большой площади. Даны перспективы на поиски угля, полиметаллов, ртути, золота и др.
1964-65	Тарасенко Э.В., Плотниковская, О-45-123-Г.	Изучен вещественный состав отложений девона и нижнего карбона Кольвань-Томской зоны.
1964-67	Рубцов А.Ф., Яйская, О-45-125-А	Выделены Яйский горст и Усманский прогиб. Выявлена Турунтаевская зона полиметаллического оруденения и наличие в гипербазитах проявлений никеля, кобальта, хрома и асбеста.
1965-67	Григорьев Н.В., Дороховская, О-45-112-Г.	Составлена карта области северного замыкания Омутнинского выступа и фациального перехода между отложениями пачинской свиты и франского яруса.
1965-67	Григорьев Н.В. Ярская, О-45-135-А	Изучен вещественный состав отложений лагерьносидской и басандайской свит. Установлено поясовое распределение даек "томских диабазов"
1967-69	Скогорев А.И., Арышевская, О-45 -113-В	Прослежен в северном направлении Яйский горст, установлено затухание Турунтаевской зоны. Выявлено бокситовое проявление у с. Спасо-Яйское.

Годы работ	Ответственный исполнитель, наименование партии, номенклатура листа	Основные результаты и достижения
1	2	3
1980-83	Вологдин В.К., Томь-Кольванская, О-45-135-Г-б,г и 136-В-в,г.	Партия ПГО "Запсибгеология". Съёмка проведена с использованием большого объема бурения. Установлены ранее неизвестные выступы эффузивов митрофановской свиты. Детально изучено тектоническое строение, выделена система продольных надвигов.
1987-91	Рубцов А.Ф., Бороковская, О-45 -112-В, Г	Составлена геологическая карта северной оконечности Томского выступа фундамента. У с. Итатка выявлено проявление ильменит-цирконовой россыпи.
1993-95	Макаров Г.Я., Городская, О-45 -123-А, В	Обобщен материал предшествующих работ. Выполнен небольшой объем колонкового бурения. Из-за прекращения ассигнований съёмка оказалась незавершенной в объеме предусмотренном проектом.
		<b>2. Глубинное доизучение фундамента в масштабе 1: 50 000</b>
1966-70	Рубцов А.Ф. Центральная, структурно-профильное бурение	Вскрыты глубокими скважинами границы стратиграфических подразделений. Проведены определения фауны и абсолютного возраста. Обобщен геологический материал и составлена карта фундамента для 6 планшетов масштаба 1:50 000 (-112-Г; -113-В; 123-Б; 124-А, Б -125-А)
1968-71	Рубцов А.Ф., Ташминская, О-45-123-Б-а,б; -113-В-в и -125-А-а	Составлены геологические карты фундамента северной части Турунтаевской зоны и Семилуженского проявления антимонита.
1972-75	Рубцов А.Ф., Барнашовская, О-45 -124-Б-в,г и 125-А-в	Составлена геологическая карта района Киргислинской зоны и Средней части Турунтаевской. Выявлено Таткульское проявление бокситов.
1975-76	Колпаков В.Я., Сергеевская, О-45 -124-Б-а,б	Окончательно закрыта проблема "северного продолжения Кузбасса". В связи с прекращением ассигнований картировочные работы были завершены по выполнении около 20% проектных объемов.
		<b>3. Поисково-разведочные работы</b>
1956-59	Соколов Б.Н., Громышевская, поиски россыпей ильменита и циркона.	Детально изучен вещественный состав отложений палеогена и мела. Прослежено их распространение по северному обрамлению Томского выступа.

Годы работ	Ответственный исполнитель, наименование партии, номенклатура листа	Основные результаты и достижения
1	2	3
1957-61	Санданов И.Б., Туганская, детальная разведка	Геологическое строение северо-западной части Томского выступа установлено по данным большого количества скважин.
1970-72	Колпаков В.Я., Мишутинская, поиски бокситов.	Получены сведения о характере отложений мезозоя, кайнозоя и протерозоя на восточном склоне Томского выступа.
1975-77	Рубцов А.Ф., Татульская, поиски бокситов.	Составлена карта фундамента в масштабе 1: 25 000 области развития отложений верхнего рифея.
1978-81	Рубцов А.Ф., Искринская, поиски цинковых руд.	Составлена геологическая карта фундамента Турунтаевской зоны полиметаллической минерализации. Выявлен Восточный участок оруденения.
1983-87	Ахмадшин Н.Ю., Китатская, поиски россыпного золота.	Изучен комплекс террасовых отложений р.р. Китата, Ушайки, Тугояковки и их притоков. Выделены участки для постановки поисково-оценочных работ.
1988-94	Ахмадшин Н.Ю., Ушайская, поиски россыпного золота.	Изучена и оценена промышленная значимость россыпей золота ближнего переотложения. Составлена карта прогноза на проведение поисковых и поисково-оценочных работ масштаба 1:100 000.
		<b>4. Тематические работы</b>
1971-73	Нагорский М.П., тема №5	Обобщен материал по предшествовавшим геологическим съемкам. Составлена карта фундамента Томь-Яйского междуречья. Дан прогноз на поиски руд марганца, титана, железа и других полезных ископаемых.
1980-82	Бердников А.П., тема №25	Обобщены архивные и фондовые материалы по золоту. При полевых исследованиях выявлено несколько новых проявлений коренного и россыпного золота.
1978-83	Бердников А.П., Геохимическая партия	Выявлен ореол цинка на Баранцевском выступе, сурьмяно-ртутная минерализация у д. Родионово, аномалия полиметаллов на Леспромхозовском участке.

Годы работ	Ответственный исполнитель, наименование партии, номенклатура листа	Основные результаты и достижения
1	2	3
1983-88	Скогорев А.И., Геохимическая партия	Произведена оценка промышленной значимости Батуриного проявления золота. На Томь-Яйском междуречье проведены опытно-поисковые работы методом донного опробования илов.
1986-91	Скогорев А.И., Геохимическая партия	Впервые составлена карта ландшафтно-геохимического районирования по условиям проведения геохимических работ на территории Томь-Яйского междуречья в масштабе 1: 200 000.

Основная часть полезных ископаемых Томского района была выявлена в результате крупномасштабного геологического картирования. Большой вклад в выявление и изучение полезных ископаемых внесли работы Геохимической партии. В составе Томской геологоразведочной экспедиции последняя существовала с 1965 до 1991 года. Первоначально она принимала участие в производстве геологических съемок, изучая керн всех работающих геологических партий. С 1979 года эта партия начала проводить самостоятельные работы поисково-оценочного характера, обобщая материалы по 5-летним периодам. Составлено три таких отчета-обобщения, указанных в таблице 1.1. За период деятельности партия существенно увеличила перспективы эндогенного золотого оруденения в черносланцевой толще Колывань-Томской зоны, сурьмяно-ртутной минерализации в районе с.с. Семилужки и Подломск, полиметаллов в Леспромхозовской и Киргислинской зонах метасоматоза. В некоторых случаях, наоборот, установила безрудность считавшихся перспективными участков, например, листовенитов Киргислинского гипербазитового массива [37].

О недостатках проведенных ранее картировочных работ говорить трудно и едва ли корректно, т.к. в свое время они прошли апробацию экспертизы и НТС и получили, в большинстве случаев, хорошие и отличные оценки. По современным требованиям к геологической изученности территорий эти карты характеризуются невысоким качеством материалов (табл. 1.2). Подавляющее большинство геологических съемок, проведенных в 60-70-е годы не соответствуют современным требованиям. Фактический материал, как видно из таблицы 1.2, по ним ненадежный, геологические построения и выводы мало обоснованы. Ненадежность главного метода картирования этого региона – колонкового бурения, обусловила слабую степень изученности палеозойского фундамента, с которым связана основная металлогения региона. Картировочные скважины вскрывали фундамент на глубину только 5 - 20 м. Поэтому характер залегания, мощность, вещественная характеристика стратифицированных отложений палеозоя изучены недостаточно. Отсутствуют критерии расчленения

стратиграфических подразделений (пачинской, юргинской, лагерносадской, басандайской свит). Вскрытые скважинами глинистые сланцы или песчаники можно отнести к любой из перечисленных свит. Стратиграфические подразделения в соответствии с современными требованиями Стратиграфического кодекса (1996) по степени изученности не отвечают понятию свиты и переведены в ранг толщ (лагерносадская, басандайская). Аналогичные проблемы касаются стратифицированных отложений не только Колывань-Томской зоны, но и северного продолжения Кузнецкого Алатау и Кузбасса. Поэтому геологические карты на этот район в части стратиграфии палеозоя имеют схематичный характер [19].

Таблица 1.2 – Оценка качества материалов геологического картирования

Виды работ	Оценка
Опережающая геофизика	Не всегда проводилась в полном комплексе (магнитометрия, гравиразведка, электроразведка)
Сопутствующая геофизика	Отсутствует
Скважинная геофизика	Только гамма-каротаж плохого качества, диаграммы не дешифрируются
Геологические маршруты	Удовлетворительно
Шлиховое опробование	Удовлетворительно. Опробование основных водотоков продублировано до 6 раз, второстепенные водотоки опробованы плохо. Материалы не сведены на единые карты.
Колонковое бурение	Очень ненадежно. Отсутствуют топопривязки, альпигуды устьев определялись по картам с горизонталями через 20 м. Разрезы не сопровождаются каротажными диаграммами.
Лабораторные работы в т.ч. исследования: а) Петрографические б) Литологические в) Минералогические г) Палинологические д) Палеонтологические	Очень мало силикатных анализов пород и определений абсолютного возраста. Спектральные анализы низкого качества на неполный спектр элементов. Во многих случаях не производился анализ пород на содержание золота, платины, вольфрама, и др. Проведены хорошо и результаты можно использовать как в настоящем, так и в будущем.

Отсутствует должная характеристика интрузивных образований, с которыми связано эндогенное оруденение цветных и благородных металлов. Детальному петрографическому описанию магматитов не хватает более полной петрохимической, качественной геохимической и петрофизической характеристики, радиологического датирования, которые бы позволили с большей уверенностью провести их расчленение, корреляцию с магматическими

образованиями соседних регионов, определить формационный тип и металлогеническую специализацию.

Недостаточная степень изученности стратиграфических подразделений и интрузивных образований, закрытость территории определили низкое качество тектонических, геолого-структурных построений. В результате это сказалось на низком уровне металлогенических исследований. До сих пор в районе не решены принципиальные вопросы генезиса полиметаллического, золотого, сурьмяного оруденения, не проведено металлогеническое районирование территории, не определены прогнозные ресурсы ведущих полезных ископаемых.

Все эти проблемы известны давно и в 70-е годы уже вставал вопрос о доизучении фундамента на наиболее перспективных площадях. Эти работы удалось начать и провести только на ограниченных участках, но в 1996 году они были остановлены из-за прекращения финансирования.

Из приведенного анализа геологической изученности Томского района следует, что первоочередной задачей является проведение его геологического доизучения масштаба 1:50 000 с общими поисками на площадях, перспективных на золотое оруденение. К задачам второй очереди можно отнести проведение геологосъемочных работ на площади планшета О-45-113-Г, где имеются большие перспективы обнаружения бокситовых залежей в меловых отложениях кийской свиты и подготовлены опережающие геофизические работы.

Таким образом, геологическая изученность области в целом не отвечает современным требованиям. Качество изученности соответствует уровню 60-70-х годов [36].

## **1.2 Геофизическая изученность**

Планомерное геофизическое изучение Томской области было начато в 1949 году с проведения Сибирским геофизическим трестом магнитной съемки масштаба 1:1000 000.

К концу 1958 года вся территория Томской области была покрыта гравиметровыми съемками масштаба 1:200 000 -1:1000 000 и аэромагнитной съемкой масштаба 1:200 000. Результаты геофизических исследований использовались для решения общих вопросов геологического строения территории и обобщены в работе Н.И. Павленковой (1958ф),

В последующее время на территории Томской области были проведены комплексные геофизические исследования в основном с целью поисков углеводородного сырья. Был выполнен большой объем сейсмических исследований методами КМПВ, МОВ (ОГТ) площадного и профильного вариантов (Ширяев С.А., Шляхтер Р.Д., Кривошеев Э.В., Берлин Г.И. и др.), глубинные сейсмические зондирования (Крылов и др.1970ф), магнитотеллурические зондирования (Сысоев Б.К., Бисеров А.В., 1969) и дипольное электромагнитное профилирование (Беляков В.Г., Савин А.П., 1969). Значительная часть территории (в основном в пределах листа О-44) была покрыта крупномасштабной (1:50 000) аэромагнитной съемкой с аппаратурой АМ-13, АММ-13 (Большаков В.В., Залипухин М.И. и др.). Глубокое и поисковое бурение сопровождалось комплексом геофизических исследований в скважинах. В результате проведенных работ были изучены глубинное строение земной коры, физико-геологические особенности фундамента, плитного и промежуточного комплексов, построены тектонические и структурные карты территории Томской области (Сурков В.С. и др., Усков Ю.В. и др.1978ф.1979ф), выявлены нефтяные и газовые месторождения [22].

В юго-восточной части Томской области (в районе Томского выступа) в период 1959-1968 г.г. выполнялись опережающие комплексные (магниторазведка, гравиразведка, электроразведка методами сопротивления и вызванной поляризации) геофизические работы (Харин Е.П., Грязев И.В., Денисов В.С. и др.) с целью создания геофизической основы для геологического картирования масштаба 1:50 000. В результате их обобщения (Бухмастов и др., 1969ф) были составлены сводные карты вещественного состава и поверхности доюрского фундамента. С 1968 года планомерное геофизическое изучение юго-

восточной части Томской области практически прекратилось. Отдельные геофизические работы выполнялись для решения частных, в основном гидрогеологических и инженерно-геологических задач, и их результаты не систематизировались.

С 1978 года начался новый этап геофизического изучения территории Томской области, связанный как с исчерпанием фонда легко открываемых нефтяных месторождений, так и с оснащением геофизических организаций (Томский геофизический трест, Центральная геофизическая экспедиция в Новосибирске, ПГО «Березовгеология» и др.) современными аппаратурно-технологическими комплексами. Основная часть площади Томской области была покрыта высокоточной (сечение 5 нТл) аэромагнитной съемкой масштаба 1:50 000 с аппаратурой КАМ-28, ММ-305 и фотопривязкой профилей (Барулин Б.С., Функ В.А., Княжев В.А., Повадатор В.П. и др.), двухмиллигальной гравиметровой съемкой (Звягин Е.М., Колчин С.А., Глазов О.В. и др.). В нефтеперспективных районах были проведены высокоточные (сечение 0,25 мГл) гравиметровые съемки масштаба 1:50 000 (Богачев С.Ф., Харитоненко В.П.), опытные электроразведочные работы (Моисеев В.С. и др.). Совершенные технологии обработки сейсмических записей позволили с помощью сейсморазведки МОГТ решать не только структурные задачи, но и осуществлять литолого-фациальное картирование, проследить пути миграции и выделять места накопления углеводородов (Сысолятин Н.В., Тищенко Г.И., Берлин Г.И. и др.) [32].

В Томском районе в это время проводилась комплексная (магниторазведка, гамма-спектрометрия) аэрогеофизическая съемка масштаба 1:50 000 (Галанский В.М., Лященко Н.Г.), а также детальные наземные геофизические работы (магниторазведка, электроразведка методами сопротивления, вызванной и естественной поляризации) с целью поисков ильменит-цирконовых россыпей, полиметаллического и золотого оруденения (Еремеев А.И., Глазырин А.Я., Филатов В.В.). Особенностью этого этапа геофизического изучения Томской области является очень большой объем и

высокое качество геофизических измерений и практически полное (за исключением сейсморазведки) отсутствие геологической интерпретации результатов геофизических съемок.

Анализ геолого-геофизической информации по территории Томской области позволяет сделать следующее заключение о ее геофизической изученности:

1. Томская область характеризуется в целом высокой степенью геофизической изученности, обеспеченной комплексностью, большим объемом, высокими детальностью и точностью геофизических измерений. Практически вся территория покрыта высокоточной крупномасштабной (1:50 000) аэромагнитной съемкой и гравиметровой съемкой масштаба 1:200 000 с сечением 2 мГл, значительная ее часть - площадными сейсморазведочными измерениями МОГТ.

2. Относительная неравномерность геофизической изученности Томской области обусловлена:

– ярко выраженной ориентацией геофизических работ на поиски углеводородного сырья, в связи с чем большая часть листа О-45 оказалась не заснята крупномасштабной аэромагнитной съемкой, а планомерные геофизические исследования для поисков твердых полезных ископаемых не проводились;

– неоправданно высоким приоритетом сейсморазведочных работ в ущерб другим геофизическим методам, в результате чего даже нефтеперспективные земли (листы О-43, О-44) частично не засняты гравиметровыми съемками с сечением изоаномал 2 мГл, а большой объем гравимагнитных измерений не был использован в полной мере для решения общегеологических и нефтепоисковых задач.

3. Наблюдается несоответствие между высоким объемом, точностью и детальностью геофизических наблюдений с одной стороны и объемом и качеством геологической информации, извлекаемой из результатов геофизических съемок - с другой. В наибольшей степени это касается

гравиметровых и аэромагнитных съемок последних 15 лет, а также комплексной аэрогеофизической съемки. Связано это как с вышеназванной направленностью геолого-поисковых работ в Томской области, так и с низкой петрофизической обеспеченностью геофизических съемок и неизученностью природы аномалий геофизических полей. В то же время потенциально высокая геолого-экономическая эффективность геофизических исследований в физико-геологических условиях Томской области не вызывает сомнений и подтверждается при анализе геолого-геофизической информации на методологически грамотно изученных участках. Иными словами, в геологических фондах Томскгеолкома в форме геофизических измерений хранится большой объем геолого-поисковой информации, для извлечения которой необходимы обобщающие и опытно-методические работы.

4. Колывань-Томская складчатая зона и Кузнецкий Алатау в границах Томской области оказались наименее изученными в геофизическом плане территориями как в сравнении с названными складчатыми сооружениями, так и в сравнении с Западно-Сибирской плитой в пределах Томской области:

- комплексные наземные геофизические съемки были проведены до 1968 года и существенно уступают современным съемкам по точности;

- результаты комплексной (магниторазведка, гамма-спектрометрия) аэрогеофизической съемки 1992 года не проинтерпретированы;

- отдельные детальные геофизические исследования (масштаба 1:10 000 и крупнее) проводились для различных целей, не увязаны между собой и с результатами съемок более мелкого масштабов;

- не оптимизированы геофизические комплексы для решения конкретных геолого-поисковых задач, не разработаны вопросы природы аномалий геофизических полей, картировочных и поисковых геофизических критериев, физико-геологического моделирования объектов поисков [23].

В соответствии с состоянием геофизической изученности Томской области дальнейшие геофизические исследования целесообразно вести по следующим направлениям:

1. Обобщение и анализ результатов магнитной и гравиметровой съемок в комплексе с другой геолого-геофизической информацией с целью составления сводных геофизических планов масштаба 1:500 000 (на основе крупномасштабных съемок), дальнейшего изучения геологического строения и прогнозной оценки нефтеносности и рудоносности Томской области.

2. Обобщение и анализ геолого-геофизической информации, изучение природы геофизических аномалий с целью изучения геологического строения Томского района и оценки его рудоносности с составлением прогнозно-металлогенической карты масштаба 1:200 000.

3. Проведение высокоточной аэромагнитной съемки масштаба 1:50 000 в пределах незаснятой части листа О-45 (на листах XXV, XXVI, XXII и XXXI - в первую очередь и в комплексе с гамма-спектрометрией).

4. Проведение гравиметровой съемки масштаба 1:200 000 либо 1:50 000 в пределах листов О-43, О-44 на площадях с сечением изоаномал больше 2 мГл (масштаб и точность съемки - в зависимости от нефтеперспективности площади).

5. Комплексные геолого-геофизические работы с целью создания информационной и методической основы для интерпретации геофизических материалов и лицензирования участков на твердые полезные ископаемые и воду [24].

### **1.3 Геохимическая изученность**

#### **1.3.1 Гидрогеохимическая изученность**

##### **1.3.1.1 Состояние гидрогеохимической изученности**

На территории Томской области обширные гидрогеохимические исследования проводились в связи с оценкой перспектив территории на нефть и газ, а также при оценке качества природных вод для целей водоснабжения населенных пунктов и их результаты освещены в томе “Подземные воды Томской области”.

В связи с поисками твердых полезных ископаемых гидрогеохимические исследования проведены в юго-восточной части Томской области в пределах Томского выступа палеозойского фундамента. Работы выполнялись гидрогеохимическими отрядами ТПИ под руководством П.А. Удодова и В.М. Матусевича в 1958-1967 г.г. и под руководством Ю.Г. Копыловой в 1986-1993 г.г. на основе хоздоговоров с Томской комплексной экспедицией (Томской геологоразведочной экспедицией) (Рис. 1.1).

В 1957-1967 годах гидрогеохимические исследования проводились в процессе геолого-съёмочных и геологоразведочных работ на планшетах 0-45-111-В, 123-А, Б, В, 124-А, Б, В, Г (Санданов и др., 1961ф; Григорьев, 1960ф; Сазонов, Иванова, 1961ф; Григорьев, Сазонов, 1964ф; Григорьев и др., 1967ф). Наряду с производственными отчетами результаты исследований отражены в отчетах о НИР (Удодов, Матусевич, 1959ф, 1960ф). В 1956 году впервые на изучаемой территории были проведены гидрогеохимические исследования для поисков циркон-ильменитовых россыпей на юго-восточном обрамлении Западно-Сибирской плиты. С 1957 года начались площадные полевые гидрогеохимические поиски рудных месторождений в пределах структур Томского вала в процессе геологической съёмки масштаба 1:200 000 на планшете О-45-XXXII в составе Межениновской партии (Григорьев, 1960ф). Далее гидрогеохимические исследования проводились в составе Чулымской партии при геологической съёмке масштаба 1:50 000 в 1958 на планшете 0-45-123-В, а в 1959 году на планшетах – 0-45-123-А, Б. В 1960-1964 годах гидрогеохимические исследования проводились в составе геологоразведочных работ Григорьевской и Подломской партий на планшетах масштаба 1:50 000 (Григорьев, Сазонов, 1964 ф; Удодов, Матусевич, 1959ф, 1960ф; Удодов и др., 1962, 1965) [30].

В 1964-1966 г.г. в качестве самостоятельного объекта Гидрогеохимической партией НТГУ под руководством П.А. Удодова проводились региональные гидрогеохимические исследования Колывань-Томской зоны 1:500 000 масштаба. Это был первый опыт региональных

гидрогеохимических исследований полузакрытых структур. В пределах Томской области в этот период гидрогеохимические исследования выполнены в бассейне р. Тугояковка на планшете 0-45-135-А, Б и на планшете 0-45-136-А в бассейне р. Куербак (д. Ивановка). При оценке перспектив северной части Колывань-Томской зоны при этих работах использованы материалы исследований 1959-1963 г.г. (Удодов и др., 1965ф, 1966ф; Удодов и др., 1971).

В 1966 г. гидрогеохимические исследования в процессе геологической съемки масштаба 1: 50 000 (0-45-112 - Г) проведены северо-западнее д. Турунтаево в области закрытой геологической структуры при мощности мезозойско-кайнозойских отложений до 100 м (Григорьев и др., 1967ф).

Выполненные гидрогеохимические исследования позволили обосновать перспективность восточного склона Томь-Яйского междуречья на полиметаллическую и сурьмяно-ртутную минерализации. Основной особенностью данной территории являются повышенные концентрации сульфат-иона и элементов полиметаллического комплекса, что позволяет предполагать более интенсивное проявление здесь процессов сульфидизации по сравнению с центральной западной частью Томь-Яйского междуречья. Было отмечено, что перспективные участки группируются в виде полос, имеющих ориентировку вкрест простирания основных структур Колывань-Томской зоны. Они приурочены к периклинальным зонам антиклиналей, обычно осложненных субширотными разломами, и к участкам сопряжения субширотных и субмеридиональных зон разрывных нарушений (Удодов и др., 1965, 1971, 1973, 1966ф) [31].

В 1986 г. после многолетнего перерыва начинается новый этап гидрогеохимических исследований, по оценке перспектив золотоносности северной части Колывань-Томской зоны. Этот этап характеризуется использованием современных методов анализа вод с чувствительностью определения содержаний элементов на уровне их средних содержаний в гидросфере. Гидрогеохимические исследования 1986-1988 годов на планшетах 0-45-123-Б и 0-45-124-А на западном склоне Томь-Яйского водораздела в

верховьях бассейна р. М. Ушайка показали приемственность выделенных ранее гидрогеохимических аномалий в части их ориентации на золоторудную минерализацию, позволили обосновать перспективность территории на золотооруденение и предположить существование Колбихинского рудного поля (Ахмадшин и др., 1993ф; Копылова и др., 1989ф).

В 1992-1993 г.г. положительный опыт этих исследований был использован при обосновании проекта гидрогеохимических исследований, по которому были проведены полевые работы в бассейне нижнего течения р.р.Б. Киргизка и Ушайки в составе Городского отряда в процессе эколого-геологических исследований восточной части пригорода г.Томска (на планшетах 0-45-123-А, В). Незавершенность работ в связи с прекращением их финансирования не позволила выполнить гидрогеохимическое опробование в бассейне р.Басандайка и провести лабораторные работы по изучению содержаний основных рудогенных элементов при основной направленности работ на поиски золотооруденения (Макаров, 1995ф) [35].

Основные результаты выполненных гидрогеохимических поисков рудных полезных ископаемых в Томском районе приведены в таблице 1.3. Степень гидрогеохимической изученности территории отражена на рис.1.1. Общая площадь исследований составляет около 2 900 кв. км. и полученная при этом гидрогеохимическая информация относится преимущественно к первому этапу исследований, этапу становления и разработки гидрогеохимического метода поисков. Повторные гидрогеохимические исследования проведены на планшетах 0-45-123-А, Б, В и 0-45-124-А. Плотность опробования, на всех этапах исследований составляла 1 см по водотокам на карте соответствующего масштаба. Наряду с опробованием водотоков в обязательном порядке опробовались все встречаемые источники подземных вод. В населенных пунктах избирательно опробовались колодцы и скважины питьевого назначения и геологоразведочного характера.



Рис 1.1– Картограмма гидрохимической и литогеохимической изученности юга Томской области

Представительность гидрогеохимического опробования при гидрогеохимических поисках рудных полезных ископаемых в северной части Колывань-Томской складчатой зоны показана в таблице 1.4.

Как следует из приведенных данных, общее число точек наблюдений, имеющих в фондах ТГРЭ, Томскгеолкома и, в основном, в фондах ПНИЛ гидрогеохимии ТПУ составляет более 3 тыс. водопунктов. Таким образом, плотность опробования в соответствии с современными требованиями может быть отнесена к гидрогеохимическим поискам масштаба 1:100 000 (Инструкция ..., 1983). На начальных стадиях исследований наибольшее внимание уделялось

изучению микрокомпонентного состава вод на основе разработанной методики соосаждения с гидроокисью алюминия (Метод ТПИ) и на основе дитизионового метода (сумма металлов). Также применялось отдельное определение элементов, в частности ртути, на основе разных методов анализа, в том числе и полевых [44].

При этом упускалась из-за экономических соображений возможность более детального изучения макрокомпонентного состава вод, за исключением компонентов, являющихся гидрогеохимическими поисковыми признаками, что определило неравномерность в получаемой информации, когда при стопроцентном изучении микрокомпонентного состава данные о общем химическом составе могли не превышать и десяти процентов от общего числа проб и ограничивались получением знаний о распределении макрокомпонентов в пределах однородных разновидностей вод (типов вод).

Наряду с изучением распространенности химических элементов гидрогеохимические исследования включали в себя экспериментальные исследования химической активности, особенностей миграции циркония, ртути, формирования карбонатных травертинов, исследовались возможности использования поровых растворов при поисках глубокозалегающего оруденения. Стремление к детальному исследованию миграции химических элементов определило разработку методических приемов и рекомендаций, обоснование необходимости одновременного опробования твердой и жидкой составляющих водотоков, отраженных в авторских свидетельствах и публикациях (Удодов, Парилов, Онуфриенок, 1962; Удодов, Матусевич, Григорьев, 1965; Удодов, Паршин, Левашов и др., 1971; Удодов, Матусевич, Шварцев и др., 1973). Комплексный характер проводимых исследований отражен также в ряде выполненных в тот период кандидатских диссертациях В.М. Матусевича, Н.В. Григорьева, П.Н. Паршина, Б.М. Левашова, Н.М. Шварцевой [20].

Таблица 1.3 – Гидрогеохимические поиски полезных ископаемых в Томском районе

Годы работ	Ответственный исполнитель, наименование партии, номенклатура листа	Основные результаты и достижения
1957-59	Матусевич В.М., Межениновская, О-45-XXXII	Проведены первые гидрогеохимические поиски рудных месторождений. Составлена схематическая карта гидрогеохимического районирования масштаба 1:200000, на которой выделены участки с полным и неполным комплексом элементов в водах постмагматической и осадочно-сингенетической минерализации.
1958-60	Удодов П.А., Матусевич В.М., Туганская, О-45-111-Г, О-45-123-В	Проведены первые гидрогеохимические исследования с целью оценки перспектив территории на циркон - ильменитовые россыпи. Составлены карты водных потоков рассеяния химических элементов. Выявлены новые участки, перспективные на циркон-ильменитовые россыпи в бассейне р. Омутная и на полиметаллы в бассейне р. Басандайка.
1959-60	Удодов П.А., Матусевич В.М., Чулымская, О-45-123-А, Б.	Составлены схематическая карта подземных напорных вод, схематическая карта гидрогеохимического районирования. Обосновано развитие вод зон тектонических нарушений. Получена первая гидрогеохимическая характеристика Семилуженского сурьмяного проявления, прослежена по гидрогеохимическим показателям Коларово-Семилуженская зона, вдоль которой выделены участки с аномальными концентрациями в водах элементов постмагматической минерализации.
1960-61	Матусевич В.М., Григорьевская, О-45-124-А, О-45-124-В	Проведена детализация ранее выделенных перспективных участков. Составлена гидрогеохимическая карта масштаба 1:50 000. Выделены водные потоки рассеяния элементов постмагматической минерализации.

Продолжение таблицы 1.3

Годы работ	Ответственный исполнитель, наименование партии, номенклатура листа	Основные результаты и достижения
1960-64	Матусевич В.М., Подломская, О-45-124	Составлены схематические гидрогеологическая и гидрогеохимическая карты масштаба 1:50 000, выделены участки водных потоков рассеяния элементов осадочной сингенетической и постмагматической минерализации по р.р. Омутная-Щербак, Киргисла, Багайдак, Березовая-Ташма, в верховьях р. Омутной. Прослежены по гидрогеохимическим данным зоны разрывных нарушений и определена их роль как рудоконтролирующих структур.
1964-66	Удодов П.А., Матусевич В.М., Паршин П.Н., Гидрогеохимическая, О-45-XXXII (О-45-135-А,Б, О-45-136-А)	Проведены региональные гидрогеохимические исследования Колывань-Томской зоны масштаба 1:500 000, в т.ч. в пределах Томской области в бассейне р. Тугояковка и р. Куербак (Ивановка). Определены перспективы восточной части Томь-Яйского междуречья на полиметаллическую, олово-молибденовую и ртутную минерализацию. В пределах Пачинско-Сосновского Притомя выделен Тугояковский участок, перспективного на ртутную и полиметаллическую минерализацию.
1965-67	Удодов П.А., Копылова Ю.Г., Дороховская, О-45-112-Г	Выявлены малококонтрастные потоки рассеяния полиметаллического комплекса, приуроченные к зоне дробления, имеющей продолжение в верховьях р. р. Березовая и Ташма. Предположена связь гидрогеохимической аномалии в среднем течении р. Кайла с Турунтаевской рудной зоной.
1986-93	Копылова Ю.Г., Ушайская, О-45-123-Б, О-45-124-А	Проведены гидрогеохимические исследования с использованием высокочувствительных методов анализа. Установлена преемственность ранее выделенных гидрогеохимических аномалий, их ориентация на золоторуденение. Обоснована перспективность на золотооруденение и предположено существование Колбихинского рудного поля.
1992-95	Копылова Ю.Г., Городская, О-45-123-А,В	Проведены полевые гидрогеохимические исследования в процессе эколого-геологических исследований. Из-за прекращения финансирования остались незавершенными часть полевых и лабораторные работы. Предварительная обработка данных показала перспективы выявления золоторудного узла в нижней части бассейна р. Ушайка и р. Б.Киргизка.

Таблица 1.4 – Объемы гидрогеохимического опробования

Год исследований и планшет масштаба 1:50 000	Бассейны рек	Площадь, км <sup>2</sup>	Число точек изучения микрокомпонентов	Число точек изучения макрокомпонентов
1958 0-45-111-Г 0-45-123-В	р.Омутная рр.Ушайка и М.Ушайка	525	526	56
1959 0-45-123-А 0-45-123-Б	р.Б.Киргизка р.Каменка	525	803	87
1960 0-45-124-А 1964 0-45-124-Б 0-45-124-В 0-45-124-Г 0-45-136-А	р.Каменка р.Ташма р.Щербак р.Урбей р.Куербак	1181	423	368
1964 0-45-135-А 1965	р.Тугояковка	262.5	205	70
1966 0-45-112-Г	рр.Кайба, Латаг, Кусла	262.5	290	104
1986 0-45-123-Б 1988 0-45-124-А	р.М.Ушайка р.Каменка	1262	425	425
1992 0-45-123-А 1993 0-45-123-Г	р.Б.Киргизка р.Ушайка	420	430	430

### 1.3.1.2 Метрологическая характеристика методов анализа

Основной объем информации о распределении в водах микрокомпонентов получен по данным полуколичественного спектрального анализа водных концентратов. Эффективность применяемого метода определяется полнотой соосаждения химических элементов в водных концентратах, чувствительностью определения элементов при атомно-эмиссионном спектральном анализе, его возможностями, применяемым режимом сжигания и другими методическими приемами. Первоначальные результаты использования спектрального анализа характеризуются дискретными данными, недостаточным комплексом и низкой чувствительностью определения халькофильных химических элементов. Совершенствование методов анализа уже в 1959-1960 г.г. позволило получить сведения о распределении в водах Cu, Ti, Zn, Pb, Zr, Cr, Ni, V, Sn, Be, Ba, Sb, Mo, As, Ag, P, а также Bi, Cd, Hg, Mn. Прогрессивная для своего времени информация о микрокомпонентном составе вод на основе атомно-эмиссионного

спектрального анализа и в настоящее время остается целесообразной для применения при поисковых работах в силу своей многокомпонентности и экспрессности.

Вместе с тем, она по ряду компонентов не отвечает современному уровню аналитических работ как за счет неполноты изучаемого комплекса элементов, так и по существу получаемой информации по отдельным компонентам. Так, в отчетах приводятся явно завышенные данные по ртути в водах, хотя сам факт ее присутствия не вызывает сомнения. Из-за неполноты соосаждения в концентратах получены заниженные данные по Sr, W, Mo. Из-за низкой чувствительности применяемого спектрального метода анализа только в водах зон минерализаций обнаружены Bi, La, Cd, Sb, As, Co, Sn, Ag, Be, Hg. Как следует из таблицы 1.5, диапазон определяемых содержаний при атомно-эмиссионном спектральном анализе водных концентратов для большинства элементов находится в пределах одного порядка со средними содержаниями этих элементов в водах гидросферы, тогда как желательно иметь чувствительность определения химических элементов на порядок выше кларковых значений. В этой связи кондиционными следует признать только результаты определения Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, Ti, V, Zr, P. На уровне аномальных значений при поисковых работах может быть получена информация по Mo, Ag, Bi, As, Sb, Cd, Co, Be, Hg, Sc, Y.

Характеристика получаемой информации на первых этапах исследований приведена в таблице 1.6. Как видно, сведения о микрокомпонентах достаточно ограничены, дают представление о качественном их составе и не отвечают современным требованиям. Анализ приведенных данных показывает целесообразность использования атомно-эмиссионного спектрального анализа водных концентратов для оценки общего микрокомпонентного состава только в комплексе с методами, обладающими чувствительностью выше кларковых значений: атомно-абсорбционных, инверсионной вольтамперометрии, нейтронно-активационного и других.

Таблица 1.5 – Пределы обнаружения и диапазоны определяемых содержаний микрокомпонентов атомно-эмиссионным спектральным анализом (АЭС - “Метод ТПИ”)

№ п/п	Химический элемент	Диапазон определяемых содержаний в концентрате		Средние содержания в гидросфере, мкг/л	
		масс. %	мкг/дм <sup>3</sup> на 60 мг концентрата	в морской воде (по Гольдбергу)	в водах зоны гипергенеза (по С.Л. Шварцеву)
1	Бериллий	0.0003-0.01	0.18-6	0.0006	0.27
2	Фосфор	0.1-1	60-600	70	-
3	Титан	0.001-1	0.6-600	1	10.7
4	Ванадий	0.001-0.1	0.6-600	2	1.55
5	Хром	0.001-0.3	0.6-180	0.05	2.9
6	Марганец	0.001-1	0.6-600	2	49
7	Кобальт	0.001-0.1	0.6-60	0.5	0.83
8	Никель	0.001-1	0.6-600	2	3.3
9	Медь	0.001-1	0.6-600	3	5.58
10	Цинк	0.001-1	0.6-600	10	34
11	Мышьяк	0.01-1	6-600	3	2
12	Цирконий	0.001-0.5	0.6-300	-	1.3
13	Молибден	0.0001-0.1	0.06-60	10	2
14	Серебро	0.0001-0.1	0.06-60	0.04	0.3
15	Кадмий	0.001-0.1	0.6-60	0.1	0.3
16	Олово	0.001-0.3	0.6-180	0.8	0.4
17	Сурьма	0.005-1	3-600	0.5	1.5
18	Барий	0.001-0.5	0.6-300	3	19.6
19	Вольфрам	0.01-0.03	6-18	0.1	0.1
20	Свинец	0.001-1	0.6-600	-	2.2
21	Висмут	0.003-1	1.8-600	0.02	0.1
22	Ртуть			0.03	0.9

Опыт комплексного использования этих методов получен при исследованиях 1986-1991г.г., которые выполнены в центральной части и на западном склоне Томь-Яйского междуречья на планшетах масштаба 1:50 000 (О-45-123-Б, 124-А) в соответствии с требованиями, предъявляемыми к поисковым работам, и позволили определить широкий комплекс химических элементов. Применение нейтронно-активационного определения химических элементов предполагало их концентрирование из вод на активированном угле и позволило получить данные по распределению в водах на уровне кларковых значений Yb, Sc, Hf, Th, Au, Sb, Ta, Lu, а также ориентировочные из-за неполноты соосаждения на активированном угле сведения по Mo, Se, Tl, As, Ba, Sr, Hg. Однако, и на этом этапе исследований первый опыт применения нейтронно-

активационного анализа негативно сказался на качестве выполненных определений в части получения различных данных по партиям анализа (коллекциям). Последующие исследования показывают целесообразность проведения нейтронно-активационного анализа в сухих осадках из вод. Остался неясным источник высоких концентраций ртути в водах, полученных при проведении атомно-абсорбционного анализа на приборе “Ртуть - 101” в лаборатории ТГРЭ, показавшего в отдельных точках до десятков микрограмм в литре воды, что требует постановки режимных наблюдений с применением более чувствительных приборов АГП-01.

Исследования 1992-1993 г.г. на планшетах масштаба 1:50 000 0-45-123-А, В в бассейне нижнего течения рек Б., М. Киргизка, Ушайка предполагали изучение широкого круга компонентов, но остались невыполненными нейтронно-активационный анализ на Au, Sb, Ba, Sr, U, Th, Co, Cr, Mo, Sc, Yb, Hf, La, Eu, Lu, Se и др., а также инверсионно-вольтамперметрические определения Bi и As. Предварительный анализ полученных данных на этой территории показывает существенную антропогенную нагрузку на состав природных вод (N, P, K, Cl, SO<sub>4</sub>), что требует проведения дополнительных операций по разделению природной и техногенной составляющих вод при оценке перспективности территории. Необходимо признать целесообразным возобновление работ на этой территории.

Таблица 1.6 – Характеристика содержаний химических элементов в водах (по материалам ранних этапов гидрогеохимических поисков рудных полезных ископаемых в Томском районе)

№ п/п	Химический элемент	Минимальные обнаруженные концентрации хим. элементов в районе, мкг/л	Средние содержания химических элементов в водах (мкг/л) по годам исследований:					
			1959	1960	1964			
					в водах отложений			
					C <sub>1</sub>	D <sub>3 jur</sub>	D <sub>3 pc</sub>	D <sub>2</sub>
1	Бериллий	0.1	0.01	-				
2	Фосфор	есть						
3	Титан	1.2	9	2.2	0.4	1.65	1.65	3.5
4	Ванадий	0.5	0.2	0.45				

№ п/п	Химический элемент	Минимальные обнаруженные концентрации хим. элементов в районе, мкг/л	Средние содержания химических элементов в водах (мкг/л) по годам исследований:					
			1959	1960	1964			
					в водах отложений			
					C <sub>1</sub>	D <sub>3 jur</sub>	D <sub>3 pc</sub>	D <sub>2</sub>
5	Хром	0.5	3.2	0.6	0.3	0.4	0.4	0.3
6	Марганец			33	11	16	16	5.5
7	Кобальт	0.1		0.04	-	-	-	сл
8	Никель	0.1	0.9	0.45	0.05	0.15	0.2	сл
9	Медь	0.8	1.1	1.1	0.7	0.5	0.5	0.25
10	Цинк	0.4	11.3	30	1.5	0.65	0.65	11
11	Мышьяк	-		0.2	-	0.5	0.5	сл
12	Цирконий	0.4	0.95		0.25	0.4	0.4	2
13	Молибден	-	0.002		сл	сл		
14	Серебро	0.8		0.1	-	0.05	0.05	-
15	Кадмий	-	-	-				
16	Олово	0.1		0.02	0.01	-	-	сл
17	Сурьма	0.1	0.01		-	сл	сл	-
18	Барий	0.1	0.2	7	2	2.8	2.8	4
19	Вольфрам	-	-	-				
20	Свинец	-	0.1	0.5	0.07	0.15	0.15	0.35
21	Висмут		-	-				
22	Ртуть				сл	сл	сл	
23	Стронций			15.5	-	1.8	1.8	-

### 1.3.1.3 Анализ методов камеральной обработки данных

Анализ состояния камеральной обработки данных показывает, что интерпретация гидрогеохимической информации на всех этапах исследований основывалась на глубоком для своего времени анализе условий формирования химического состава вод, прежде всего геолого-структурных факторов. На этапе становления метода гидрогеохимических поисков вводились, обосновывались и внедрялись новые понятия (фоновые воды, воды потоков рассеяния, воды зон минерализаций), разрабатывались гидрогеохимические критерии рудных полезных ископаемых, что нашло отражение в первой монографии по гидрогеохимическим поискам в условиях Сибири (Удодов и др., 1962) и “Методическом руководстве по гидрогеохимическим поискам рудных месторождений” (Удодов и др., 1973) [21].

Выявление гидрогеохимических аномалий на первых этапах исследований предусматривало разделение вод на фоновые воды потоков рассеяния (с кратностью относительно фоновых вод в 2-3 раза) и воды зон минерализаций (с кратностью более 10 относительно фоновых концентраций). Внедрение методов математической статистики в практику геохимических исследований позволило внести определенность в этот вид исследований и повысить эффективность гидрогеохимических поисков. На принципах математической статистики уже обрабатывались данные исследований 1960-1966 г.г. Новый арсенал исследований появился с расширением внедрения в практику поисковых работ новых методов математической статистики и ЭВМ, что нашло отражение при интерпретации материалов полевых исследований 1986-1988 г.г. с использованием методов факторного анализа и нормирования данных, позволившие обосновать ассоциации химических элементов в водах, определяемые условиями формирования химического состава вод и водных потоков рассеяния зон минерализаций, являющихся одним из основных гидрогеохимических критериев поисков полезных ископаемых наряду с уровнем концентраций основных рудогенных элементов [34].

В использовании комплексов химических элементов как показателей рудоносности отмечаются определенная временная эволюция. На стадиях разработки и внедрения в практику геологоразведочных работ (Удодов, Матусевич, 1959ф, 1960ф) наибольшее значение придается комплексам химических элементов, соответствующих минеральному составу руд. При этом выделяются комплексы элементов осадочно-сингенетической, в том числе и циркон-ильменитовой (Ti, Zr, Cr, V, Be, иногда Sn) и постмагматической минерализаций (Sb, Cu, Pb, Ba, Sr, Ni, Ti, Cr). На гидрогеохимической карте Томь-Яйского междуречья (Удодов, Матусевич, Григорьев, 1965) выделены участки с наличием в водах неполного комплекса элементов (локальный гидрогеохимический фон) и водные потоки рассеяния зон минерализаций с наличием полного комплекса: Ti, Zr, Cr, V, Ni, Fe, Mn (осадочно-сингенетическая минерализация) и Zn, Pb, Cu, Ag, Sb, As, Hg (полиметаллическая и сурьмяно-

ртутная минерализация), в числе последних как специфические элементы выделены Cd, Bi, Mo. При региональных гидрогеохимических исследованиях Колывань-Томской зоны в 1964-1966 гг. выявлены гидрогеохимические аномалии сурьмяной, ртутной, полиметаллической, олово-молибденовой зон минерализаций. Основным результатом выполненных в 1986-1988 гг. исследований явилось выявление участков, перспективных на обнаружение золоторудной минерализации, и обоснование гидрогеохимических полей как показателей рудоносности недр. Исследования взаимосвязей химических элементов в водах на примере Колбихинского гидрогеохимического поля показало существование достаточно устойчивых ассоциаций элементов в водах, которые находятся в определенных пространственных соотношениях с основными рудогенными элементами, в частности, с золотом.

Вместе с тем выявленные гидрогеохимические аномалии характеризуются весьма схожим составом потоков рассеяния, что может служить показателем одного типа оруденения, обусловленности их единым рудным процессом. Опыт работ на Семилуженском участке в 1986-1988 гг. показал, что выделяемые ранее перспективные на сурьмяно-ртутную минерализацию аномалии позже картируются как золоторудные. Аналогичные результаты исследований наблюдаем и в восточной части Томь-Яйского междуречья, где ранее выявленные аномалии постмагматической минерализации (по терминологии П.А.Удодова, В.М. Матусевича) определяются как перспективные на золоторудную минерализацию (Ахмадшин и др., 1993ф). Так, подтвердились гидрогеохимические аномалии по р.р.Щербак, Омутная, Урбей, Сухая, Гоголевка, Межевка, Змеинка, Березовая (приток р.Б.Ушайка), в устье р.р.М. и Б.Ушайки и др. и предположена их перспектива на золоторудную минерализацию [33].

Зональность потоков рассеяния в пределах гидрогеохимических полей золотооруденения свидетельствует о глубоком залегании зон минерализаций, когда на наиболее низких уровнях стока фиксируются элементы верхних частей рудной колонны. Выявленные гидрогеохимические поля прогнозируемого

золотооруденения характеризуются широким развитием вод зон разрывных нарушений, которые устанавливаются как по гидродинамическим показателям, так и по химическому составу вод ( $\text{CO}_2$ , Hg, He, Cl), образованию карбонатных травертинов, показывающих резкую смену геохимической обстановки, проявление термодинамического барьера. Наличие обводненных зон разрывных нарушений может служить дополнительным показателем их подновления и свидетельствуют в пользу молодой минерализации (Удодов, Матусевич, Григорьев, 1965; Удодов и др., 1966ф; Ахмадшин и др., 1993ф) [43].

Анализ геохимической изученности территории Томской области, несмотря на приоритетность выполненных работ, достаточно высокую их геологическую эффективность и обоснованность выводов, в целом показывает недостаточность геохимической информации в пределах Томского выступа палеозойского фундамента как для оценки потенциальной рудоносности недр так и для использования этой информации при экологической оценке качества природных вод. Это определяется прежде всего неоднородностью сети опробования территории. Так, не проведено гидрогеохимическое опробование в бассейне р.р. Б. Ушайка, Басандайка, недостаточно изучен бассейн р. Тугояковка. Не завершены исследования в нижней части бассейнов рек Б. Киргизка, М. и Б. Ушайка. Кроме того большая часть территории обследована на начальной стадии внедрения гидрогеохимического метода поисков и в настоящее время не удовлетворяет современным требованиям к методам изучения химического состава вод. Отсутствуют данные по содержанию в водах золота и его элементов-спутников, в бассейне рек Щербак, Омутная, Киргисла, Ташма и др. на восточном склоне Томь-Яйского междуречья. Прекращение гидрогеохимических поисков с 1967 года вплоть до 1986 года на территории Томь-Яйского междуречья негативно сказалось на полноте оценки перспектив территории на рудные полезные ископаемые.

Общим недостатком выполненных геохимических поисков является отсутствие одновременного опробования твердой и жидкой составляющих потоков рассеяния, что в целом снижает эффективность исследований в

условиях полузакрытых геологических структур. Попытка проведения всесторонних геохимических исследований с целью поисков полезных ископаемых и экологической оценкой составляющих ландшафта (почв, донных осадков, вод и др.) была предпринята в 1992-1993 годах по проекту работ Городского отряда (ГЭИК-50), но они оказались не завершенными в силу разных обстоятельств и прежде всего из-за прекращения финансирования. Положительный опыт проведения разносторонних исследований для оценки экологического состояния геологической среды в пределах Томской области получен в процессе геолого-экологического картирования масштаба 1:1000 000 (ГЭИК-1000, ответственный исполнитель А.С. Пономаренко), которые также остались незавершенными в части камеральных работ. Между тем эти работы вполне могли бы стать составной частью развивающегося многоцелевого геохимического картирования по программе “Геохимическая карта России”. В Западно-Сибирском регионе концепция многоцелевого геохимического картирования реализуется в настоящее время на Алтайском полигоне в ГПП Запсибгеология, в процессе которых отрабатывается методика ведения подобных исследований. Вместе с тем опыт ведения геохимических исследований на территории Томской области и имеющийся потенциал Сибирской геологической школы при этом остается невостребованным. Все это определяет необходимость завершения исследований по оценке геолого-экологического состояния геологической среды Томской области (по материалам геолого-экологического картирования в масштабе 1:1 000 000).

В связи с вышесказанным первоочередной задачей является проведение единовременного геохимического опробования водной и твердой составляющих потоков рассеяния на основе современных методов анализа по всей площади Томского рудного района с детализацией исследований в пределах аномальных гидрогеохимических полей, потенциальных рудных узлов. Проведение этих исследований позволит наряду с оценкой потенциальной рудоносности недр создать основу геохимического мониторинга по оценке состояния пригородного

ландшафта. Общий объем гидрогеохимического опробования масштаба 1:200 000 составит 1500 проб, из них 500 проб на участках детализации.

Необходимо завершить геолого-экологические исследования масштаба 1:50 000 по проекту Городского отряда, так как весьма расточительно отказываться от информации, для получения которой уже проведены многозатратные полевые исследования. По разделу гидрогеохимических исследований предстоит проведение инструментального нейтронно-активационного анализа в 480 пробах сухого остатка и инверсионно-вольтамперометрического определения висмута и мышьяка, как элементов-спутников золота в 200 водных пробах.

Необходима систематизация данных гидрогеохимических исследований, создание банка гидрогеохимической информации и обоснование перспективности территории на золотооруденение на основе картирования гидрогеохимических полей.

### **1.3.2 Литогеохимическая изученность**

#### **1.3.2.1 Состояние литогеохимической изученности**

Первые массовые определения содержаний химических элементов в породах и рудах Томской области относятся к 1956-61 г.г., когда в процессе проведения геологосъемочных и поисково-съемочных работ началось интенсивное изучение распределения редких, рассеянных и радиоактивных элементов в углистых, железозоносных и других отложениях (Бердников, Горюхин, 1959ф; Григорьев, 1960ф; Курочкин, 1960ф; Пономаренко, 1961ф; Горюхин, 1962ф). В частности, только по различным разностям железных руд, железистых песчаников, гравелитов, аргиллитов, фосфоритов, песков Бакчарского железорудного узла в этот период было выполнено 2500 спектральных анализов и более 2000 химических силикатных. Все анализы выполнялись в Томской КГРЭ. Спектральным анализом определялись Ge, As, Be, Pb, Zn, Mn, Cu, Sn, Ga, Ni, Co, V, Cr, Ti, Zr, Mo, Ba, Sr, P, Y, Yb, In, Cd, Bi, Ag,

Sb, Nb, Ta, Th, Sc, U, W. Точность анализов (0.001-0.003, 0.003-0.01 и т.д.) не позволяет провести современную математическую обработку полученных данных. Можно использовать лишь распределение элементов по классам содержаний. Тем не менее авторами отчетов делались попытки геометризации распределения элементов-спутников в рудах и породах, в частности, германия в углях Туганского месторождения.

Качественно новый этап геохимического изучения территории начался с 1970 года, когда в Томской КГРЭ была организована специализированная Геохимическая партия. С 1970 по 1991 годы партией отобрано и проанализировано полуколичественным спектральным методом более 20 000 проб по керну скважин разных партий, около 2500 литогеохимических проб по вторичным ореолам рассеяния, около 1000 биогеохимических проб, 2000 проб по потокам рассеяния (донное опробование), по монофракциям пирита, арсенопирита, сфалерита, барита, пироксена (около 100 проб), выполнено 1385 пробирных анализов на золото, 4800 спектрохимических анализов на золото и ртуть. В небольших объемах выполнялись также силикатный, рентгено-спектральный, нейтронно-активационный, рентгено-люминесцентный анализы (Протопопов, 1973ф; Бердников, Скогорев, 1977, 1983ф; Скогорев, 1988, 1991ф).

Геохимические исследования были сосредоточены в Томь-Яйском междуречьи, на участках Турунтаевском, Семилуженском, Батурином, Родионовском, Баранцевском, Киргислинском, Леспромхозовском, Колбихинском, Омутнинском (рис. 1.1). На этих участках проведено геохимическое опробование первичных ореолов рассеяния по керну скважин. На участках Семилуженском, Леспромхозовском, Баранцевском выполнена также литогеохимическая съемка по вторичным ореолам рассеяния по сети 250 x 50 м на общей площади около 40 кв. км. Кроме того, на участке Семилуженском по той же сети проведена биогеохимическая съемка на площади около 20 кв. км. В результате выявлены и геометризованы первичные и вторичные ореолы Zn, Cu, Pb, Co, Ni, As, Sb, Hg, Au, Ag, Bi, Ti, Zr, W, Mo, Sn, Ba. Первичные и вторичные

(остаточные и наложенные) ореолы достаточно хорошо увязываются между собой при мощности рыхлых отложений до 50 м. Донное опробование проведено в бассейнах рек Тугояковка, Басандайка, Большая и Малая Ушайки, частично по руч. Каменка (левый приток Киргизки) и в верховьях р. Щербак. По бассейнам всех опробованных рек выявлены и геометризованы ореолы повышенных концентраций Cu, Zn, Co, Ni, Ag, Mn, Au, Mo, отдельные пробы с повышенным содержанием Ba, V, P. Ореолы, как правило, комплексные. Подсчитана площадная продуктивность для Cu, Pb, Zn по речкам Такова, Ломовая, Арламовка, Грива, Колбиха. Установлено, что с севера на юг продуктивность по меди возрастает, а по Pb и Zn убывает. Au встречено во всех речках. Наибольшие его концентрации установлены в бассейнах р. Малая Ушайка и ее притоков (Сухая, Березовая) [26].

Анализируя методику выполнения донного опробования, следует отметить, что использованная сеть опробования никак не согласуется с рекомендуемой Инструкцией по геохимическим методам поисков. Для наиболее эффективной региональной литогеохимической съемки по потокам рассеяния масштаба 1:200 000 рекомендуется сеть 2 x 0.5 км, при проведении съемок масштаба 1:50 000 сеть принимается 0.5 x 0.25-0.2 км с доведением опробования до вершин водотоков 1-го порядка. Геохимической партией опробование выполнено с шагом 100 м по руслам главных водотоков, в то же время большая часть боковых притоков осталась неопробованной. По полученным данным достаточно сложно оконтурить рудоносные площади даже в пределах опробованных речных бассейнов, между тем двух тысяч проб вполне было бы достаточно для решения этой задачи на всей площади Томь-Яйского междуречья, при условии равномерного распределения точек опробования.

Геохимической партией проведено районирование Томь-Яйского междуречья по условиям проведения поисковых работ и составлена соответствующая ландшафтно-геохимическая карта масштаба 1:200000. Вся территория района разделена на 2 сегмента, различающихся по характеру геологического строения и комплексам рекомендуемых поисковых методов:

1. Структуры Колывань-Томской зоны, Ташминская синклиналь и Омутнинский горст. Мощность рыхлых отложений здесь колеблется от 0-5 м в долинах до 20-50 м на водоразделах. Для речных долин рекомендуются методы: а) литогеохимический по потокам рассеяния, б) литогеохимические поиски по первичным ореолам (обнажениям в долинах рек и керну скважин), в) шлихоминералогический метод. На склонах применение литогеохимии уже ограничено, рекомендуется шлихоминералогический метод, в сочетании с опробованием первичных ореолов по керну скважин. На водоразделах поиски возможны только по первичным ореолам (по керну скважин) и гидрогеохимическим методом.

2. Яйский горст. Здесь мощность рыхлых отложений достигает 80-100 м, поэтому обнаружение геохимических ореолов возможно только по керну скважин и гидрогеохимическими методами.

В середине 70-х годов М.П.Нагорским изучалось распределение химических элементов в палеогеновых и верхнемеловых отложениях (Нагорский, 1978ф). Эти работы продолжены в 1988-96 годах коллективом ВСЕГЕИ (Шор, 1996ф). По результатам опробования нескольких десятков скважин ими исследовано распределение U, Th, Mo, Ti, Zr, Se, Mn, V, Cu в 5 горизонтах мел-палеогенового возраста ( $P_2 - P_3^{1-2}$ ,  $P_2$ ,  $P_1$ ,  $K_2sn_2(km-m)$ ,  $K_2t-st-km(?)$ ) и составлено 45 соответствующих поэлементных карт масштаба 1:1 000 000 на территорию Томской области. В результате работ известная ранее латеральная геохимическая зональность мел-палеогеновых отложений (Ti - Zr - Fe - Mn с юга на север области) дополнена распределением вышеперечисленных элементов. Рекомендованы площади для постановки среднемасштабных прогнозно-металлогенических исследований в изученных отложениях. По данным опробования лигнитов и железосодержащих пород и руд прогнозируется Обско-Енисейская платиноносная провинция с инфильтрационными платиноидными рудами в зонах окисления. Прогноз этот представляется сильно преувеличенным. Из полутора десятков анализов по различным породам только

в двух пробах из лигнитов содержания платины и платиноидов достигает 10-6 %.  
Для лигнитов это не превышает кларка.

### 1.3.2.2 Метрологическое обеспечение литогеохимических работ

Как отмечалось выше, результаты спектральных анализов, выполненных до 1970 года, современным требованиям не удовлетворяют и для использования в поисковых целях являются некондиционными.

Таблица 1.7– Пределы обнаружения содержаний элементов в породах

Элемент	Среднее содержание (кларк) в глинистых сланцах континентов, % (Справочник..., 1990 г.)	Требования Инструкции..., 1983 года, %	ЦП «Запсибгеология» % (1973-91 г.г.)
Mo	$1 \cdot 10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$
Ag	$1 \cdot 10^{-5}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$
Pb	$2 \cdot 10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-4}$
Cu	$6 \cdot 10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-4}$
Co	$2 \cdot 10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-4}$
Bi	$2.5 \cdot 10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$
Cd	$3 \cdot 10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$
Ge	$2 \cdot 10^{-4}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$
V	$1.2 \cdot 10^{-2}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$
Ga	$3 \cdot 10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$
Be	$3 \cdot 10^{-4}$	$10^{-4}$	$10^{-4}$
Sc	$1.8 \cdot 10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$
Te	$1 \cdot 10^{-6}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$
Cr	$1.1 \cdot 10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$
Ni	$6 \cdot 10^{-3}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$
Sb	$2 \cdot 10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$
W	$2.7 \cdot 10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$
Li	$6 \cdot 10^{-3}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$
Nb	$1.9 \cdot 10^{-3}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$
Ti	$4.68 \cdot 10^{-1}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$
Mn	$7 \cdot 10^{-1}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$
As	$6.6 \cdot 10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$
B	$1 \cdot 10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$
Zr	$1.9 \cdot 10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$
Zn	$9 \cdot 10^{-3}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$
Sr	$2.2 \cdot 10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$
Y	$2.9 \cdot 10^{-3}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$
Ba	$6.4 \cdot 10^{-2}$	$10^{-2}$	$10^{-2}$
P	$6.1 \cdot 10^{-2}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$
Ta	$3 \cdot 10^{-4}$	$10^{-2}$	$10^{-2}$
Sn	$4 \cdot 10^{-4}$	$10^{-4}$	$10^{-4}$
Hf	$6.5 \cdot 10^{-4}$	$10^{-2}$	$10^{-2}$
La	$3.3 \cdot 10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$
Ce	$6.6 \cdot 10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-2}$

Спектральные анализы, выполненные в 1970-76 в неаттестованной лаборатории Томской ГРЭ, также следует признать некондиционными.

Основная масса анализов 1973-91 годов выполнена в ЦЛ ПГО «Запсибгеология» (г.Новокузнецк) со следующими пределами измерений (табл:1.7). На порядок ниже инструктивных требований определены Mo, Ag, Sc, Te, V, Bi, Ge, Cd, As, Sr, Sb, Li. Кроме того, распределение ряда элементов, из-за их низкого кларка, принципиально не может быть оценено с помощью полуколичественного спектрального анализа. К ним относятся Ag, Bi, Cd, Te, Sb, W, Nb, As, Ta, Hf, Ce, Au, Hg. Для таких элементов аномальным является само наличие их в анализах. На Au и Hg геохимической партией выполнены отдельные спектрохимические анализы с чувствительностью  $3 \cdot 10^{-7}$  % в количестве 4800 штук. Таким образом, круг элементов, концентрации которых, по данным массовых спектральных анализов, могут быть использованы для исследования структуры геохимических полей, включает в себя Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, Ba, Ti, Zr, Mn.

Сведений о внутреннем и внешнем контроле анализов в отчетах геохимической партии не приводится.

Геохимические исследования, выполненные для мел-палеогеновых отложений Томской области коллективом ВСЕГЕИ (Шор, 1996ф) отвечают современным требованиям к такого рода работам. Приведенные в отчете данные о внутреннем и внешнем контроле анализов свидетельствуют о достаточно высоком уровне сходимости и воспроизводимости применяемых анализов.

Таким образом, из анализа литогеохимической изученности территории следует, что первоочередной задачей является проведение литогеохимической съемки масштаба 1:200 000 по потокам рассеяния (сеть 2x0.5 км) в Томь-Яйском междуречье, со сгущением до масштаба 1:50 000 (сеть 0.5x0.25 км) в пределах выделенных рудных узлов. С учетом данных по ландшафтно-геохимическому районированию, литогеохимические поиски должны сочетаться с гидрогеохимическими и шлихоминералогическими. Общий объем работ составит 5000 литогеохимических проб, в том числе 2000 проб для съемки

масштаба 1:200 000 и 3000 проб - для геометризации выявляемых рудных полей в масштабе 1:50 000. [36]

#### **1.4 Инженерно-геологическая изученность**

Специальные инженерно-геологические исследования на территории Томской области начались в 1950-х годах. Это были детальные изыскания на площадках строительства различных зданий и сооружений преимущественно на территории г. Томска и прилегающих районов. Изыскания проводились только в пределах сферы взаимодействия проектируемых строительных объектов с геологической средой. Глубина изучения геологического разреза определялась типом и назначением сооружений и, в среднем, равнялась 10-15 м. С 1960 года выполнялись комплексные геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические съемки м-ба 1:25 000 в границах листов номенклатурной разграфки Богашевского, Малиновского, Михайловского и др. участков, прилегающих к г. Томску. В этих работах участвовали сотрудники кафедры гидрогеологии и инженерной геологии ТПИ под руководством Г.А. Сулакшиной. Основная цель выполненных съемок - оценка природных условий нерудных месторождений. Впервые изучались инженерно-геологические особенности покровных лессовых пород как основания для сооружений. В этот период проводится изучение и оценка инженерно-геологических условий г. Томска и прилегающих территорий. При этом решается ряд научно-методических вопросов: выяснение генезиса покровных лессовых пород, их расчленение, классифицирование, определение нормативных показателей свойств, прогноз просадочности, характеристика других генетических комплексов пород, составление инженерно-геологических карт и рекомендации по рациональной застройке.

С 1964 - 1965 гг. на территории Томской области Томская ГРЭ начинает выполнять государственное геологическое картирование масштаба 1: 200 000. По инициативе доцента кафедры гидрогеологии и инженерной геологии ТПИ Г.А. Сулакшиной геологическая съемка м-ба 1:200 000 выполнялась с

элементами инженерно-геологической съемки с целью региональной оценки инженерно-геологических условий Томской области и общего планирования народного хозяйства.

Единых требований, указаний по организации, методике выполнения инженерно-геологических работ при государственных геологических съемках не было. Поэтому первый опыт выполнения такой съемки листа О-44-ХV (Сенькинский участок) позволил сформулировать, реализовать и совершенствовать ряд методических предложений при выполнении государственных геологических съемок на других территориях. В результате геологической съемки листа О-44-ХV были впервые изучены инженерно-геологические особенности разреза четвертичных отложений мощностью 20-30 м, составлены их инженерно-геологическая классификация и инженерно-геологические карты, выполнено обобщение инженерно-геологической информации и рекомендации по использованию территории. Главным итогом явились следующие научно-методические рекомендации:

- схема инженерно-геологического опробования опорных геологических скважин;
- инженерно-геологические критерии для стратиграфического расчленения четвертичных отложений;
- критерии для выделения региональных инженерно-геологических горизонтов пород;
- принципы составления инженерно-геологических карт при геологической съемке.

Государственная геологическая съемка с элементами инженерной геологии выполнялась как групповая на участках: Нюрольском, Чижапском, Александровском, Верхнекетском. Составлены карты инженерно-геологических условий масштаба 1:200 000, инженерно-геологического районирования масштаба 1:500 000, установлены характер и типы изменчивости физико-механических свойств пород по глубине разреза четвертичных отложений и по

площади их распространения, конкретизированы основные положения методики инженерно-геологических работ при геологических съемках. Глубина изучения на этих участках также ограничивается 20-30 м. О кондиционности инженерно-геологических съемок этих участков говорить трудно, но инженерно-геологические карты составлены в соответствии с требованиями «Инструкции СЭВ, М., 1966» к составлению основных унифицированных карт в отношении полноты отображения комплекса характеристик факторов инженерно-геологических условий.

В 1970-х годах выполняются и комплексные геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические съемки по отдельным листам масштаба 1:200 000 и более крупного масштаба (1:100 000, 1:50 000) участков Александровского и Стрежевского, Киреевского, Томь-Яйского, Первомайского, Итатского, Нелюбинского. Инженерно-геологические исследования при этом имеют конкретное целевое назначение - обоснование планирования гражданского, трубопроводного и мелиоративного строительства.

Комплексные геологические, гидрогеологические, инженерно-геологические групповые съемки масштаба 1:200 000 выполнены для юго-восточной части Томской области - участков Обского (1979г) Парабель-Парбигского (1986 г), Шегарского (1992 г). Объемы работ, методы и глубинность съемки определены преимущественно с учетом накопленного опыта выполнения съемок в регионе и согласно "Методического руководства по гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям для мелиоративного строительства" (1972) и "Методического руководства по инженерно-геологической съемке масштаба 1:200 000" (М., ВСЕГИНГЕО, 1978). В результате - увеличивается глубина изучения инженерно-геологических условий (до 50 м и более), набор и детальность изучения показателей физических, водных, механических свойств горных пород, дается прогноз изменения инженерно-геологических условий на основе изучения изменения условий за период эксплуатации мелиоративных объектов и лабораторного моделирования.

Инженерно-геологические условия в масштабе 1:500 000 изучались при групповой геологической съемке масштаба 1:200 000 Тегульдетской площади (1983). Кроме того, выполнены и выполняются детальные инженерно-геологические изыскания на площадках строительства различных сооружений по территории всей области.

В результате приведенного краткого обзора и анализа выполненных инженерно-геологических исследований сделаны следующие выводы:

1. В инженерно-геологическом отношении геологическая среда Томской области изучена весьма неравномерно. В данном случае под геологической средой по определению Сергеева Е.М. понимается "любые горные породы и почвы, слагающие верхнюю часть литосферы, которые рассматриваются как многокомпонентные системы, находящиеся под воздействием инженерно-хозяйственной деятельности человека, в результате чего происходит изменение природных геологических процессов и возникновение новых, антропогенных процессов, изменяющих природные условия территории".

2. Установлено, что в настоящее время в результате массового наземного строительства неглубокого заложения и преобладающих (в том числе и в Томской области) видов инженерно-хозяйственной деятельности человека такие изменения происходят на глубину 30-50м.

Недостатки инженерно-геологического изучения отмечаются в следующем:

1. Практически неизученной является северная часть территории, составляющая значительную правобережную площадь. Здесь проводится небольшой объем изысканий на участках застройки зданиями и сооружениями при отсутствии региональной основы.

2. Почти вся территория левобережья области и южная половина правобережья, покрытая государственными съемками изучена неравномерно. Это проявляется в объемах выполненных работ и глубине изучения геологической среды на разных участках.

3. Существенным недостатком в изучении наиболее детально изученной южной части области (территория г. Томска и прилегающие районы) является несоблюдение последовательности этапов инженерно-геологического изучения территорий. Здесь за продолжительный период исследований (40 лет) были проведены разномасштабные инженерно-геологические работы (детальная инженерно-геологическая разведка, инженерно-геологические съемки масштабов 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000), но среднемасштабные исследования выполнялись после крупномасштабных, а детальные изыскания проектировались и выполнялись, в основном, при отсутствии инженерно-геологической основы более ранних этапов исследований. Кроме того, не выполнялась инженерно-геологическая съемка территории г. Томска в масштабах для целей стадии предпроектной документации (1:50 000, 1:25 000, 1:10 000), в связи с чем отсутствует инженерно-геологическая основа для решения важных вопросов планирования застройки, защитных мероприятий и проектирования детальных инженерных изысканий.

4. Различная степень изученности стратиграфо-генетических комплексов пород, слагающих разрез геологической среды как в отношении равномерности изучения каждого по площади их распространения, так и объема инженерно-геологической информации о каждом комплексе пород. Это объясняется разномасштабностью исследований и отсутствием четкой, общепринятой геологической основы для инженерно-геологических исследований - стратиграфической схемы расчленения неоген-четвертичных отложений территории области. Это же затрудняло сопоставление разрезов на разных участках и привело к выделению новых местных свит (например, кельватская).

5. Отсутствует региональная инженерно-геологическая классификация категорий пород разреза геологической среды и их характеристика.

Многие вопросы оценки инженерно-геологических условий территории решены в тематических и диссертационных работах. В диссертационных работах решены следующие научно-методические и практические вопросы инженерно-геологической оценки территории:

1. Установлены характер и типы изменчивости геологических параметров пород разных стратиграфо-генетических комплексов.

2. Выполнена инженерно-геологическая типизация и районирование территории для целей массового наземного строительства и составлен прогноз изменения инженерно-геологических условий.

3. Предложены инженерно-геологические критерии для стратиграфо-генетического расчленения неоген-четвертичных отложений.

4. Разработаны рекомендации по инженерно-геологическому опробованию горных пород при государственных геологических съемках (интервалы и содержание опробование) и составлению инженерно-геологических карт. Перечисленные вопросы разработаны в диссертационных работах Сулакшиной Г.А., Цоцур Е.С., Емельяновой Т.Я. (для левобережной территории Томской области), Коломенской В.Н. (юго-восточной правобережной части), Рождественской Л.А., Крепши Н.В. (г. Томск), Льготина В.А. (вся Томская область).

Сводная тематическая работа с целью характеристики инженерно-геологических условий юго-восточной части Томской области выполнена ТГРЭ с участием сотрудников кафедры гидрогеологии ТПУ в 1971 г. В этой работе проведены обобщение, анализ, увязка разномасштабной инженерно-геологической информации, выделены основные стратиграфо-генетические комплексы пород с инженерно-геологической характеристикой, выполнено инженерно-геологическое районирование территории с целью планирования строительства промышленных и гражданских комплексов.

В последние годы ТГРЭ, а затем "Томскгеомониторинг" систематически проводят изучение современных геологических процессов и явлений, с целью выяснения причин, факторов, пространственных и временных закономерностей развития в естественных условиях и под воздействием техногенеза.

Основные особенности инженерно-геологических условий территории следующие:

1. Районы области характеризуются различными инженерно-геологическими условиями в зависимости от их геологического строения и современных зональных особенностей

2. Разрез геологической среды весьма неоднороден и представлен различными генетическими типами пород разных стратиграфических подразделений (табл. 1.8). Расчленение геологического разреза выполнялось в разные годы разными авторами, поэтому существуют расхождения в отношении возрастной привязки и определения генезиса пород одной и той же свиты или горизонта и названий стратиграфо-генетических комплексов (свита, горизонт).

По строению разреза, составу, состоянию, физико-механическим свойствам пород, их обводненности, приуроченности к ним тех или иных типов современных геологических процессов и по степени устойчивости геологической среды к техногенному воздействию и характеру изменений территорию Томской области предварительно, на региональном уровне, можно разделить на следующие части с разными типами геологической среды:

1. Долины рек Оби, Томи, Чулыма и их крупных притоков с комплексом верхнечетвертичных-современных аллювиальных отложений. Характерно чередование по площади и в разрезе разных инженерно-геологических типов, видов и разновидностей песчано-глинистых и гравийно-галечниковых пород разных фаций с активно протекающими современными процессами литогенеза. Здесь наиболее активно развивается определенный комплекс геологических процессов как эрозия, оползнеобразование, оврагообразование, суффозия, заболачивание. Геологическая среда, в целом, обладает здесь самой низкой степенью устойчивости к хозяйственной деятельности человека.

2. Южная часть (внеледниковая палеогеографическая область). Разрез геологической среды представлен песчано-глинистыми отложениями более древнего неоген - нижне - среднечетвертичного возраста и более литифицированными породами. Отмечена меньшая фациальная изменчивость и более однородный состав отложений. Доминирует оврагообразование. Степень

устойчивости геологической среды здесь, в целом, выше, чем для ранее охарактеризованной части.

3. Центральная и северная часть (приледниковая и ледниковая области). Разрез геологической среды представлен преимущественно среднечетвертичными отложениями, характерна их фациальная изменчивость. Активно протекают процессы болотообразования и облессования пород. Отличается состав пород в левобережной и правобережной части к р. Оби. Для отложений правобережной части характерно значительное опесчанивание, что обусловлено характером сноса материала с Приенисейских возвышенностей и моренных гряд Сибирских увалов. Для этой части территории характерны наибольшая неоднородность геологической среды по устойчивости к техногенному воздействию. Эта часть территории менее изучена в инженерно-геологическом отношении [40].

Необходима детализация типизации геологической среды в связи с различиями неотектонического режима и строения, геоморфологическими особенностями, фациальной изменчивостью, проявлением эпигенетических процессов.

Приведенный обзор съемочных и научно-исследовательских инженерно-геологических работ, их анализ позволяет предложить следующие направления инженерно-геологического изучения территории Томской области:

1. Обобщение, увязка разномасштабной, разнохарактерной и разной степени кондиционности инженерно-геологической информации по отдельным районам, составление инженерно-геологической стратиграфической колонки и инженерно-геологической характеристики стратиграфо-генетических комплексов на основе новой стратиграфической схемы расчленения и карты неоген-четвертичных отложений территории Томской области.

2. Создание банка данных по результатам инженерно-геологического изучения территории и составление региональной инженерно-геологической классификации горных пород. База данных может служить не только основой

систематизации, накопления и обработки фактического материала, но и создания в дальнейшем электронных цифровых карт и блока аналитического программного обеспечения.

3. Составление на этой основе карты инженерно-геологических условий масштаба 1:500 000 территории области, совмещенной с оценочным районированием по степени инженерно-геологической изученности.

4. Выполнение государственной инженерно-геологической съемки масштаба 1:200 000 с элементами геоэкологического картирования территории листов О-45-ХІХ, ХХ, ХХV, где инженерно-геологическая съемка не выполнялась. Это дополнит инженерно-геологическую характеристику южной части Томской области, для которой характерна наибольшая техногенная нагрузка, изменение геологической среды и послужит основой выполнения мероприятий по ее охране и рациональному использованию.

5. Выполнение инженерно-геологического регионального районирования по степени устойчивости геологической среды к преобладающим видам техногенного воздействия. В настоящее время имеются карты видов техногенной нагрузки на отдельные участки территории, классификации источников и видов нагрузки, разрабатываются принципы и критерии такого вида районирования геологической среды.

Полученная в результате этих работ информация, прежде всего, должна служить для определения необходимости и объема инженерно-геологического доизучения территории; основой для проектирования и организации эколого-геологической съемки и картографирования государственного масштаба с целью выявления направленности, характера и степени изменения геологической среды на участках наиболее интенсивной техногенной нагрузки; основой постановки стационарных исследований в системе геомониторинга и проектирования инженерно-геологических специализированных крупномасштабных изысканий.

Таблица 1.8 – Сводная таблица стратиграфо-генетических комплексов горных пород геологической среды Томской области, выделенных и изученных при инженерно-геологических исследованиях (1964-1992 гг.)

Система (период)	Отдел (эпоха)	Звено	Горизонт	Свита	Индексы генетических типов пород и стратиграфических подразделений палеогеографические зоны		
					внеледниковая	приледниковая	ледниковая
1	2	3	4	5	6	7	8
Четвер- тичная Q		IV- Современное			b, lb IV; a IV; dIV(поймен.)	bIV; aIV; VIIV	aIV
		III- Верхнее		Пайдугинская (aII-III)	Sa III - IV; VIII - IV; lbIII - IV		lbIII - IV
					VIII; aIII <sup>1</sup> ; aIII <sup>2</sup> ; aIII <sup>3</sup> ; dIII <sup>3</sup> ; dIII <sup>2-3</sup> , aIII <sup>2-3</sup>	dpIII; aIII <sup>2</sup> ; aIII <sup>3</sup> ; aIII <sup>4</sup> ;	aIII <sup>1</sup> ; aIII <sup>2</sup> ; aIII <sup>2-3</sup> ; aIII <sup>3</sup> ;
					edII-III; dII-III; eII-III; aII - III	aII-III; fII-III	
		II- Среднее	Ширгинский и тазовский самаровский, тобольский, тайгинский	самаровская ярская тобольская тайгинская тайгинская	la; al II S + tz la, al II Sm a, al II tb laIItg	la II S+ tz l, la, a, f II Sm a, al II tb	lg II S + tz g,fg IISm a II tb
					I- Нижнее	доледниковый	федосовская кельватская чичагская демьянская кочковская
I cc l I dm I ag	al I kl l I dm a I ag						
la, lb, al, l - al N <sub>2</sub> - Q <sub>1</sub> kc							
Неогеновая	плиоцен			смирновская кочковская	la N <sub>2</sub> - Q <sub>1</sub> Smr al, la N <sub>2</sub> kc		
	миоцен			абросимовская	N <sub>1</sub> ab		
Палеогеновая	олигоцен			лагернотомская новомихайловская	P <sub>3</sub> lg, lt lb, ab, al P <sub>3</sub> nm		P <sub>3</sub> nm

## 1.5 Выводы и рекомендации

Проведенный анализ изученности области показал, что в процессе многолетних геологических исследований накоплен огромный фактический материал. Он характеризуется разной степенью детальности, качеством, но, к сожалению, не отвечает современным требованиям. Для создания надежной геологической основы прогнозирования полезных ископаемых необходимо сосредоточить усилия геологической общественности на 3-х основных блоках проблем:

1. Создание пакета карт Томской области масштаба 1:500 000: геологической, гидрогеологической, инженерно-геологической и прогнозно-металлогенической. Они должны базироваться на материалах, проведенных ГСР-200, последних геофизических работах масштаба 1:50 000 - 1:200 000, обобщающих тематических исследованиях по отдельным вопросам геологии и минерагении области.

В качестве отдельных этапов в выполнении этих работ необходимо выделить:

а) обобщение и анализ результатов геофизических исследований и составление сводных геофизических карт области масштаба 1:500 000;

б) систематизация всей геологической, гидрогеологической информации, полученной по результатам колонкового бурения;

в) подготовка к изданию и издание геологических карт масштаба 1:200 000 по освоенным районам;

г) проведение тематических исследований по отдельным нерешенным вопросам геологии, гидрогеологии, инженерной геологии;

д) построение геологической, гидрогеологической, инженерно-геологической карт области;

е) металлогеническое районирование области на основе полученных геологических материалов и подсчет прогнозных ресурсов железа, титана, циркония, марганца, бурого угля для выделенных минерагенических площадей;

ж) построение прогнозно-металлогенической карты области.

2. Создание пакета карт масштаба 1:200 000 по отдельным экономически освоенным районам области: геологических, гидрогеологических, инженерно-геологических, геоэкологических, прогнозно-металлогенических. Они должны основываться как на существующей информации (для нефтегазоносных районов), так и на базе проведения ГДП - 200 (Томский экономический район). Создание пакета среднемасштабных карт должно выполняться с соблюдением аналогичной этапности работ.

3. Создание пакета геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, инженерно-геологических, геоэкологических карт и карт полезных ископаемых и прогноза масштаба 1:50 000 по Томскому рудному району (Томский выступ) на основе проведения ГДП - 50. Выполнение ГДП - 50 должно проводиться с обязательным соблюдением необходимых этапов работ, с опережающими геофизическими и геохимическими исследованиями.

Для решения поставленных блоков геологических проблем необходимо осуществлять финансирование не отдельных мелких тем и проектов, а именно этих крупных проектов в целом, ориентируясь на создание временных творческих геологических коллективов из высококвалифицированных специалистов различной ведомственной подчиненности (ТГРЭ, ТПУ, ТГУ и т.д.) [19].

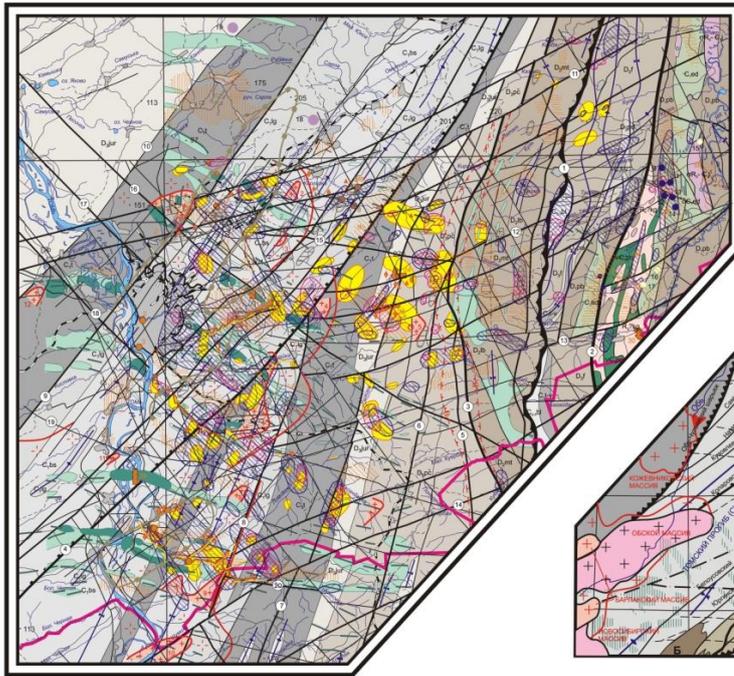
## **2 ГЕОЛОГИЯ И ОРУДЕНЕНИЕ ТАШМИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА**

Известные проявления цинка Томской области сосредоточены в основном в пределах Ташминского полиметаллическом рудного узла (Рис. 2.2), располагающегося на восточном фланге Томского рудного района (Рис. 2.1). Кроме того, полиметаллическая минерализация, представленная минералами свинца, цинка, меди и соответствующими им геохимическими ореолами, широко проявлены в других рудных узлах района.

**Ташминский полиметаллический рудный узел** располагается в зоне сочленения структур Кузнецкого Алатау и Колывань-Томской складчатой зоны (Рис. 2.1). В его геологическом строении принимают участие породы всех выделяемых в районе структурно-фациальных зон и подзон от мраморов и амфиболитов рифея до терригенных отложений нижнебалахонской серии верхнего карбона. Рудный узел располагается во фронтальной и прифронтальной частях Томского шарьяжа. Восточной границей узла является зона субмеридиональных разломов, контролирующих протрузии гипербазитов, западной границей служит Урбейский разлом. На севере рудный узел ограничен диагональными разломами Киргизской системы, а на юге - Омутнинскими разломами. Основной рудоконтролирующей структурой узла является диагональная Щербакская зона разломов восток-северо-восточного простирания. К структурным узлам, образованным этой диагональной зоной с продольными субмеридиональными разломами, приурочены основные лито- и гидрогеохимические аномалии узла, а также известные рудопроявления полиметаллов. По комплексу поисковых признаков в рудном узле выделяется 5 потенциальных рудных полей: Турунтаевское, Киргислинское, Леспромхозовское, Барнашовское и Кульское. Они имеют линейную форму, обусловленную приуроченностью к зонам субмеридиональных разломов, поэтому в дальнейшем называются потенциальными рудными зонами [27].

**СХЕМАТИЧЕСКАЯ  
ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ  
КАРТА ТОМСКОГО РУДНОГО РАЙОНА  
МАСШТАБ 1:200 000**

Составили Н.Ю. Ахмадзин, В.Г. Ворошилов, А.И. Еремеев, Ю.Г. Копылова,  
Г.Г. Номоконова, А.Ф. Рубцов, Е.И. Черныяев, Е.В. Черныев



**ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ СХЕМА  
КОЛЫВАНЬ-ТОМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ**  
Масштаб 1:1000000

- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**
- Колывань-Томская складчатая зона:**
- I Томская подзона. Территории прибрежно-морские и палео-континентальные. Фаза Томского прогиба
  - II Зауральско-Байкальская подзона. Вулканические, карбонатно-терригенные прибрежно-морские фазы. Подзона Байкальская (Б), Митрофановская (М), Самуиловская (С)
  - III Кузнецко-Алтауская складчатая зона:
  - IV Западная подзона. Карбонатно-терригенные прибрежно-морские, терригенные палео-континентальные фазы Таскинского прогиба
  - V Западная подзона. Карбонатно-терригенные прибрежно-морские, палео-континентальные фазы Томского прогиба
  - VI Мельно-Колыванская складчатая зона.
- Магматические образования**
- Кузнецкий митрофановский свиты (D<sub>mt</sub>)
  - гранитоиды Новообдорского комплекса (Г<sub>н</sub>)
  - гранитоиды Барлаковского комплекса (Г<sub>б</sub>)
  - мраморы
  - некоторые предполагаемые по геофизическим данным:
  - а) фронтальные части; б) выступы
  - в) пределы распространения дельтовского комплекса (Г<sub>д</sub>)
  - х) оси основных складчатых структур

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

<b>СТРАТИФИЦИРОВАННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ</b>		<b>РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ</b>	
<b>Колывань-Томская зона</b>		<b>Продольные разломы ранне- и позднекладчатого структурных парагенезисов</b>	
C <sub>1</sub> bs	Басандайская толща. Песчаники, алевролиты, прослои глинисто-углистых сланцев, углей	Разломы 1 порядка	
C <sub>1</sub> lg	Лагернодская толща. Сланцы углито-глинистые, прослои алевролитов, песчаников	Томский шарьяж (1)	
C <sub>1</sub> t	Турнейский ярус. Сланцы глинистые, известняки песчанистые, алевролиты	Кузнецко-Алтаусский разлом (2)	
D <sub>1</sub> jur	Юргинская свита. Песчаники, сланцы, прослои алевролитов	Разломы 2 порядка	
D <sub>1</sub> pc	Панинская свита. Сланцы глинистые с прослоями песчанников, известняков, мергелей	Урбейский (3)	
D <sub>1</sub> lb	Лебедянская свита. Известняки, песчаники, алевролиты, прослои базальтов и их туфов	Разломы 3 порядка	
D <sub>1</sub> mt	Митрофановская свита. Базальты, риодациты, риолиты-лавы и туфы	Копаровский надвиг (4)	
C <sub>2</sub> bi	Нижнебайкальская подсерия. Песчаники, алевролиты, аргиллиты, прослои углей	Разломы 4 порядка	
C <sub>1</sub> lv	Мозжухинская серия. Песчаники, алевролиты, известняки, мергели	Тайгинский (5)	
D <sub>1</sub> pd	Подонинская свита. Красноцветные песчаники, алевролиты, аргиллиты	Тогучинский (6)	
D <sub>1</sub> f	Франский ярус. Известняки, прослои мергелей, алевролитов	Юргинский (7)	
D <sub>1</sub> pb	Палатинско-белоосиновская свита. Трахибазальты, трахириодациты-лавы, туфы	Белоусовский (8)	
Є, ed	Едиинская свита. Андезиты, базальты, дациты, их туфы, туфосадки	Кузовлевский (9)	
R <sub>1</sub> 7kg	Киргислинский метаморфический комплекс. Амфиболиты, мраморы	Наумовский (10)	
		прочие разрывные нарушения	
		геологические границы	
		граница области	
		<b>ОСИ ОСНОВНЫХ СКЛАДЧАТЫХ СТРУКТУР</b>	
		антиклинальных	
		синклинальных	
		<b>ГРАНИЦА ЗОНЫ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД</b>	
		эпидот-амфиболитовой фации	

<b>СТРАТИФИЦИРОВАННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ</b>	
<b>Кузнецко-Алтауская зона</b>	
C <sub>2</sub> bi	Нижнебайкальская подсерия. Песчаники, алевролиты, аргиллиты, прослои углей
C <sub>1</sub> lv	Мозжухинская серия. Песчаники, алевролиты, известняки, мергели
D <sub>1</sub> pd	Подонинская свита. Красноцветные песчаники, алевролиты, аргиллиты
D <sub>1</sub> f	Франский ярус. Известняки, прослои мергелей, алевролитов
D <sub>1</sub> pb	Палатинско-белоосиновская свита. Трахибазальты, трахириодациты-лавы, туфы
Є, ed	Едиинская свита. Андезиты, базальты, дациты, их туфы, туфосадки
R <sub>1</sub> 7kg	Киргислинский метаморфический комплекс. Амфиболиты, мраморы

<b>МАГМАТИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ КОЛЫВАНЬ-ТОМСКОЙ ЗОНЫ</b>	
<b>Томский прогиб</b>	
a	Томский гранитоидный массив Барлаковского комплекса (Г <sub>т</sub> , Г <sub>б</sub> ), выделяемый по геофизическим данным
а) б)	а) фронтальные части; б) выступы
	1-Северный, 2-Киргизский, 3-Ворошиловский, 4-Малоушайский, 5-Сухореченский, 6-Богашевский, 7-Верхнебасандайский, 8-Белоусовский, 9-Тугояковский, 10-Сосновский, 11-Барабинский, 12-Зоркальцевский
	участки базификации в надвигной зоне Томского массива, выделяемые по геофизическим данным (положительные гравитационные аномалии)
а б	дайкиовые пояса доперитов Томского комплекса (Д <sub>т</sub> , т), преобразованные в магнетит-биотит-микрорлиновые метасоматиты во фронтальной части гранитоидного массива, выделенные по геофизическим данным: а) слабомагнитные; б) сильномагнитные
	1-Самуиловский, 2-Киргизский, 3-Корниловский, 4-Ушайский, 5-Басандайский, 6-Айдаковский, 7-Тугояковский
а б	дайкиовые тела установленные и предполагаемые по геофизическим данным: а) оси сближенных дайковых тел; б) отдельные дайковые тела
<b>Омутнинское поднятие</b>	
	субвулканические тела митрофановской свиты (D <sub>mt</sub> ), предполагаемые по геофизическим данным
<b>МАГМАТИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ КУЗНЕЦКО-АЛТАУССКОЙ ЗОНЫ</b>	
	Почитанский габбро-норитовый комплекс (VС, рс). Новорожественский ареал
	Едиинский габбасильный микродиоритовый комплекс (Г <sub>д</sub> , ed). Барнашовский ареал
	Яйский гипербазитовый комплекс (σR <sub>1</sub> -C <sub>1</sub> )

**Рисунок 2.1 – Схематическая прогнозно-металлогеническая карта Томского рудного района, масштаб 1:200 000 (Черныяев и др., 1997)**



простирается на 12 км при ширине 1-2 км и вскрыта скважинами на глубину до 500 м. По комплексу геофизических и геохимических признаков протяженность рудной зоны составляет около 40 км от р. Латат на севере до устья р. Омутной на юге. Рудная зона приурочена к крутопадающим разрывным нарушениям субмеридионального (Кузнецко-Алатаусского) направления. В наиболее богатой части минерализация приурочена к зоне контакта между черными филлитовидными сланцами и андезибазальтами единисской свиты (рис.2.2).

По геофизическим данным, рудная зона располагается на южном фланге отрицательной магнитной аномалии, интерпретируемой как область интенсивного изменения пород. В геофизических полях масштаба 1:10 000 отчетливо отражается интенсивность гидротермальных изменений пород и характер полиметаллической минерализации. По физико-геологическим особенностям выделяются три участка. Центральный участок характеризуется наиболее интенсивными и локально проявленными гидротермальными изменениями пород. Полиметаллическая цинковая минерализация локализована на границе магнитного локального минимума с внутренней стороны. Прифронтальный участок характеризуется умеренными гидротермальными изменениями пород, рассеянной преимущественно пирит-халькопиритовой минерализацией. Пониженное магнитное поле и локальные повышения поляризуемости фиксируют рассеянную сульфидную минерализацию. Фронтальный участок характеризуется локальными повышениями магнитного поля и малоамплитудными повышениями поляризуемости, отражающими выклинивание рассеянной сульфидной минерализации. Судя по физико-геологической обстановке, возможно продолжение (с перерывом в границах интенсивной отрицательной магнитной аномалии) Турунтаевской полиметаллической зоны в северной части блока вдоль регионального субмеридионального нарушения [42].

В геохимическом поле Турунтаевская зона фиксируется субмеридиональной аномалией Zn, Cu, Pb, которая прослеживается как в

кембрийских, так и в девонских отложениях (рис. 2.1). На участках наиболее интенсивной минерализации геохимические ореолы имеют более комплексный характер и к перечисленным элементам добавляются Hg, Sb, Ag, Bi, Ti, Zr, Mo. Эти участки приурочены к пересечению субмеридиональной аномальной зоны с субширотными разрывами, которые фиксируются гидрогеохимическими ореолами и потоками Hg. В поперечном сечении геохимические ореолы имеют зональное строение. Рудные интервалы характеризуются наиболее высокими содержаниями Zn, Hg, Sb. В околорудном пространстве концентрируются Cu, Ba, Ti, Zr, Bi. Параллельные основному рудному телу мелкие зоны метасоматитов с невысокими содержаниями цинка имеют тот же характер зональности и прослеживаются как в кембрийских вулканитах, так и в терригенных отложениях красногорской свиты нижнего девона (рис. 2.1). В последнем случае особенно характерны интенсивные надрудные ореолы бария, в целом широко развитые в восточном, висячем боку Турунтаевской зоны [25].

Вторичные и гидрогеохимические ореолы рассеяния элементов в пределах Турунтаевской зоны не изучались.

В результате проведения поисковых работ в рудной зоне выявлено 3 участка: Центральный, Искринский, Восточный.

На *Центральном* участке проведены поисково-оценочные работы, запасы цинка оценены в 559 тыс.т. до глубины 500 м (Рубцов, 1983ф). Проявление представляет собой крутопадающий линейный штокверк с размерами выхода на поверхности фундамента 850x85 м. По геохимическим данным, продуктивная зона имеет падение на восток-северо-восток под углами 45-60° (рис. 2.3, 2.4) [28].

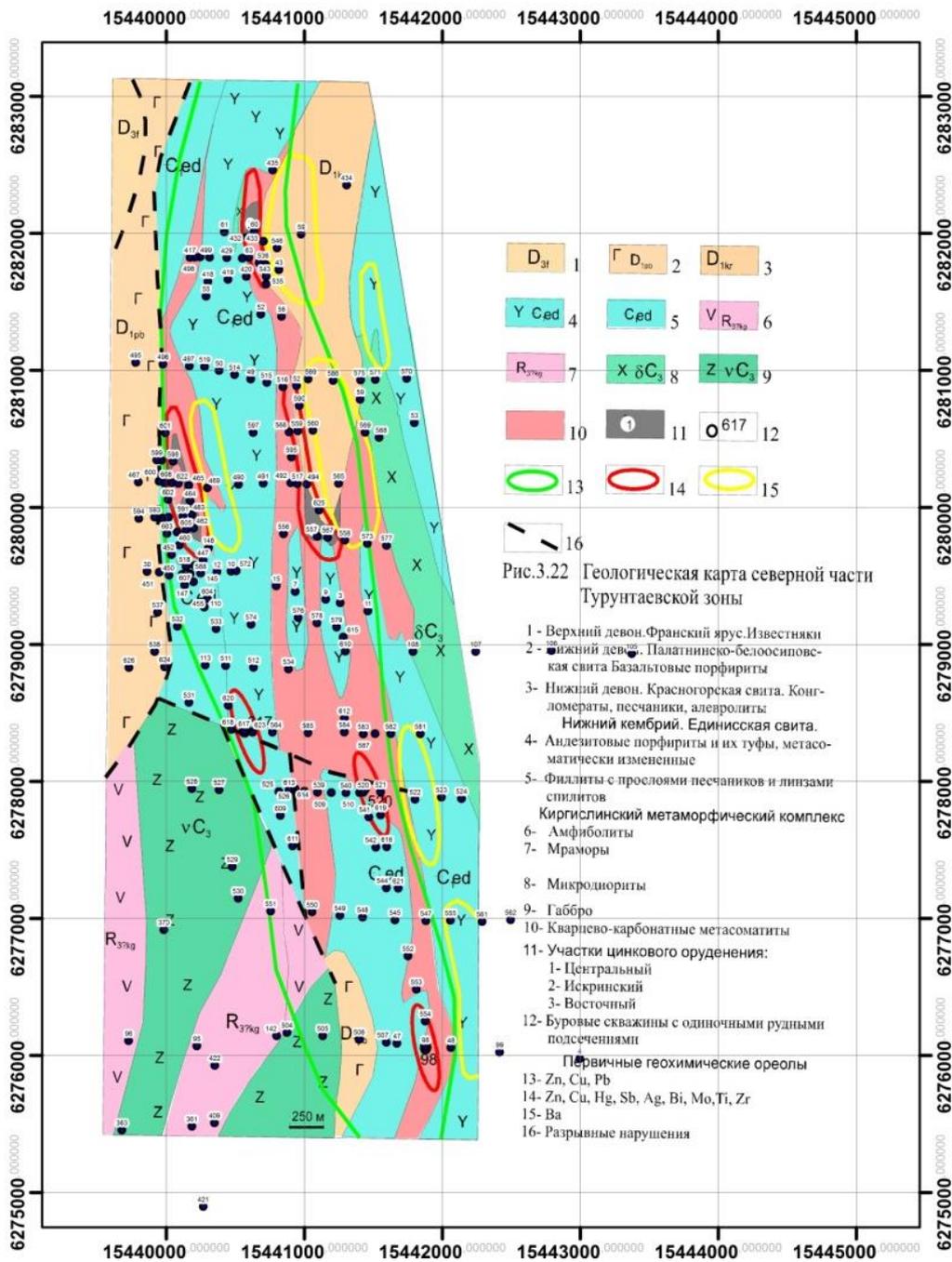


Рисунок 2.3 – Геологическая карта центральной части Турунтаевской рудоносной зоны, совмещенная с картой полезных ископаемых и элементами буровой изученности (Черняев, 1997 с дополнениями), масштаб 1:25 000

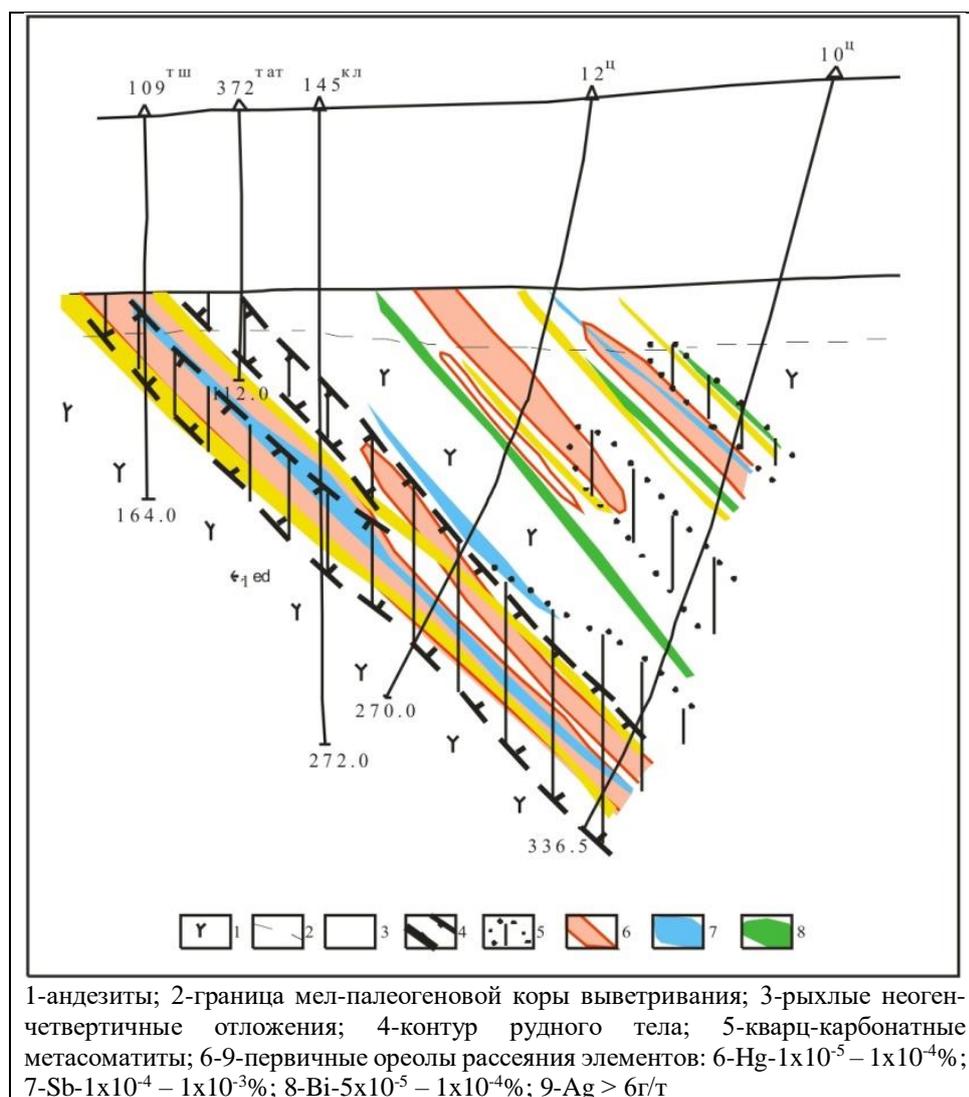


Рисунок 2.4 – Геолого-геохимический разрез через Центральное рудопроявление Турунтаевской цинковой зоны

Мощность перекрывающих оруденение рыхлых отложений составляет 70-80м. Продуктивная толща представлена гидротермально измененными вулканитами основного-среднего состава, инъецированными силло-образными дайковыми телами микродиоритов, также подвергшихся изменению. Метасоматоз выражается в окварцевании, карбонатизации, серицитизации. Интенсивность изменений высокая, вплоть до образования кварцево-карбонатных метасоматитов, в которых исходная порода уже не распознается. Мощность околорудных метасоматитов составляет десятки метров. Метасоматиты разделяются на дорудные кварцево-серицитовые и околорудные

существенно карбонатные. Вблизи рудных тел метасоматиты обогащены Ca, Mg, сульфидами и обеднены Si и Al. Минерализация в метасоматитах представлена рассеянной вкрапленностью сфалерита, пирита, халькопирита. Под микроскопом в рудах, помимо сульфидов, отмечалось золото. В частности, в сфалерите из скважины 43 на глубине 248 м обнаружено зерно золота округлой формы и размером 0.008 мм (Удодов, Паршин, Левашов и др., 1971). Содержание золота в метасоматитах составляет **0.4 г/т** (Рубцов, 1967ф). В основном руды мономинеральные сфалеритовые, прожилково-вкрапленные. Видимая мощность рудных пересечений по скважинам составляет от 1 до 10 м при содержаниях цинка от 1.55% до 21.9% (в среднем 4.21%) (табл. 2.1).

Химический состав руд: SiO<sub>2</sub>-14,3%, TiO<sub>2</sub>-0,1%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-2,19%, CaO-23,0%, MgO-7,5%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-11,3%, FeO-0,35%, Fe (валовое) -9,01%, K<sub>2</sub>O-0,37%, Na<sub>2</sub>O-0,22%, Cu-0,007%, Zn-3,22%, S-1,6%, Ni-0,005%, Co-0,004%, Cd-0,0131%, As-0,007%, In,г/т-0,15, Se-0,0, Te-0,8 г/т, Ga-7,0 г/т, Ba-0,1%, F-0,024%, Hg-0,002%, Bi-9,0 г/т.

Химический состав метасоматитов: SiO<sub>2</sub>-20,4%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-3%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-2,2%, FeO-9%, CaO-23,3%, MgO-15%, SO<sub>3</sub>-5,5%, Na<sub>2</sub>O-3,2%, K<sub>2</sub>O-0,8%, п.п.п.-16%, H<sub>2</sub>O-0,05%, TiO<sub>2</sub>-0,3%, MnO-0,3%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0,1%.

Таблица 2.1– Результаты химических анализов руд Центрального участка (Полевская лаборатория УПГО «Уралгеология», анализ групповых проб)

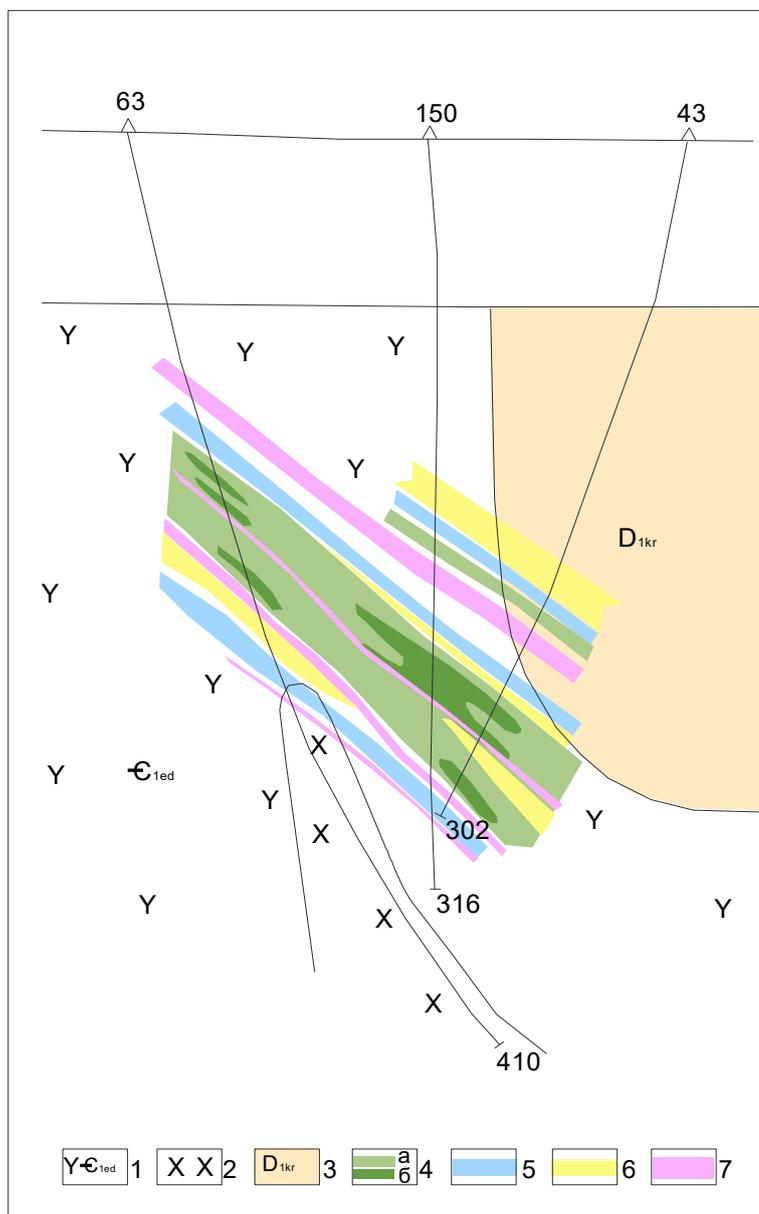
№ скв.	Глубина в м.		Мощн.,м.	Содержание		
	от	до		Zn, %	Cd, %	Ag, %
146	137	138	1	2,17	0,01	н.о.
-	158	163	5	3,57	0,01	н.о.
-	168	169,8	1,3	7,42	0,01	н.о.
-	198	203	5	2,08	0,015	н.о.
-	208,5	212	3,5	2,67	0,02	7,8
147	162	164,5	2,5	5,34	0,06	25,5
-	165,6	168	2,4	4,51	0,06	28,9
-	193,5	194,5	1,0	2,0	0,05	20,4
-	196	196,7	0,7	5,66	0,06	20,6
149	100,6	104	3,5	2,65	0,02	н.о.
-	125	130,5	5,6	21,90	0,096	68,8

## Продолжение таблицы 2.1

№ скв.	Глубина в м.		Мощн.,м.	Содержание		
	от	до		Zn, %	Cd, %	Ag, %
518	109	116,1	7,1	4,46	0,31	29,3
-	122	123,2	1,2	6,25	0,04	31,1
-	124	125	1,0	10,0	0,09	95,9
518	169,5	173	3,5	4,68	0,05	77,4
-	190	194	4	4,48	0,036	17,7
-	197	199	2	7,08	0,06	34
-	274,5	279,3	4,8	3,67	0,03	33,2
-	305,6	311	5,4	3,69	0,02	25,5
588	205	206	1,0	6,25	0,056	10
-	208	214	6,0	2,70	0,015	9
-	216	218	2,0	1,75	0,012	9
592	114	118,4	4,4	1,97	0,013	4
-	122,5	125	2,5	1,55	0,011	н.о.
-	129	130	1,0	2,58	0,02	3
-	135,7	138	2,3	3,95	0,029	16
-	141,3	144,4	3,1	2,17	0,018	н.о.

Технологические исследования руд были проведены в лаборатории обогащения руд ПГО «Уралгеология» в 1982 г. В пробе весом 65,8 кг из керна скв. №№ 146 и 518 установлены Zn -3,22%, S-1,6%, CaO-23%, SiO<sub>2</sub> - 14,3%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-11,3%. Основной рудный минерал - сфалерит (5%), его размеры - 0.001-4мм. Обогащаемость руды изучалась с помощью метода флотации. Получены кондиционные по содержанию Zn и примесям промышленные концентраты, отвечающие требованиям ГОСТа 48-31-72. В результате флотации с тремя перемывками получен концентрат с содержанием Zn 52,16% при извлечении его 90,13%, соответствующий техническим требованиям к цинковому концентрату марки КЦ-3 (цинка не менее 50%). В результате флотации с четырьмя перемывками получен концентрат с содержанием Zn 58,91% при извлечении его 87,94%, что соответствует техническим требованиям к цинковому концентрату марки КЦ-1 (Zn не менее 56%). Наличие тонковкрапленного сфалерита делает необходимым перед флотацией для его высвобождения весьма тонкое измельчение руды. Повышенное содержание карбонатов в хвостах флотации (более 75%) делает их перспективной добавкой в известняковую муку (ГОСТ 140050-78), получаемую из карбонатных пород, применяемую в сельском

хозяйстве для известкования кислых почв. Выход хвостов флотации составляет более 86% поступающей на обогащение исходной руды [29].



1-андезиты карбонатизированные, окварцованные, серицитизированные; 2-микродиориты; 3-красногорская свита: алевролиты, конгломераты, песчаники. Ореолы рассеяния: 4-Zn (а-0.02-0.1%, б-0.1-10.29%); 5-Cu 0.02-0.05%; 6-Ba>0.07%; 7- Zr 0.07-0.2, Ti 0.7-1%

Рисунок 2.5 – Строение первичных геохимических ореолов на Искринском проявлении цинка (по материалам Рубцова А.Ф., Бердникова А.П., 1983) [29]

На *Искринском участке* тремя скважинами, расположенными на одном профиле, вскрыто 7 рудных подсечений, увязывающихся в минерализованную зону, падающую на ВСВ под углом  $45^{\circ}$  (рис. 2.5).

Характер метасоматоза и оруденения на участке аналогичен Центральному. По простиранию рудные тела не прослежены. В скважине 150 на этом участке сфалерит находится совместно с галенитом, что является редким случаем для зоны. Руды, в основном бедные (табл. 2.2). По участку определены прогнозные ресурсы категории  $P_2$  в объеме 32.75 тыс.т условного цинка (Рубцов, 1981ф) Перспективы участка могут быть установлены только после прослеживания рудных тел по простиранию и на глубину.

На *Восточном участке* продуктивная толща метасоматитов представлена барит-кварц-карбонатными разновидностями с прожилково-вкрапленной минерализацией сфалерита, галенита, пирита и халькопирита. Полоса оруденения хорошо изучена скважинами на значительную глубину. Характер оруденения обычный для Турунтаевской зоны: рассеянная минерализация во всей массе метасоматитов со сгущениями в отдельных жилах и линзах.

Особенностями сульфидной минерализации являются наличие совместно со сфалеритом редкой вкрапленности галенита, гораздо более интенсивная пиритизация пород (встречаются даже жилы массивных пиритовых агрегатов) и широкое проявление рассеянной вкрапленности и жилок халькопирита. Поисковая сеть пробуренных скважин на Восточном участке редкая и при ее сгущении вполне возможно выявление новых рудных тел с богатой минерализацией сульфидов. По участку определены прогнозные ресурсы категории  $P_2$  в объеме 108.3 тыс.т (Рубцов, 1981ф) [29].

Помимо площадных участков в пределах Турунтаевской зоны встречены рудопроявления в одиночных скважинах. Скважиной 98 вскрыта тектоническая зона дробления, в которой встречены отдельные обломки метасоматитов с густовкрапленным, тонкозернистым сфалеритом. В скважине 520 вскрыты метасоматиты с прожилково-вкрапленным сфалеритом. По простиранию и на глубину они не прослеживались. В скважине 617 гнездовая вкрапленность сфалерита наблюдалась в белых кварц-карбонатных метасоматитах. Геологическая обстановка благоприятна для выявления на данном участке

рудного тела, поскольку он находится на продолжении по простиранию участка Центрального.

Таблица 2.2 – Химический состав руд Искринского рудопроявления

№	Интервал, м		Содержание, %			№	Интервал, м		Содержание, %		
	скв.	от	до	Zn	Pb		Cu	скв.	от	до	Zn
150	217	217,85	4,27	0,55	-	43	283	284	2,49	-	-
-	217,85	218	8,30	5,30	0,02	-	264	285	2,77	-	-
-	218	219	2,35	0,60	-	-	285	286	4,21	-	-
-	219	224	1,87	0,35	0,01	-	286	287	1,38	-	-
-	224	229	4,64	0,15	0,01	-	287	288	2,20	-	-
-	234	236	6,69	0,42	0,02	63	149	150	2,12	-	-
43	245,8	247	1,35	0,01	сл	-	150,8	151,8	7,13	-	-
-	247	248	0,54	-	0,01	-	151,8	152,8	3,44	-	-
-	246	246,4	3,40	0,01	0,01	-	152,8	153,8	0,54	-	-
-	252	253,7	4,79	-	0,01	-	173	174	1,19	-	-
-	253,7	254,2	1,60	-	0,01	-	174	175	1,30	-	-
-	254,2	155,1	10,27	-	0,01	-	175	176	3,31	-	-
						-	176	177	2,02	-	-

Суммарные прогнозные ресурсы категории  $P_2$  по Турунтаевской рудной зоне составляют 700 тыс.т. условного цинка [39].

## 2.2 Поисковые критерии и признаки оруденения ташминского типа

1) Оруденение пространственно приурочено к субмеридональным (Томский, Урбейский) и диагональным (Щербакская зона) оперяющим структурам Кузнецко-Алатаусского разлома позднее герцинского возраста(?).

2) Оруденение приурочено к контактовым областям кембрийских, девонских вулканогенно – осадочных образований, а также к приконтактовым областям интрузивного тела гипербазитов.

3) В размещении оруденения в пределах Омутнинского выступа определенную роль играют субвулканические тела позднедевонского возраста, которые могут определять благоприятные структурные условия рудоотложения.

4) В размещении оруденения определенную роль играют черносланцевые горизонты единисской свиты, обогащенные органическим веществом

доманикового типа и металлами, что отчасти объясняет значительную интенсивность углекислого метасоматоза, проявленного в Турунтаевской зоне.

5) Оруденение сопровождается комплексными геохимическими ореолами Zn, Cu, Pb, в воде отмечаются контрастные аномалии - Zn, Hg, Sn, Pb, Ba --- Zn, Pb, Co, Ag, As, Be, Sn, U и других халькофильных компонентов.

6) Рудные залежи сопровождаются ореолами гидротермально-измененных пород, которые разделены на дорудные и околорудные.

### **Выводы:**

1. Основными рудоконтролирующими структурами, определяющими размещение рудопроявлений и геохимических аномалий, являются продольные субмеридиональные разломы (Кузнецко-Алатаусский, Томский, Урбейский) и диагональные разломы восток-северо-восточного простирания, в первую очередь, Щербакская зона разломов. Позднегерцинский возраст этих разломов, а также наличие геохимических ореолов в отложениях девона и карбона, позволяют предполагать позднегерцинский (триасовый) возраст полиметаллической минерализации.

2. В Ташминском рудном узле выделяется 5 потенциально рудных зон, из которых достаточно детально изучена Турунтаевская зона. На основании данных колонкового бурения определены прогнозные ресурсы цинка по категории P<sub>2</sub> Центрального участка Турунтаевской зоны в объеме 559 тыс. т. и зоны в целом - в объеме 700 тыс. т. Другие рудные зоны изучены недостаточно.

3. В размещении оруденения в пределах Омутнинского выступа определенную роль играют субвулканические тела позднедевонского возраста, которые могут определять благоприятные структурные условия рудоотложения.

4. Золотоносность Ташминского рудного узла практически не изучена. Необходимо решение этой проблемы, т.к. наличие в полиметаллических рудах

попутного золота позволит более оптимистично оценить перспективы Турунтаевской зоны и узла в целом.

5. Прогнозные ресурсы Ташминского рудного узла могут быть определены экспертным путем по категории  $P_3$  в объеме 3000 тыс. т. условного цинка и 5 т золота [19].

### **3 ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РУД ТУРУНТАЕВСКОЙ РУДНОЙ ЗОНЫ**

#### **3.1 Методы исследования**

1. Гамма-радиометрические исследования (определение мощности экспозиционной дозы (МЭД) гамма-радиометром СРП-68-01);

2. Гамма-спектрометрические исследования (определение природы радиоактивности с помощью гамма-спектрометра РКП-305);

3. Исследования аншлифов на лабораторном микроскопе Axioskop 40 с системой анализа изображений (определение рудных минералов в отраженном свете);

4. Петрографические исследования шлифа на лабораторном микроскопе Axioskop 40 с системой анализа изображений (определение минералов в проходящем свете);

5. Исследования на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S3400N (определение химического состава минералов).

Определение мощности экспозиционной дозы

В качестве рабочего прибора используется портативный радиометр СРП-68-01. Радиометр типа СРП 68-01 (сцинтилляционный радиометр портативный) – поисковый геологоразведочный прибор с высокой чувствительностью и непрерывным режимом наблюдения. Детектором является сцинтилляционный кристалл NaI. СРП-68-01 позволяет проводить измерения мощности экспозиционной дозы от 0 до 3 000 мкР/ч (3мР/ч). Время установления рабочего

режима не превышает 1 мин. Прибор допускает непрерывную работу в течении 8ч. Отклонение показаний не более  $\pm 10\%$ . Комплект питания включает девять элементов типа 343 (12В). Масса рабочего комплекса 3,6 кг, в укладочном ящике 9,5 кг. Прибор состоит из пульта (РПГ4-01), блока детектирования (БДГ4-01), комплекта запасных частей, инструмента, документации и укладочного ящика.

#### Уточнение природы радиоактивности

Гамма-спектрометрические методы позволяют определять концентрации природных радионуклидов (ПРН): урана (по радию), тория и калия в горных породах, что позволяет определить природу радиоактивности. Эти методы основаны на различиях спектрального состава гамма-излучения урано-радиевого и ториевого рядов и калия.

Приборы, с помощью которых определяют концентрации ПРН, называются спектрометрами или концентрометрами. В нашей работе используется концентрометр РКП – 305.

Прибор РКП-305 предназначен для полуавтоматического определения концентрации калия, урана (по радию) и тория в полевых условиях на поверхности блоком датчика накладного (БДН) и в шпурах (БДШ)

В состав прибора входит:

- пульт измерительный (ПИ);
- блок датчика (БДН или БДН);
- устройство определения порогов (в сборе).

Время установления рабочего режима до 5 минут.

Климатические условия работы – полевые при температуре от 0 до 40°C

### 3.2 Результаты работ

В ходе работы был изучен образец руды Турунтаевской полиметаллической рудной зоны (рис. 3.1). Из которого было изготовлено 2 аншлифа и один шлиф для изучения на оптическом и электронном микроскопе.

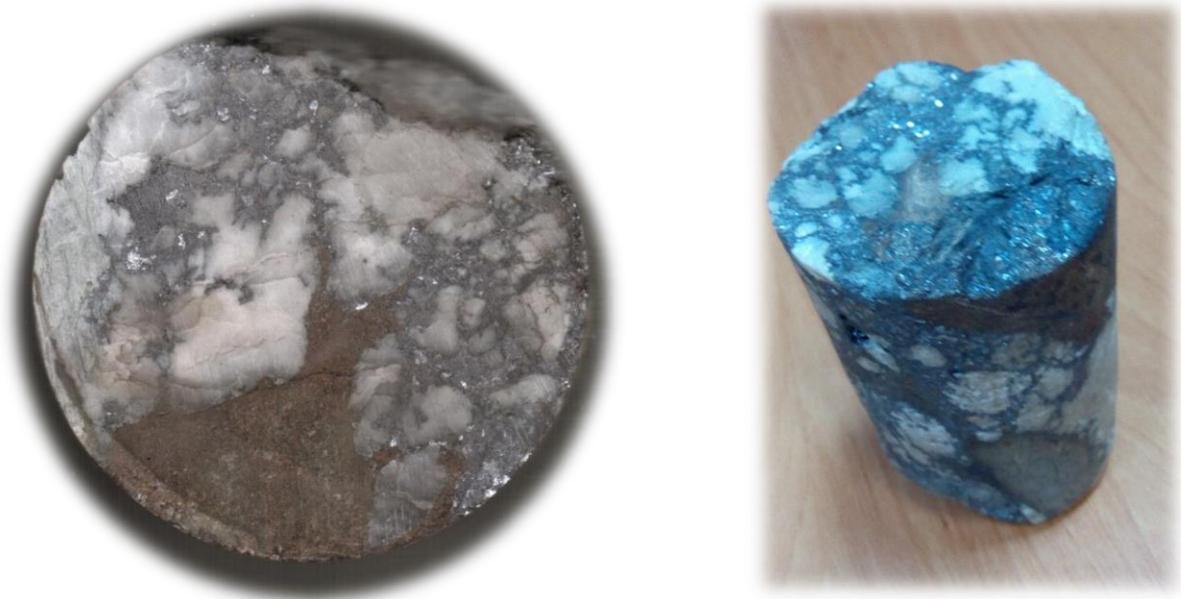


Рис. 3.1 – Образец руды Турунтаевской полиметаллической рудной зоны

В ходе изучения аншлифов были обнаружены следующие рудные минералы: сфалерит, галенит, пирит, халькопирит и антимонит. В дальнейшем были сделаны следующие выводы:

1. Галенит и сфалерит корродируют нерудные минералы, следовательно, рудная минерализация наложенная и образована после формирования нерудных минералов (рис. 3.2, рис. 3.3).

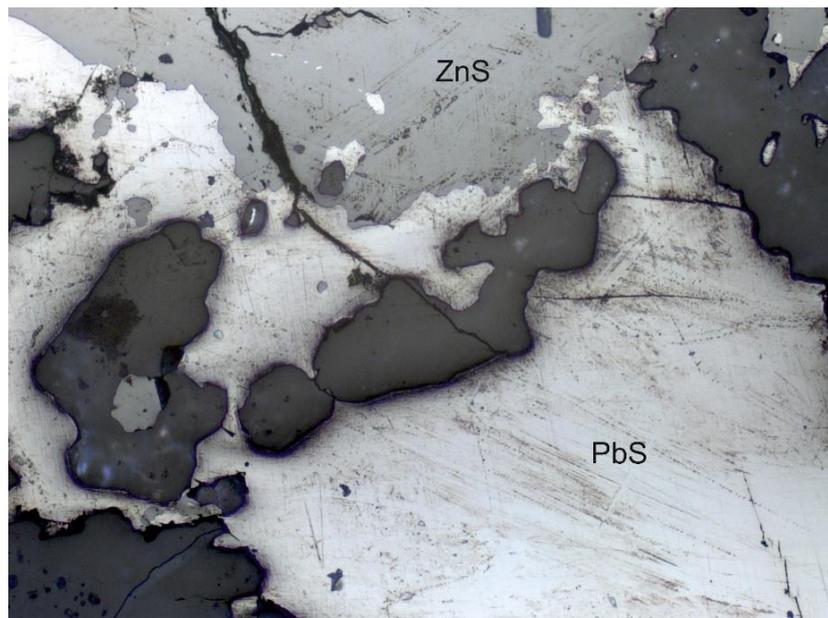


Рис. 3.2 – Галенит, сфалерит, нерудные минералы. Николи ||. Увеличение 100×



Рис. 3.3 – Коррозионные структуры галенита по нерудным минералам. Николи ||. Увеличение 100×

2. Галенит корродирует по сфалериту, следовательно, сфалерит образовался раньше.

Также в аншлифах встречаются единичные проявления халькопирита в нерудных минералах, сфалерите и галените (рис. 3.4), просматриваются кристаллы пирита в нерудной массе (рис. 3.5, рис. 3.6) и кристаллы антимонита в галените (рис.3.7).

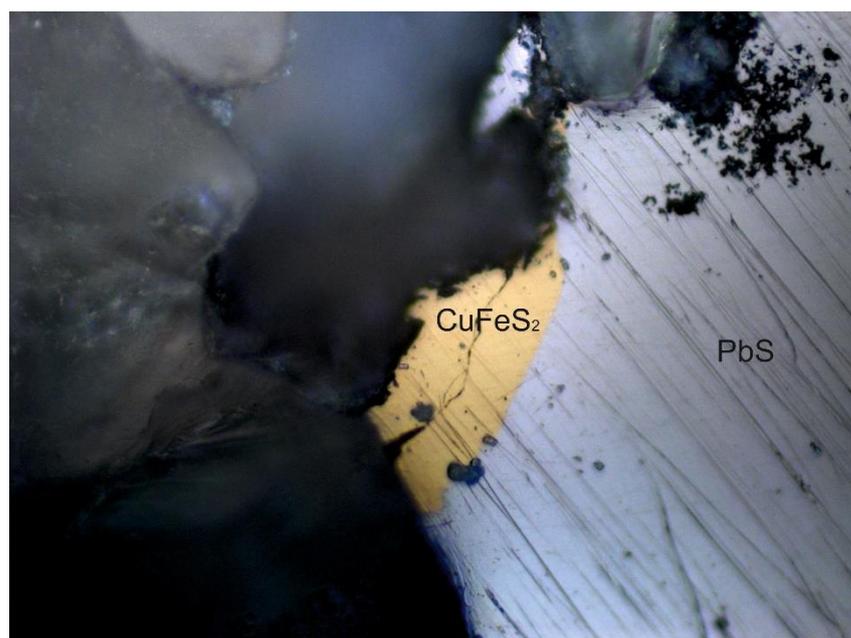


Рис. 3.4 – Халькопирит на контакте галенита и нерудного минерала. Николи ||. Увеличение 500×

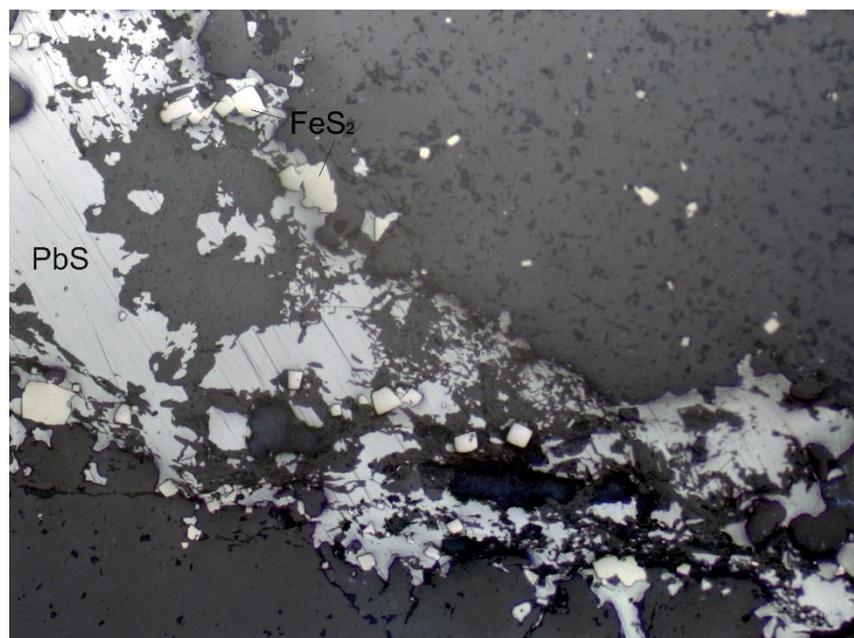


Рис. 3.5 – Кристаллы пирита в нерудных минералах и на контакте нерудных минералов с галенитом. Николи ||. Увеличение 100×

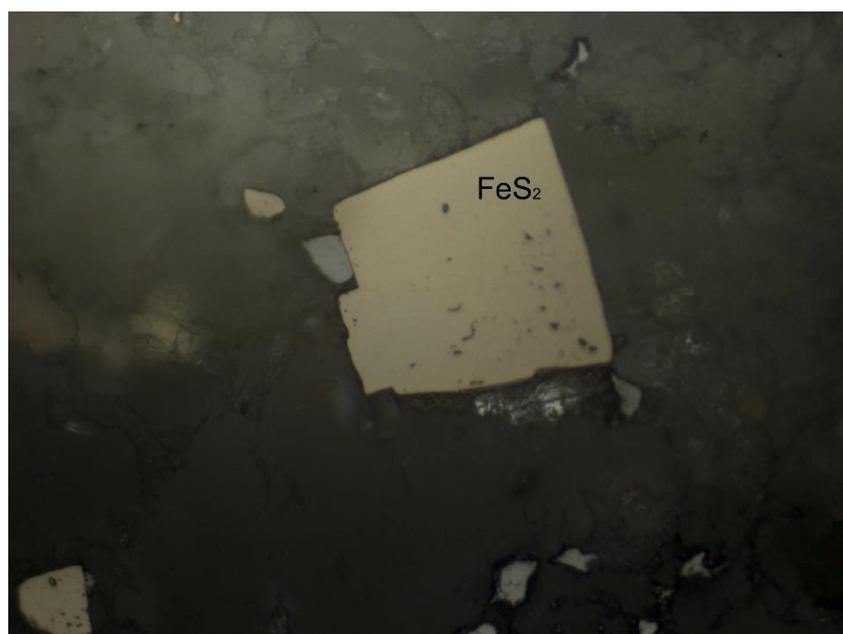


Рис. 3.6 – Кристаллы пирита в нерудных минералах. Николи ||. Увеличение 500×

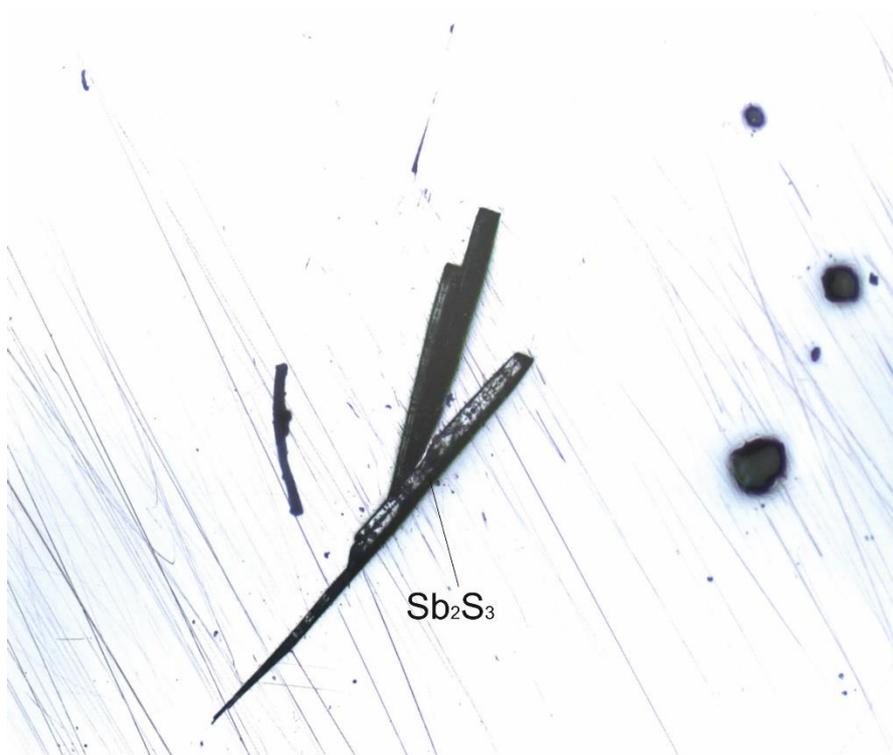
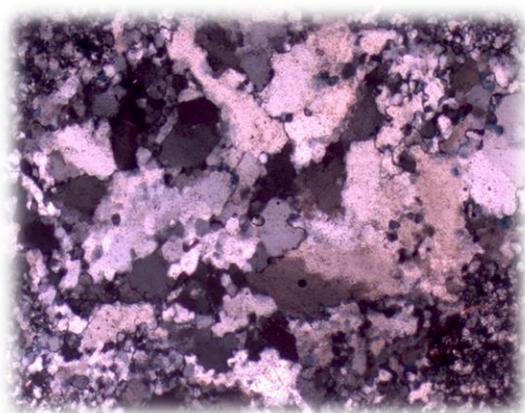
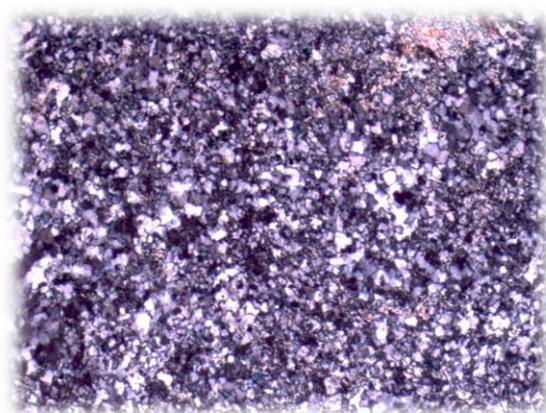


Рис. 3.7 – Кристаллы антимонита в галените. Николи ||. Увеличение 100×

В ходе изучения шлифа были установлены следующие нерудные минералы: различные разновидности кварца (рис. 3.8) и серицит (рис. 3.9).



а)



б)

Рис. 3.8 – Кварц различных генераций. Николи +. Увеличение 100×

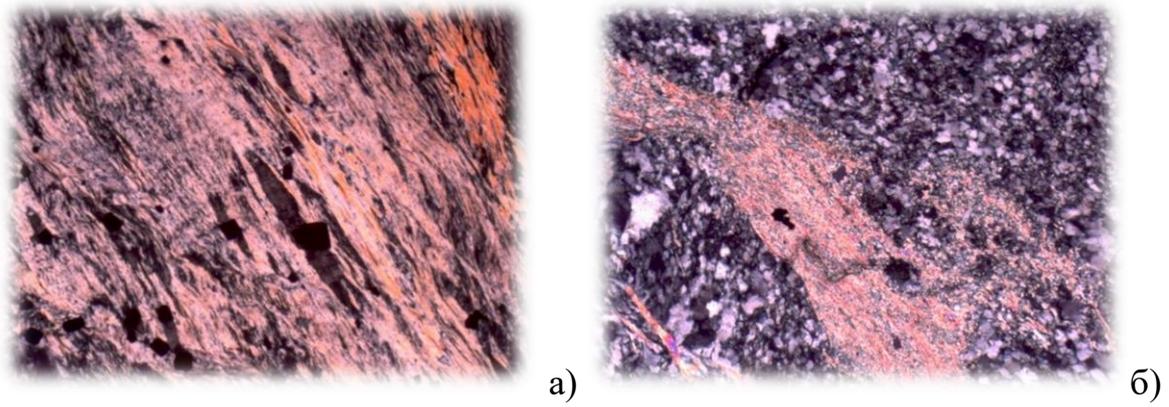


Рис. 3.9 – Серицит. Николи +. Увлечение 100×

При изучении шлифа и аншлифа на электронном микроскопе других разновидностей минералов, представляющих интерес, обнаружено не было.

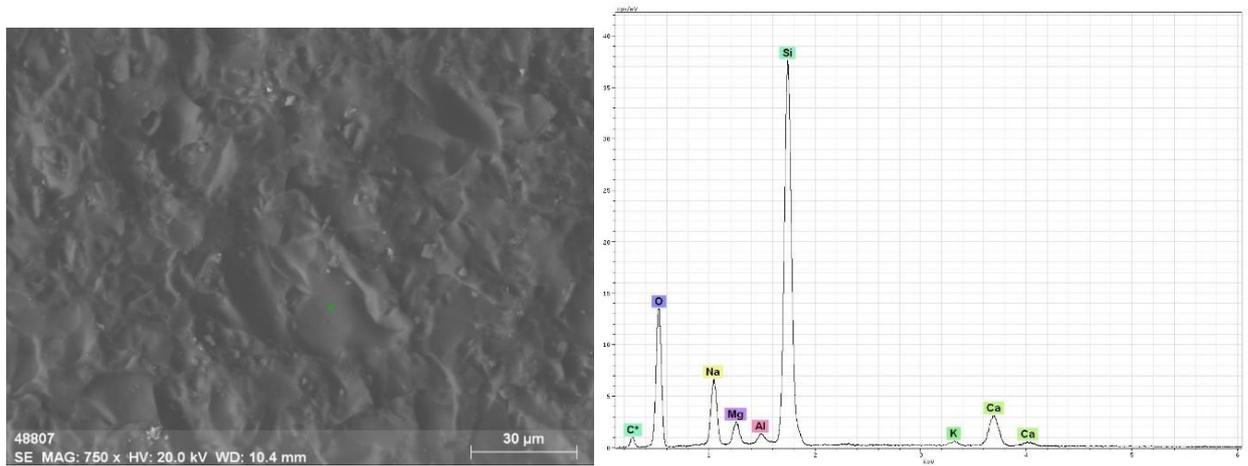


Рис. 3.10 – Кварц

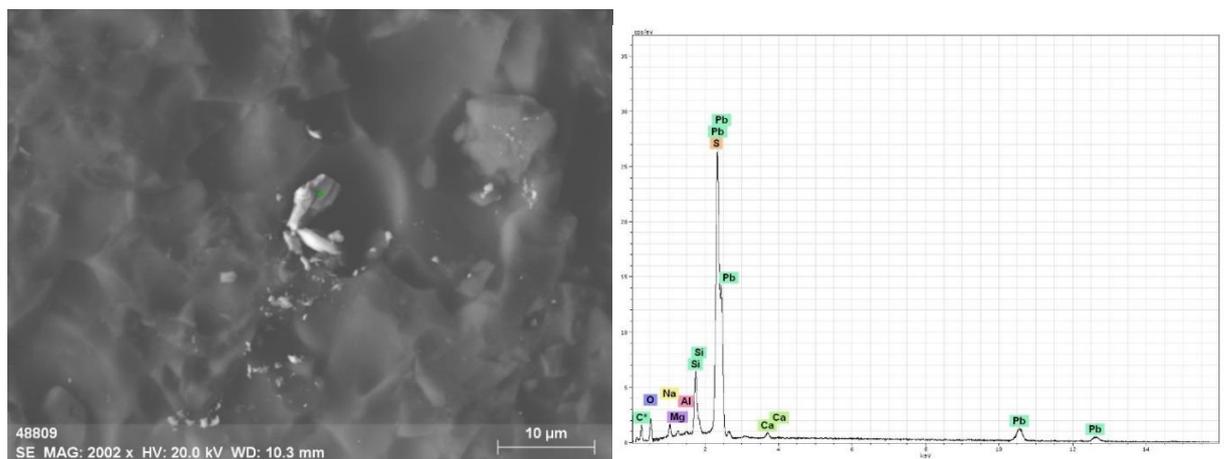


Рис. 3.11 – Галенит

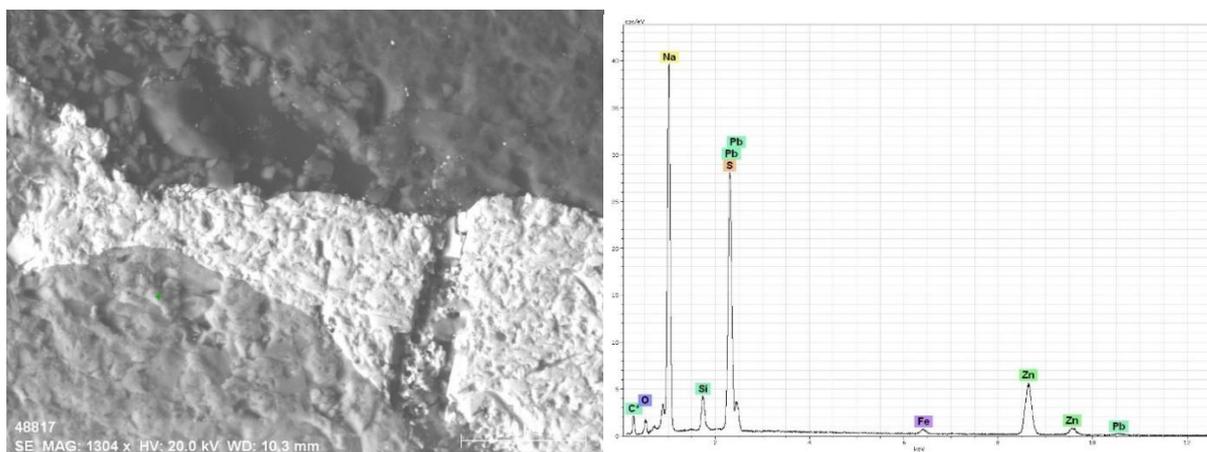


Рис. 3.12 – Галенит?

На первом этапе работы при помощи гамма-радиометра СРП-68-01 была определена мощность экспозиционной дозы (МЭД) изучаемого образца. Мощность экспозиционной дозы составила 10 мкР/ч, что является уровнем фонового значения для Томской области.

После измерения мощности экспозиционной дозы с помощью гамма-спектрометра РКП-305 была уточнена природа радиоактивности (урановая, ториевая или смешанная). Для данного образца природа оказалась смешанной (таблица 3.1)

Таблица 3.1 – Результаты измерения мощности экспозиционной дозы образца, содержания естественных радионуклидов и Th/U отношение

п/п	МЭД, мкР/ч	K, %	U, г/т	Th, г/т	Th/U	Природа радиоактивности
1	10	1,8	2,6	11,6	4,5	Смешанная природа

## 4 ОБОСНОВАНИЕ ПОСТАНОВКИ РАБОТ

### 4.1 Обзор мирового рынка цинка

Мировой рынок цинка по итогам 11 мес. 2018 года находился в дефиците (326 тыс. тонн). По итогам 2018 года прогнозируется дефицит в размере 320 тыс. тонн, а в 2019 году 70 тыс. тонн (рис. 4.1).

Показатель	11 мес. 2016 г.	11 мес. 2017 г.	11 мес. 2018 г.	11 мес. 2018 г. / 11 мес. 2017 г.	Прогноз на 2018 г.	Прогноз на 2019 г.
Добыча	11 637	11 607	11 809	1,7%↑	13 030	13 870
Производство	12 542	12 083	12 051	-0,3%↓	13 420	13 810
Потребление	12 748	12 518	12 377	-1,1%↓	13 740	13 880
<b>Баланс рынка</b>	-206	-435	-326		-320	-70

Рис. 4.1 – Фактические и прогнозные показатели рынка цинка, тыс. т

По итогам 11 мес. 2018 года мировой объем добычи цинка составил 11,8 млн тонн, что на 1,7% больше относительно аналогичного периода 2017 года. Данный рост был обеспечен увеличением добычи цинка в Австралии до 988 тыс. тонн (+31%), в США – до 783 тыс. тонн (+9%), в Турции – до 197 тыс. тонн (+26%) и в Эритрее (Вост. Африка) – до 107 тыс. тонн (+25%).

В Китае добыча сократилась на 5,2% до 4,03 млн тонн, что связано с приостановкой работ в начале 2018 года на цинковых шахтах в промышленных провинциях страны в связи с экологическими проверками.

По итогам 2018 года мировая добыча цинка увеличится на 2% (до 13,03 млн тонн), а в 2019 году - на 6,4% (до 13,87 млн тонн). Этому будет способствовать рост добычи в Перу, Австралии, Китае, Юж. Африке, Казахстане, Турции, США и на Кубе.

В 2019 году Китай может увеличить добычу на 2%. Рост в Европе составит 5,4%, прежде всего за счет высокой добычи в Финляндии и Португалии, где ожидается расширение добычи на руднике Neves-Corvo (до 150 тыс. тонн цинка в концентрате в год).

В Австралии на руднике Dugald River компании Minerals and Metals Group в 2018 году было произведено 223 тыс. тонн цинка в концентрате. Компания планирует произвести в 2019 году 250-270 тыс. тонн. Рудник был запущен в конце 2017 года.

Австралийская компания New Century Resources, возобновившая производство цинкового концентрата на руднике Century в 4 кв. 2018 г. планирует в 2019 году произвести 260 тыс. тонн цинка в концентрате.

Компания Vedanta, запустившая в ЮАР цинковый рудник Gamsberg во 2 плг. 2018 г., планирует произвести 100 тыс. тонн цинка в концентрате в 2019 г.

Компания Glencore в 2018 году произвела 866,9 тыс. тонн цинка в концентрате, что на 1,5% меньше чем в 2017 году. Данное снижение связано с продажей в 2017 году долей рудников Rosh Pinah и Perkoa в Намибии и Буркина-Фасо, соответственно.

Производство цинка по итогам 11 мес. 2018 года уменьшилось на 0,3% и составило 12,1 млн тонн. На снижение в первую очередь повлияло уменьшение производства в Китае (-2,7%) и Индии (-9,6%).

В Китае снижение связано с дефицитом сырья (цинкового концентрата), экологическими ограничениями, ремонтами на ряде предприятий и задержкой ввода в строй новых мощностей. Так, компания Zhuzhou Smelter Group (лидер на китайском рынке цинка) к концу 2018 года окончательно закрыла плавильный завод Zhuzhou (550 тыс. тонн цинка в год) в провинции Хунань. При этом свой новый завод Shuikoushan мощностью 300 тыс. тонн в год, расположенный в той же провинции, Zhuzhou Smelter Group запустила лишь 28 декабря 2018 года.

Индийская Hindustan Zinc (подконтрольная компании Vedanta) снизила производство в рассматриваемом периоде на 9%, до 732 тыс. тонн. Данное снижение объясняется низким содержанием металла в руде. В середине 2018 года Vedanta приступила к составлению ТЭО, предусматривающего строительство предприятия по выплавке рафинированного цинка в ЮАР. Объем производства рафинированного цинка должен составить 250 тыс. тонн в год.

Компания Glencore в 2018 году уменьшила производство цинка в Казахстане (предприятие Kazzinc) на 4,4%, до 201,2 тыс. тонн. Производство на подконтрольных металлургических заводах (при 100% доле) увеличилось на 1,5% и составило 799,6 тыс. тонн. Производство цинка в 2019 г. прогнозируется на уровне 1,195 млн тонн.

Компания Nyrstar увеличила производство цинка в 2018 г. на 4,4% до 1,06 млн тонн, при плане в 1,09 млн тонн.

Ожидается, что мировое производство цинка в 2019 году увеличится на 3%, до 13,81 млн тонн за счет увеличения производства в Китае и Индии. В Европе производство увеличится на 2,7%.

Производство на Kazzinc указано в соответствии с долей владения Glencore. Общее производство цинка на Kazzinc в 2018 г. составило 309,7 тыс. тонн (-2,2% относительно 2017 г.).

Потребление цинка по итогам 11 мес. 2018 года снизилось на 1,1% - до 12,4 млн тонн. По прогнозам в 2019 году потребление цинка в мире увеличится на 1,1%, до 13,88 млн тонн. Китай увеличит потребление на 0,8%, США на 0,9%, Европа на 1%

#### 4.2 Обзор российского рынка цинка

Согласно Росстату, индекс металлургического производства в 2018 г. увеличился по сравнению с 2017 годом на 1,7%. Объем производства цинка по итогам того же периода уменьшился на 1,1% относительно 2017 года (рис. 4.2).

Показатель	2017 г. в % к 2016 г.	2018 г. в % к 2017 г.
Металлургическое производство	100,1↑	101,7↑
Цинк необработанный нелегированный	103,8↑	98,9↓

Источник: Росстат

Рис. 4.2 – Металлургическое производство и производство цинка

Доля России в общемировом производстве цинка (включая цинк-алюминиевые сплавы) составляет 2%.

По итогам 2018 года российское производство цинка уменьшилось на 0,8% до 254,6 тыс. тонн относительно 2017 года. Снижение было обусловлено остановкой производства на ОАО «Электроцинк», вызванной пожаром 21 октября 2018 г.

Экспорт в рассматриваемый период снизился на 2% и составил 40,8 тыс. тонн. (рис. 4.3) Большая часть цинка поставлялась в Грецию (31% от общего объема экспорта), Нидерланды (20%), Китай (15%) и Эстонию (15%).

В 2019 году производство цинка в РФ продолжит снижение из-за остановки ОАО «Электроцинк». Таким образом, ожидается дальнейшее сокращение экспорта металла, при этом, будет наблюдаться рост импорта, призванный компенсировать недостающие поставки на внутренний рынок.

Показатель	2017 г.	2018 г.	Изм. г./г.	
			тонн	%
Импорт цинка	29 081	13 375	-15 706↓	-54%↓
Экспорт цинка	41 590	40 774	-816↓	-2%↓

Источник: ФТС

Рис. 4.3 – Импорт/экспорт цинка из РФ, т

Видимое потребление цинка в РФ по итогам 2018 года сократилось на 7,5% и составило 227,2 тыс. тонн (рис 4.4; 4.5). Доля импортного цинка в структуре потребления составила 5,8%. Большая часть цинка импортируется из Узбекистана (52%) и Казахстана (37%).

На снижение показателя видимого потребления повлияло сокращение импортных поставок. Импорт цинка в 2018 году в РФ уменьшился на 54%, до 13,4 тыс. тонн. Снижение поставок из Казахстана составило 67% (до 4,9 тыс. тонн), из Узбекистана - 49% (до 6,9 тыс. тонн).

Основными потребителями цинка на внутреннем рынке РФ являются производители оцинкованного проката, на которых приходится 61%, следом идут предприятия, занимающиеся оцинкованием металлоконструкций - 20%. На предприятия химической промышленности приходится 8%, на предприятия ОЦМ - 3%.

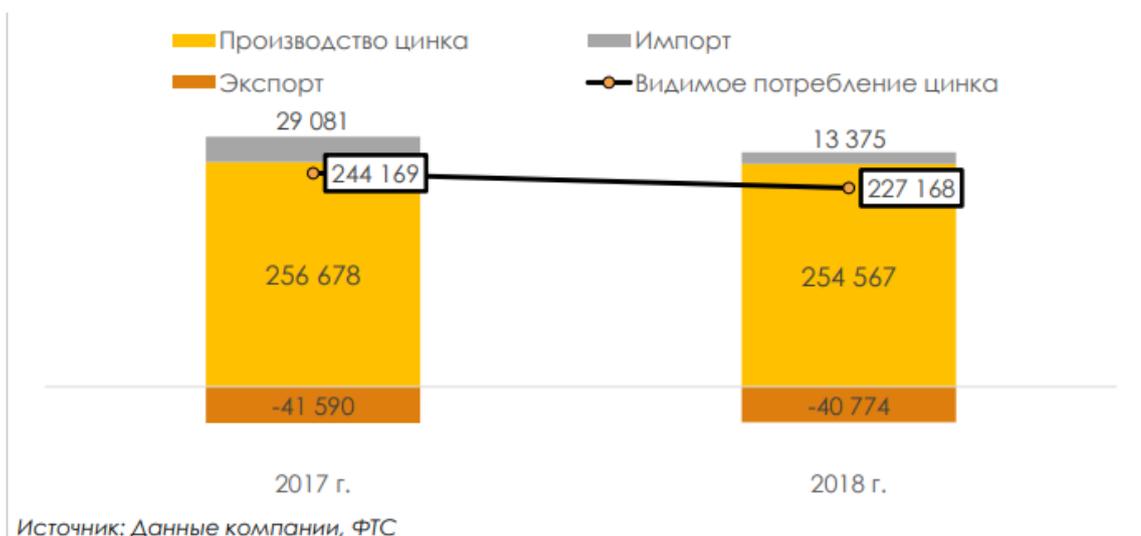


Рис. 4.4 – Структура рынка цинка в РФ, т

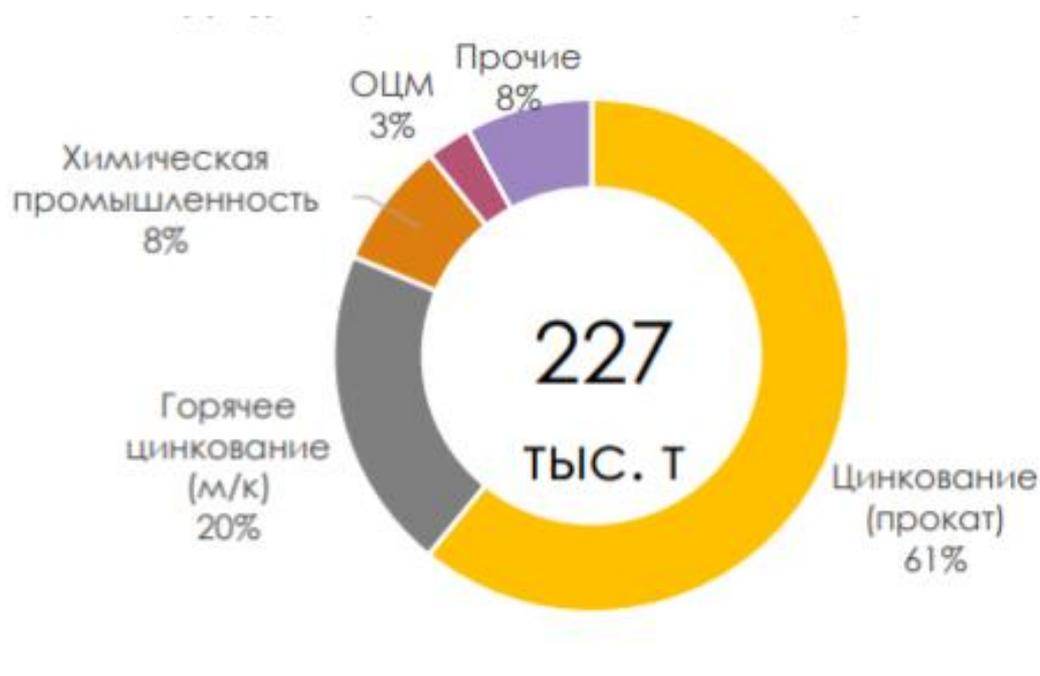


Рис. 4.5 – Структура потребления цинка в России по отраслям

Ввод новых мощностей по цинкованию стали в 2017-2018 гг. на ПАО «ММК» и ПАО «Северсталь» позволил значительно увеличить производство оцинкованного проката в РФ. ПАО «ММК» по итогам 2018 года реализовало 1,269 млн тонн оцинкованного металлопроката (+12% к 2017 г.), что является максимальным показателем в истории предприятия. Общая реализация по группе ММК составила 1,518 млн тонн (+22% к 2017 г.) (рис. 4.6).

В перспективе потребление цинка в сегменте «оцинкование проката» будет увеличиваться. В 2019 г. группа «НЛМК» планирует открытие еще одного цеха АГНЦ-5 мощностью 450 тыс. тонн листового холоднокатаного проката (потребление цинка при полной загрузке составит 15,8 тыс. тонн в год).

Компания	2017 г.	2018 г.	изм., %
Группа ММК*	1243	1518	22%▲
Северсталь	654	835	28%▲
Группа НЛМК	713	811	14%▲

\*Включая ЗАО «Лысьвенский металлургический завод»

Источник: данные компаний

Рис. 4.6 – Продажи оцинкованного проката, тыс. т.

### 4.3 Динамика и прогноз цен на цинк

По итогам 2018 года средняя стоимость цинка составила \$2 925 за тонну, что на 1% выше стоимости 2017 г. После достигнутых десятилетних максимумов в 1 кв. 2018 г., котировки металла начали снижение под действием фундаментальных факторов – роста запасов металла на LME, наращивания производства на новых и действующих мощностях. В конце 3 кв. 2018 г. котировки стабилизировались и перешли к росту на фоне сокращения запасов цинка на биржах и пока еще сохраняющегося дефицита металла на мировом рынке (рис. 4.7; 4.8). Если еще в период январь-май 2018 года наблюдался профицит цинка около 3 тыс. тонн, то за январь-ноябрь 2018 г. на рынке снова образовался дефицит в размере 326 тыс. тонн.

В Китае по-прежнему сохраняется высокий спрос на цинковый концентрат. Импорт цинкового концентрата в Китай за период январь-ноябрь 2018 г. увеличился на 21%, до 1,2 млн тонн (в пересчете на металл) относительно 2017 года.

В свою очередь, торговый конфликт между США и Китаем вызывает опасения по поводу замедления темпов роста китайской экономики. Согласно

данным государственного статистического бюро КНР, рост ВВП страны по итогам 2018 г. замедлился до 6,6% с 6,8% в 2017 г. Рост промышленного производства замедлился до 6,2% с 6,6%. Однако правительство Китая намерено наращивать государственные инвестиции в инфраструктуру. В январе 2019 г. национальная комиссия по развитию и реформам (NDRC) утвердила инфраструктурные проекты на общую сумму свыше 500 млрд. юаней (около \$75 млрд.).

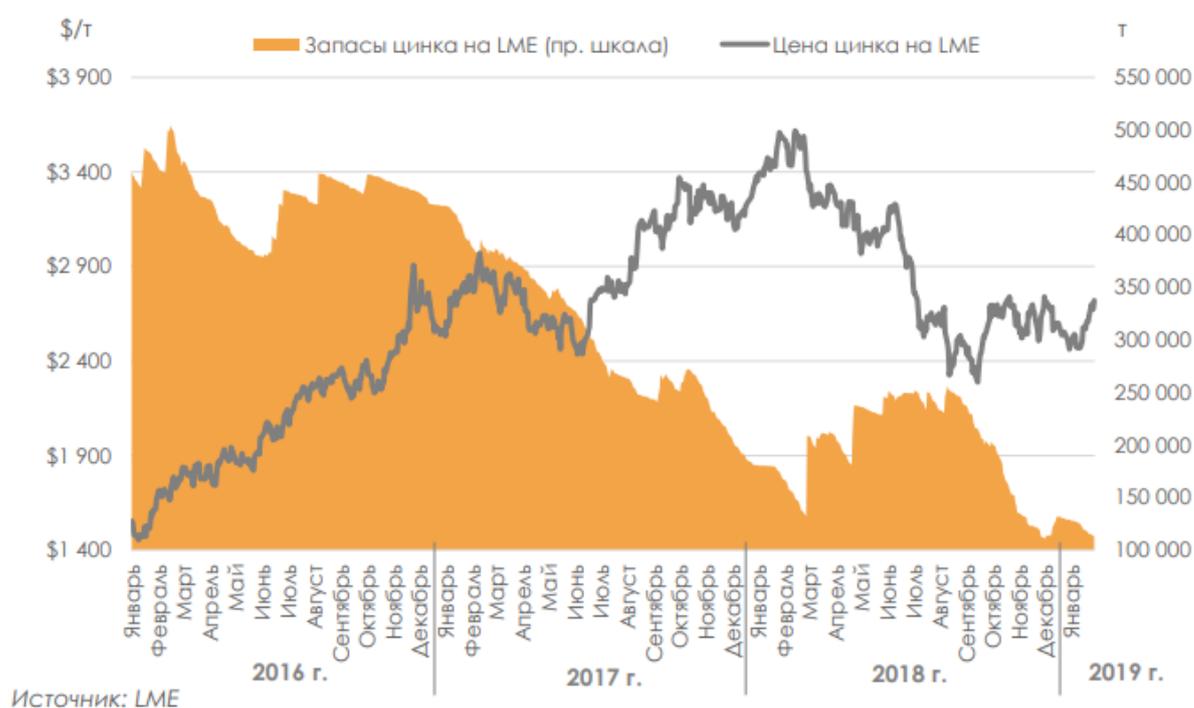


Рис. 4.7 – Динамика котировок и запасов цинка на 2016-2018 г.г.

Период	2017 г.		2018 г.		Изм. г./г.	
	Запасы на LME, т	Cash LME Official, \$/т	Запасы на LME, т	Cash LME Official, \$/т	Запасы на LME, %	Cash LME Official, %
1 кв.	393 359	2 780	178 125	3 424	-55%↓	23%↑
2 кв.	335 686	2 596	228 782	3 112	-32%↓	20%↑
<b>1 плг.</b>	<b>365 215</b>	<b>2 690</b>	<b>203 052</b>	<b>3 270</b>	<b>-44%↓</b>	<b>22%↑</b>
3 кв.	260 320	2 963	235 771	2 537	-9%↓	-14%↓
<b>9 мес.</b>	<b>329 695</b>	<b>2 783</b>	<b>214 073</b>	<b>3 023</b>	<b>-35%↓</b>	<b>9%↑</b>
4 кв.	230 299	3 236	143 531	2 631	-38%↓	-19%↓
<b>Среднее значение за год</b>	<b>304 846</b>	<b>2 896</b>	<b>196 299</b>	<b>2 925</b>	<b>-36%↓</b>	<b>1%↑</b>

Источники: LME, расчеты

Рис. 4.8 – Средние цены и запасы цинка на 2017-2018 г.г.

### **Факторы, оказывающие положительное влияние на стоимость цинка:**

- Сохраняющийся дефицит металла на рынке в краткосрочной перспективе. В 2019 г. дефицит цинка на мировом рынке сохранится и составит 70 тыс. тонн;
- Рост экономик в развитых и в развивающихся странах;
- Реализация инфраструктурных проектов в Китае по строительству железных дорог, аэропортов, линий метро на общую сумму около \$75 млрд.
- Действующая государственная программа по улучшению экологической обстановки в Китае препятствует развитию собственных добывающих и плавильных производств. В период с января по ноябрь 2018 г. производство цинковой руды и концентратов сократилось на 5% до 4,03 млн тонн (в пересчете на металл). Производство цинка в стране по итогам 2018 г. уменьшилось на 3,2%, до 5,68 млн тонн.

### **Факторы, оказывающие отрицательное влияние на стоимость цинка:**

- Восстановление объемов производства на цинковых заводах. Ввод в строй новых рудников и расширение производства на действующих (Castellanos на Кубе (100 тыс. тонн цинка в концентрате), Gamesberg в Южной Африке (250 тыс. тонн), Dugald River (170 тыс. тонн) и Century (260 тыс. тонн) в Австралии);
- Постепенная замена и модернизация старых мощностей в Китае, способных выполнять новые экологические нормативы;
- Торговые войны между странами (ввод заградительных пошлин);

Таким образом, в 2019 году ожидается рост предложения цинкового концентрата на мировом рынке и увеличение загрузки плавильных мощностей, что безусловно окажет влияние на стоимость цинка. Прогнозируемая средняя стоимость цинка в период 2019-2024 гг. составляет \$2 300 - \$2 621 за тонну. Средняя цена цинка в 2019 году составит около \$ 2 600 за тонну (рис. 4.9).

При этом в ближайшие месяцы не исключена высокая волатильность на рынке цинка, в пиках стоимость металла может превысить прошлогодний уровень в \$3 600 за тонну.



Рис. 4.9 – Консенсус-прогноз цены цинка в 2019-2024 г.г.

## 5 МЕТОДИКА И ОБЪЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 1980-1983 г.г. Петровской ГРП были проведены детальные поиски на Центральном участке Турунтаевской рудной зоны. В результате работ были установлены контуры оруденения метасоматитов в плане. Всего на участке в пределах рудной залежи пройдено 9 скв. (рис. 5.1) общим объемом бурения 3100 пог. м.

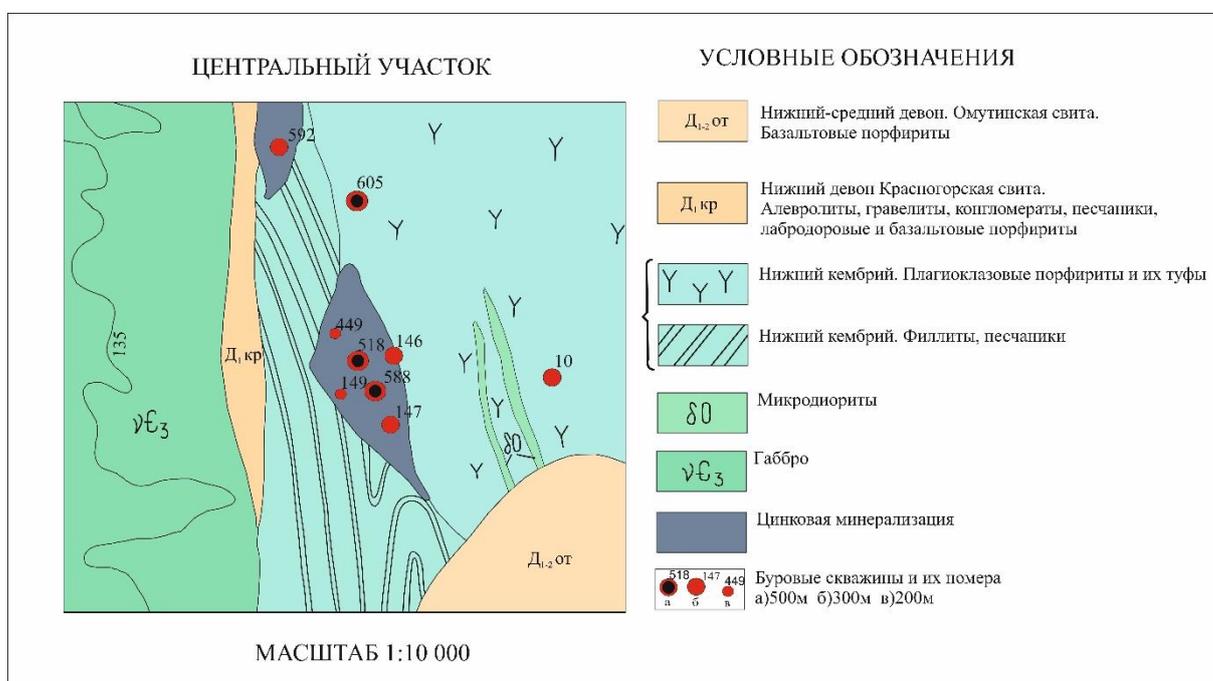
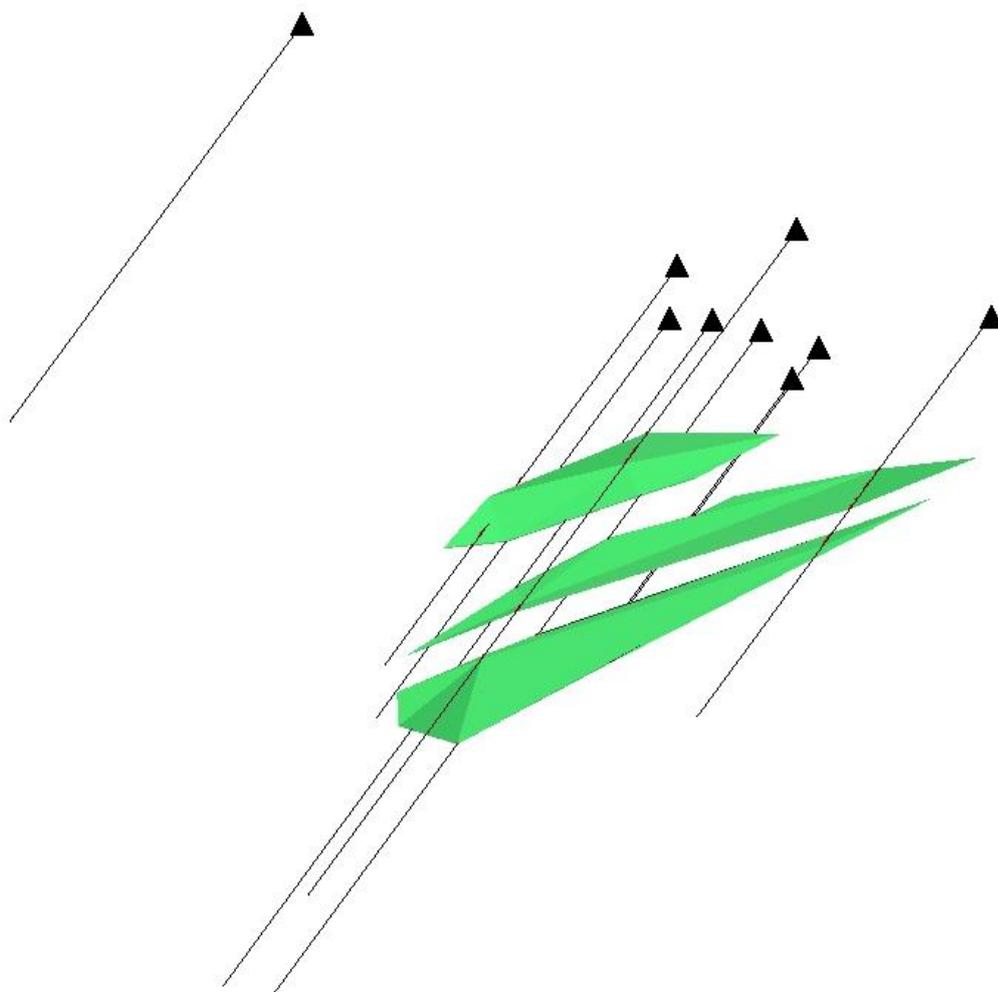


Рис. 5.1 – Центральный участок Турунтаевской рудной зоны

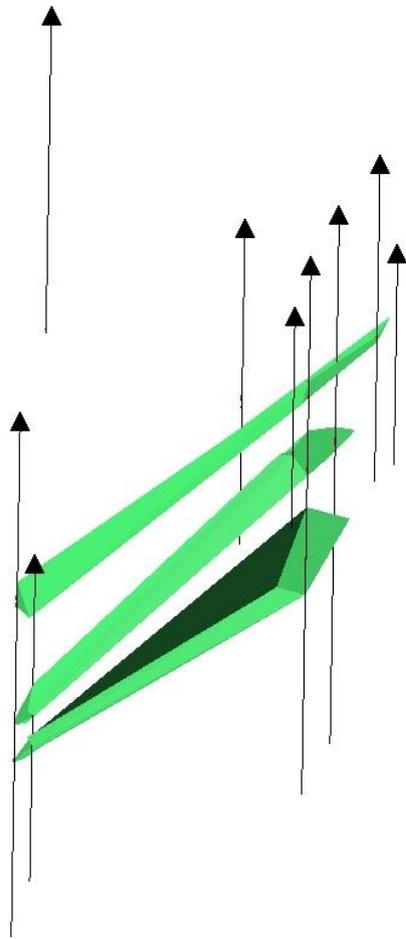
По данным опробования скважин 146, 147, 149, 518, 588, 592, 10, 449, 605 (рис. 5.2; табл. 3.1) создана схематическая трехмерная модель рудной залежи Центрального участка (рис. 5.3).

hole_id	X (восток)	Y (север)	Z (отметка)	ОН (глуб.скв)	az	dip
dh_146	15440204,29	6279575,531	140,00	300,00	0	-90
dh_147	15440197,52	6279456,076	140,00	300,00	0	-90
dh_149	15440114,81	6279508,957	140,00	200,00	0	-90
dh_518	15440143,08	6279565,599	140,00	500,00	0	-90
dh_588	15440173,07	6279514,388	140,00	500,00	0	-90
dh_592	15440015,54	6279927,336	140,00	300,00	0	-90
dh_10	15440469,52	6279533,262	140,00	300,00	0	-90
dh_449	15440107,06	6279610,348	140,00	200,00	0	-90
dh_605	15440143,9	6279834,026	138,00	500,00	0	-90

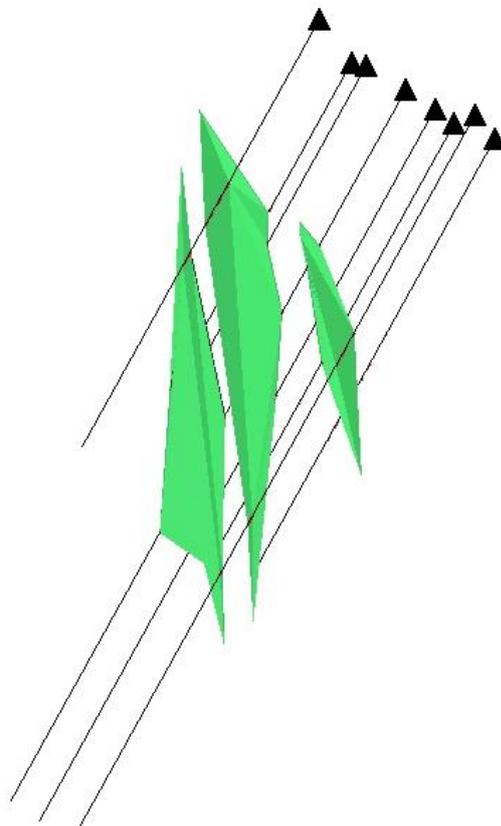
Рис. 5.2 – Координаты и глубины скважин, пройденных через рудную залежь Центрального участка Турунтаевской рудной зоны



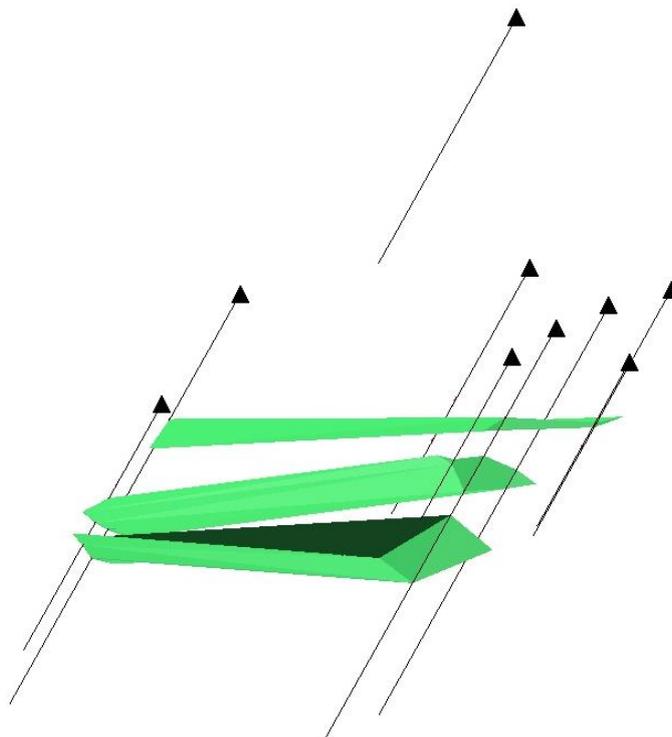
a)



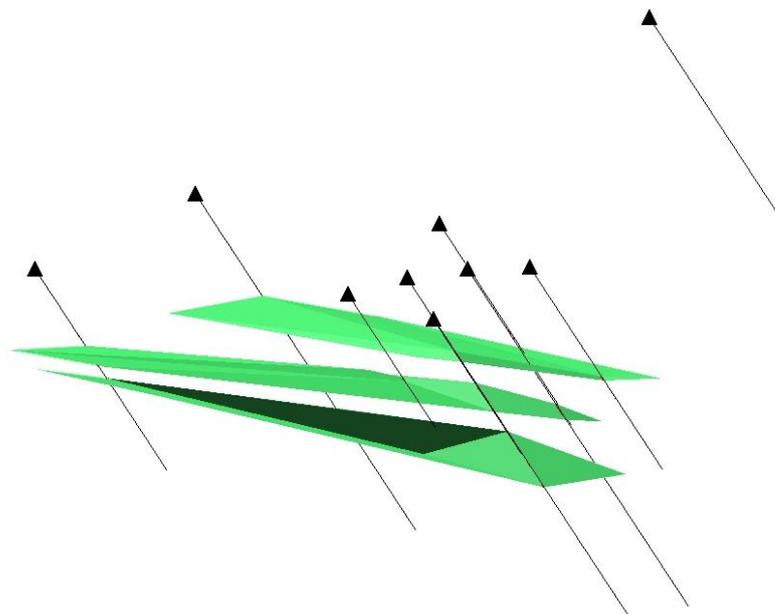
6)



B)



г)



д)

Рис. 5.3 – Трехмерная модель рудной залежи Центрального участка Турунтаевской рудной зоны.

При создании объемной модели Центрального участка использовалось программное обеспечение «MICROMINE». С его помощью были подсчитаны прогнозные ресурсы цинка на данном участке. Бортовое содержание при

о контурировании принималось равным 3 г/т, исходя из этих данных масса руды составляет 5 424 545 т, а масса условного цинка 108 118 т (рис.5.4).

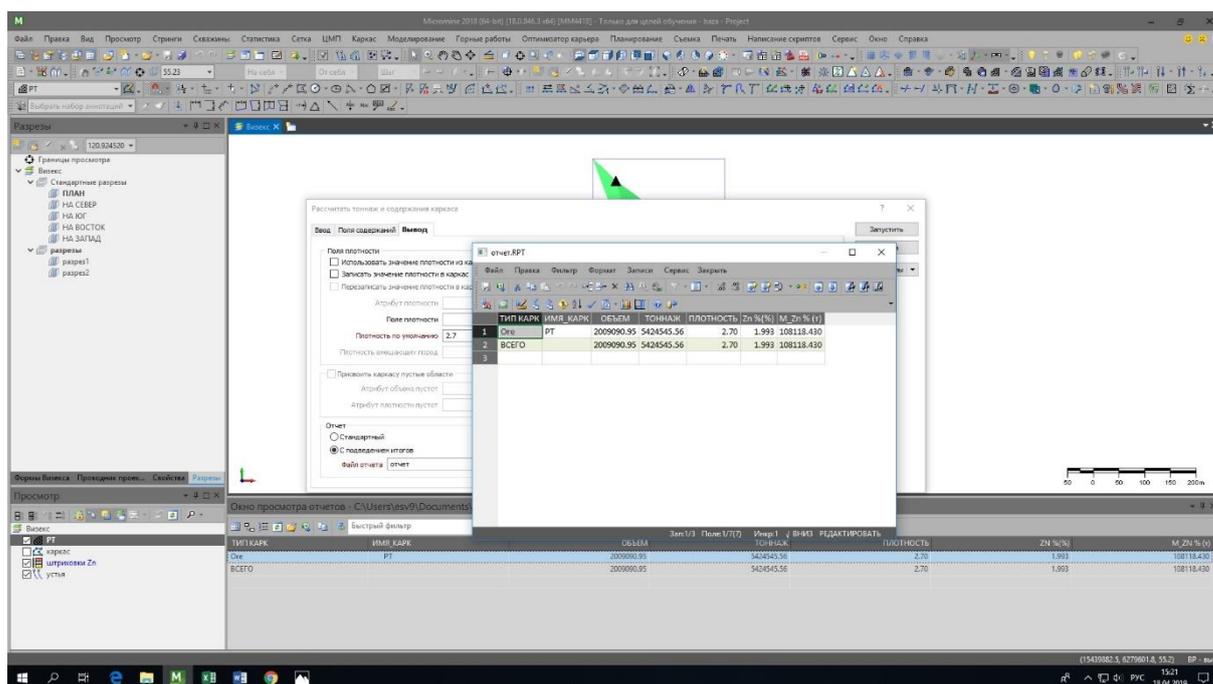


Рис. 5.4. – Подсчет прогнозных ресурсов условного цинка центральной залежи «MICROMINE»

- 1) Объем бурения по метасоматитам составил 956,5 погонных метров.
- 2) Среднее содержание условного цинка на массу породы, полученное путем деления суммы метропроцентов на весь объем проходки ( $946,6 / 956,5$ ) составляет 0,99%
- 3) Объемный масса метасоматитов от 2,64 до 3,58, а руд 2,72 до 3,6. Для расчета принимаем объемный вес для данного участка –  $3,2 \text{ т} / \text{м}^3$
- 4) Площадь в плане –  $48\,250 \text{ м}^2$
- 5) Принимая во внимание, что на глубину не отмечается снижения интенсивности оруденения, а чаще наоборот, рудоносность метасоматитов увеличивается. За нижнюю границу прогнозного подсчета можно считать целесообразную глубину отработки – 500м. При этом вертикальная составляющая штокверка равна 400м.

Объем руды при этих условиях составит:  $48\,250 \text{ м}^2 \times 400 \text{ м} = 19\,300 \text{ тыс. м}^3$

б) Запасы руды в тоннах составят:  $19\,300\,000 \text{ м}^3 \times 3,2 = 61\,760 \text{ тыс. т}$

7) Запасы условного цинка:  $61\,760\,000 \text{ т} \times 0,99 / 100 = 611,4 \text{ тыс. т.}$

## 5.1 Построение сети оценочных работ

Геологоразведочный план центрального участка Турунтаевской рудоносной зоны

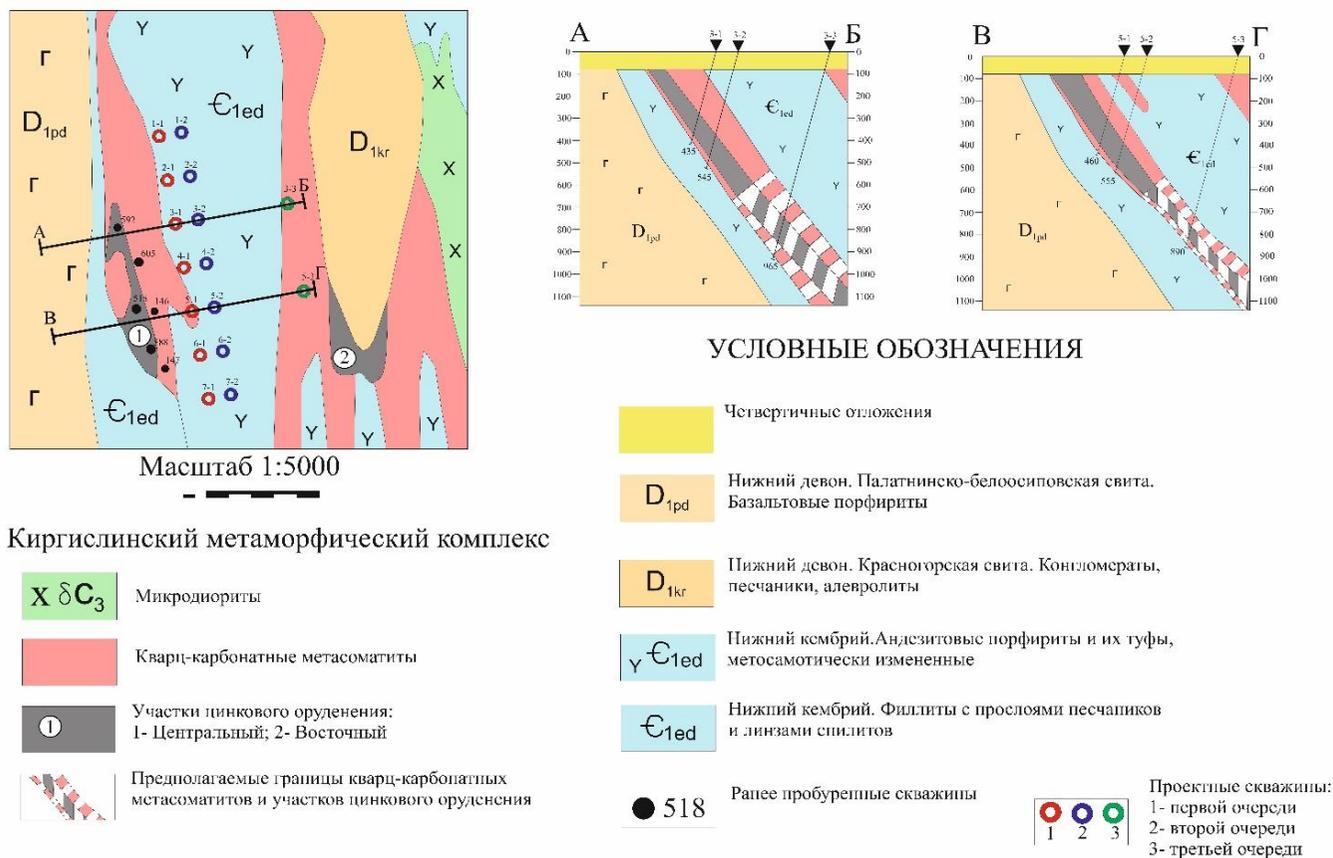


Рис. 5.5 – Геологоразведочный план Центрального участка Турунтаевской рудной зоны

## Буровые работы

Выбор методики проведения буровых работ является ключевым для достижения наивысших результатов. Предлагается колонковое бурение скважин конечным диаметром 76мм.

– оценочное бурение с целью переоценки известных рудопроявлений (Центральное) центральной части Турунтаевской рудоносной зоны. Выполнение работ предусматривается в 3 очереди. Скважины первой очереди выполняют задачу прослеживания оруденения на глубину до 300м и по простиранию с определением особенностей локализации полиметаллического и сопутствующего оруденения. Скважины второй очереди позволят оценить промышленные перспективы оруденения на глубину до 500м. По результатам бурения скважин первой и второй очереди будут подсчитаны запасы по категориям С<sub>1</sub>-С<sub>2</sub>. Единичные скважины третьей очереди позволят оценить оруденение на глубину до 1000м и выявить закономерности локализации оруденения на глубинах 700-1000м. По результатам этих работ будет составлен отчет с разработкой ТЭО временных разведочных кондиций.

Сеть бурения для скважин первой и второй очередей, согласно «Методическим рекомендациям» 200х100м, для скважин третьей очереди 400х100 м. Все оценочные скважины бурятся под углом 75<sup>0</sup>, что определяется условиями залегания рудных залежей по данным предшественников (Рис. 5.5). Объем оценочного бурения **7850** пог. м.

Минимально допустимый проектный выход керна 90%. Качество бурения, в том числе длина рейсов, порядок извлечения керна из колонковой трубы и укладка его будет постоянно контролироваться геологической службой предприятия. Контроль линейного выхода керна будет осуществляться весовым способом, путём сравнения расчётных весов керновых проб с фактическими.

После завершения бурения скважин в них проводится комплекс геофизических исследований, а затем - ликвидационный тампонаж глиной.

## 5.2 Геофизические исследования в скважинах

Геофизические исследования в скважинах предусматриваются для литологического расчленения разреза скважин, выделения рудных интервалов, определения технического состояния скважин, их положения в пространстве. Эти задачи будут решаться комплексом ГИС, выбранного на основе опыта предшествующих работ. Все исследования будут выполняться в соответствии с действующими нормативными документами и методическими указаниями.

Масштаб исследований скважин принимается равным 1:200, детализация выявленных рудных интервалов производится в масштабе 1:20.

В состав комплекса входят:

- инклинометрия;
- каротаж КС;
- каротаж ВП;
- каротаж магнитной восприимчивости (КМВ);
- каротаж ГК;
- плотностной каротаж ГГК-П)

## 5.3 Опробование

### *Керновое опробование*

Керновое опробование скважин колонкового бурения проводится с целью выявления комплексного оруденения. Керновые пробы будут отбираться на длину рудного интервала, мощность которого в среднем 10м. Отбор проб производится только из интервалов одного рейса и по породам одного петрографического состава. Средняя длина пробы 1 м. Средний выход керна, при минимально допустимом по рудным интервалам в 80% (согласно требованиям ГКЗ), принимается равным 90%.

При диаметре керна 76 мм опробование будет производиться путем распиловки керна по оси на две части, одна из которых поступает в пробу, а другая остается для хранения и контрольного опробования.

Объем колонкового бурения 7850 м. Всего будет отобрано 785 керновых проб.

### ***Отбор образцов для определения физических свойств пород и руд***

Уже на стадии поисковых и тем более оценочных работ, для создания основы к оценке ресурсов и подсчета запасов и для геофизических исследований важным является определение физических свойств горных пород и различных природных типов руд. Поэтому предусматривается отбор образцов на определение объемной массы, магнитной восприимчивости, поляризуемости, влажности.

Планируется отобрать образцы из керна буровых скважин. Для разных типов горных пород и руд необходимо отобрать статистически значимое количество образцов (не менее чем по 30 шт.).

Всего предполагается отобрать из основных разновидностей пород - 50 образцов.

### ***Отбор образцов для петрографических и минераграфических исследований***

Для изучения минерального состава пород и руд предусматривается отобрать образцы горных пород и руд и изготовить из них прозрачные шлифы и аншлифы и выполнить силикатный анализ.

Предполагается отобрать не менее 70 образцов. Вместе с результатами геохимических поисков по первичным ореолам это позволит уточнить геолого-поисковые признаки полиметаллического оруденения.

### ***Отбор проб для технологических исследований***

Предусматривается отбор малообъемных минералого-технологических проб, предназначенных для лабораторных исследований по одному природному типу руд. Пробы будут отбираться из и керна скважин.

После получения результатов анализа керновых проб будут выбраны представительные рудные интервалы. Параллельно ранее отобраным керновым

пробам будут отобраны сопряженные минералого-технологические пробы. Длина таких проб определится по конкретным длинам рудных интервалов.

Пробы для технологических исследований руд выявленных в керне скважин планируется формировать из дубликатов керновых проб. Длина и вес этих проб определятся длиной рудных интервалов.

Общее количество минералого-технологических малообъемных проб – около 20 шт. Средний вес проб 100 кг. Количество и вес проб будут уточнены после составления программы технологических исследования.

#### ***Отбор (составление) групповых проб на исследование попутных полезных компонентов***

Для определения содержания сопутствующих компонентов оруденения (Pd, Rh, Ru, Os, Ir и Au, Ag, Cd) предусматривается формирование групповых проб. Групповые пробы будут составлены из дубликатов основных проб по отдельным рудным интервалам.

Всего планируется отобрать 50 проб.

#### ***Опытно-методические работы по определению содержаний полезных компонентов в естественном залегании***

Проводится апробация методики РФА для полиметаллических руд

### **5.4 Лабораторные и аналитические работы**

#### ***Обработка проб (пробоподготовка)***

Все рядовые керновые пробы после их просушки и взвешивания будут дробиться на щековой дробилке. Конечный диаметр дробления 3 мм. После щековой дробилки проба пропускается через валковую дробилку с конечным диаметром дробления – 2 мм. Для шламовых проб возможно использование только валковой дробилки с предварительным грохочением до фракции +1 мм.

Поскольку возможно несколько вариантов продолжения анализа, предлагается провести предварительные методические исследования с участием ведущих лабораторий, имеющих опыт работы с полиметаллическими рудами - ЦНИГРИ.

Остатки лабораторных проб и их дубликаты будут храниться в лаборатории до окончания проекта и возвращены в случае необходимости. Геологические дубликаты бороздовых, керновых и шламовых проб после операций сокращения должны храниться на полевой базе до окончания работ.

Дубликаты проб будут использоваться для внутреннего и внешнего геологического контроля основной лаборатории, возможных арбитражных анализов, формирования технологических проб и других исследований.

### ***Лабораторные и аналитические работы***

Основную массу отобранных проб предлагается проанализировать на 64 элемента.

Предполагается проанализировать:

- керновые пробы – 785 шт.
- контрольные пробы опробования – 215 шт.
- групповые на попутные полезные компоненты - 50 шт. будут проанализированы методами масс-спектрометрии с ICP.

ВСЕГО проб 1050 шт.

Важным условием выполнения оценки ресурсов и подсчета запасов, определения свойств пород и руд для геофизических исследований является анализ их физических свойств. Планируется выполнить определение объемного веса пород и руд, их естественную влажность и предел прочности в сухом и водонасыщенном состоянии. Работы будут выполняться в соответствии с ГОСТ 20276-99 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик».

В течение всего периода оценочных работ планируется проводить внутренний геологический контроль анализов проб. Внутренний контроль будет проводиться в лаборатории, выполняющей основные анализы. На контроль пробы будут отправляться по периодам времени равномерно. Объем внутреннего геологического контроля анализов – 5% от общего количества проб.

Внешний геологический контроль анализов проб планируется также выполнять равномерно в течение всего периода оценочных работ.

## **Камеральные работы**

Камеральные работы включают окончательную обработку полевых материалов, составление и вычерчивание графических материалов, составление их электронных версий, разработку трехмерных моделей оруденения и составление отчета с подсчетом запасов по категориям  $C_1$  и  $C_2$ , а также ТЭО временных разведочных кондиций.

## **6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **6.1 График выполнения работ**

Выполнение программы рассчитано на 3 года с января 2020 г. по декабрь 2022 г. Основные этапы и виды работ приводятся ниже:

I этап – I кв. - IV кв. 2020 г. Составление и утверждение проектно-сметной документации, подготовительный период (топогеодезические работы); организация работ.

Полевые и лабораторные работы, в том числе:

– составление структурно-прогнозной карты Ташминского рудного узла на основе интерпретации данных дистанционного зондирования и аэрогеофизических исследований с выделением перспективных площадей I и II очередей;

– проведение рекогносцировочных маршрутов и наземных геофизических работ на выделенных площадях I-III очереди с целью создания детальной структурно-прогнозной основы геологической карты;

– оценка бурением рудоперспективных зон до экономически целесообразных глубин;

– изучение морфологии рудных тел и вещественного состава руд;

– геолого-технологическое картирование руд по керновым пробам;

– проведение гидрогеологических и инженерно-геологических исследований с проходкой скважин и комплексом натуральных испытаний.

II этап — I кв. - IV кв. 2021 г.

- камеральная обработка материалов;
- лабораторно-аналитические исследования;
- разработка технологических регламентов рациональной технологии обогащения и металлургической переработки полиметаллических руд.

III этап – I кв. - IV кв. 2022 г.

- камеральная обработка материалов;
- разработка ТЭО временных разведочных кондиций, представление на утверждение в установленном порядке;
- подсчет запасов и оценка прогнозных ресурсов;
- составление геологического отчёта с подсчетом запасов с разработкой ТЭО временных разведочных кондиций, представление отчета на утверждение в установленном порядке.

Общая стоимость работ с НДС составляет 232 213 220 рублей (табл. 6.1).

Таблица 6.1 – Сводный сметно-финансовый расчет стоимости оценочных работ

Наименование работ и затрат	Един. измер.	Объем работ	Единич. расценка	Сметная стоимость, всего, руб.
<b>I. Основные расходы (А+Б)</b>	руб.			112 382 571
А. Собственные геологоразведочные работы	руб.			86 909 670
Составление ПСД	руб.			2 000 000
1. Полевые работы				
1.1. Отбор керновых проб	проба	785	1500	1 177 500
1.2 Геофизические исследования	руб.			6 000 000
1.3. Бурение оценочных скважин	Пог. м	7850	7 150	56 127 500
1.4. Минералого-технологическое картирование	проба	20	15000	300 000
1.5 Строительство дорог	руб.			3 000 000
1.6 Временное строительство	руб.			2 000 000
2. Организация работ	%	3.0		2 058 150
3. Ликвидация работ	%	2.4		1 646 520
4. Камеральные работы	всего			6 300 000

Продолжение таблицы 6.1

Наименование работ и затрат	Един. измер.	Объем работ	Единич. расценка	Сметная стоимость, всего, руб.
4.1 Первичная, промежуточная и сводная геологическая документация, составление отчета	Мес.	10	350 000	3 500 000
4.2 Составление макета структурно-прогнозной карты на основе дистанционного зондирования и переинтерпретации геофизических данных, 1500 км <sup>2</sup>				2 800 000
<b>Б. Сопутствующие работы и затраты</b>	руб.			
1. Транспортировка грузов и персонала (% от полевых работ)	%	30		25 472 901
<b>II. Накладные расходы (% от I)</b>	%	20		22 476 514
<b>III. Плановые накопления (% от I+II)</b>	%	10		13 485 909
Итого I+II+III	руб.			148 344 994
<b>IV. Компенсируемые затраты</b>				
1. Полевое довольствие	чел. дн	5 000	700.0	3 500 000
2. Спутниковая связь	мин.	3 200	55.5	177 600
3. Командировочные расходы	руб.			400 000
4. Экспертиза ПСД	руб.			400 000
Итого IV	руб.			4 477 600
<b>V. Подрядные работы</b>				
1. Лабораторные работы:				
1.1. ИСР на 64 элемента	проба	1050	700	735 000
1.2 Изучение вещественного состава руд и околорудно-измененных пород	образец	100	500	50 000
1.3. Внутренний и внешний контроль ИСР	проба	215	700	150 500
1.4 Групповые пробы (ИСР на Pt, Pd и Au)	проба	50	800	40 000

Наименование работ и затрат	Един. измер.	Объем работ	Единич. расценка	Сметная стоимость, всего, руб.
1.5 Технологические лабораторные испытания	проба	10	1 500 000	15 000 000
1.6 Опытные методические работы РФА (Pb, Zn, Cd, Ag, S, As)	образец			1 000 000
Итого V				16 785 100
Итого I-V				169 607 694
<b>VI. Экологические работы</b>	руб.			3 000 000
Итого I-VI				172 607 694
<b>VII. Резерв (12%)</b>				20 712 923
Всего без НДС				193 511 017
Всего с НДС (20%)				232 213 220

## 7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность – это ответственность за воздействие решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое учитывает интересы коллектива и общества, содействует устойчивому развитию, включает благосостояние и здоровье общества. Обязательно должно соответствовать законодательству и международным нормам поведения.

Целью настоящей работы является изучение геологического строения и вещественного состава руд Турунтаевской полиметаллической рудной зоны, а также постановка геологоразведочных работ на Центральном участке Турунтаевской полиметаллической рудной зоны.

Объект исследования расположен в 65 км от Томска, у села Турунтаево. Зона выявлена в 1964 году при проведении геологосъемочных работ масштаба 1:50000. С 1964 по 1983 годы в пределах зоны пробурено 230 скважин (42917 п.м.). Зона прослежена по простиранию на 12 км при ширине 1-2 км и вскрыта скважинами на глубину до 500 м. По комплексу геофизических и геохимических признаков протяженность рудной зоны составляет около 40 км от р. Латат на севере до устья р. Омутной на юге. Рудная зона приурочена к крутопадающим разрывным нарушениям субмеридионального (Кузнецко-Алатаусского)

направления. В наиболее богатой части минерализация приурочена к зоне контакта между черными филлитовидными сланцами и андезибазальтами единисской свиты.

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

При разработке данного раздела учитывались необходимые нормы и требования законов Российской Федерации при работе за компьютером.

### **7.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

В соответствии с пунктом 13.1 статьи 13 Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 №118» [8]. О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03» [9] лица, работающие с ПЭВМ более 50% рабочего времени (профессионально связанные с эксплуатацией ПЭВМ), должны проходить обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в установленном порядке.

Нормальная продолжительность рабочего времени согласно статье 91 Трудового кодекса РФ не может превышать 40 часов в неделю. Согласно статье 92 Трудового кодекса РФ сокращенная продолжительность рабочего времени при проведении работ профессионально связанных с эксплуатацией ПЭВМ не предусмотрена.

В соответствии с Типовой инструкцией по охране труда при работе на персональном компьютере ТОИ Р-45-084-01 [11], продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать двух часов. При выполнении в течение рабочей смены работ, относящихся к различным видам трудовой деятельности, за основную работу с компьютером следует принимать такую, которая занимает не менее 50% времени в течение рабочей смены или рабочего дня.

Согласно статье 111 Трудового кодекса РФ при шестидневной рабочей неделе работникам предоставляются один выходной день в неделю – воскресенье.

### **7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Рабочее место – это часть пространства, в котором инженер осуществляет трудовую деятельность и проводит большую часть рабочего времени. Рабочее место, хорошо приспособленное к трудовой деятельности инженера, правильно и целесообразно организованное, в отношении пространства, формы, размера, обеспечивает ему удобное положение при работе и высокую производительность труда при наименьшем физическом и психическом напряжении. При правильной организации рабочего места производительность труда инженера возрастает с 8 до 20 процентов [14].

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03 [9] (рабочее место для выполнения работ, в положении сидя) конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места инженера должны быть соблюдены следующие основные условия:

- оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места;
- достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения;
- необходимо естественное и искусственное освещение для выполнения поставленных задач;
- уровень акустического шума не должен превышать допустимого значения.

Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление инженера. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что

требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

## 7.2 Производственная безопасность

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ в этом помещении описаны в таблице 7.1 в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [1].

Таблица 7.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ по изучению вещественного состава и структурно-текстурных особенностей пород Турунтаевской полиметаллической зоны.

Наименование видов работ	Ф а к т о р ы (12.0.003-2015 ССБТ с измен. 2018 г.)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Сбор, изучение, анализ имеющихся материалов; камеральная обработка, формирование пояснительной записки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>2. Отклонение параметров микроклимата в помещении</li> <li>3. Степень нервно-эмоционального напряжения</li> <li>4. Шум</li> <li>5. Электромагнитное излучение.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрический ток</li> <li>2. Пожарная опасность</li> </ol>	ГОСТ 12.1.019 -79 [10] ГОСТ 12.1.038-82 [4] ПТЭ и ПТБ потребителей [14] ПУЭ [15] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [8] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [9] СанПиН 2.2.4.548-96 [10] ГОСТ 12.1.003 – 83 [5] СН 2.2.4/2.1 .8.562-96 [15]

### 7.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований и обоснование мероприятий по их устранению

## Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов. Недостаточная освещенность может возникать при неправильном выборе осветительных приборов при искусственном освещении и при неправильном направлении света на рабочее место при естественном освещении.

Оценка освещенности производилась в соответствии с СанПиНом 2.2.1/2.1.1.1278-03 [8]. В таблице 7.2 приведены нормируемые и фактические показатели искусственного освещения. Нормируемые показатели представлены для кабинетов, рабочих комнат, офисов, представительств в административных зданиях (министерства, ведомства, комитеты, префектуры, муниципалитеты управления, конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения). Реальная освещенность на рабочем взята из материалов проведенной проверки соответствия нормам помещений по условиям труда.

Таблица 7.2 – Нормируемые и фактические показатели искусственного освещения [8]

Рабочая поверхность и плоскость нормирования освещенности (Г-горизон-тальная) и высота плоскости над полом, м	Освещенность (при общем освещении), лк		Показатель дискомфорта М, не более		Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более	
	Фактическая	Допустимая	Фактическая	Допустимая	Фактическая	Допустимая
Г-0,8	400	300	40	40	15	15

Данное помещение имеет следующие размеры: длина (А) =7 м, ширина (В) = 6 м, высота Н = 3,5 м. Высота рабочей поверхности  $h_{рп}=0,8$  м. В кабинете используется система общего равномерного освещения.

Светильники размещены в 4 ряда. В каждом ряду установлено по 3 светильника типа ЛВО 4×18 мощностью 71,5 Вт (с длиной 0,595 м). Световой поток 3500 лм. Лампы встроены в навесной потолок, из чего следует, что высота расчетной высоты (h) равна 2,7 м ( $h=N-h_{рп}=3,5 \text{ м}-0,8 \text{ м}$ ).

Расчет освещения сводится к тому, чтобы узнать, сколько необходимо таких ламп для обеспечения освещенности помещения. По формуле:

$$N = \frac{E \times S \times z \times k}{\Phi \times \eta} \quad (1)$$

где N – число светильников;

E – заданная минимальная освещенность, лк;

S – площадь помещения, м<sup>2</sup>

z – характеризует неравномерность освещения и составляет 1,15 для ламп накаливания и 1,1 для люминесцентных ламп;

k – коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы вследствие ее старения, запыленности и т.д. (для люминесцентных ламп 1,5 и для ламп накаливания 1,3)

Φ – световой поток, лм;

η – коэффициент использования;

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть не менее 300 лк [8], исходя из этого для расчетов примем E = 300 лк. S = 7×6=42 м<sup>2</sup>. Для люминесцентных ламп: z = 1,1; k = 1,5. Исходя из технических характеристик светильника Φ = 3500 лм. Для определения η необходимо найти индекс помещения по формуле:

$$I = \frac{A \times B}{h \times (A + B)} = \frac{7 \times 6}{2,7 \times (7 + 6)} = 1,2 \quad (2)$$

где I – индекс помещения;

h – расчетная высота;

А и В – длина и ширина помещения.

Найдя коэффициент  $i$ , необходимо оценить коэффициенты отражения поверхностей помещения: потолка -  $гп$ , стен -  $гс$ , пола –  $гр$ . Используя справочные данные определили, что  $гп = 0,5$ ;  $гс = 0,5$ ;  $гр = 0,25$ .

Далее, имея такие данные, нужно на основании специальных графиков кривых силы света определить значение  $\eta$ . Т.е. при  $гп = 0,5$ ;  $гс = 0,5$ ;  $гр = 0,25$  и  $i=1,2$ , значение  $\eta = 60 \%$

Находим искомое количество светильников по приведённой выше формуле:

$$N = \frac{300 \times 42 \times 1,1 \times 1,5}{3500 \times 0,6} = 9,9 \text{ шт} \quad (3)$$

Таким образом, для достижения необходимой освещенности в аудитории должно быть 10 светильников.

В учебной аудитории установлено 12 светильников, что указывает на достаточную освещенность помещения.

Исходя из расчетов, можно сказать, что освещенность соответствует нормативным данным, следовательно, освещение оказывает благоприятное влияние на качество рабочего процесса и безопасность учащихся.

### **Отклонение параметров микроклимата в помещении**

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха [10];

К источникам теплоты относится вычислительное оборудование, приборы освещения. Из них 80% суммарных выделений дают ЭВМ, что может

привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещениях.

На рабочих местах производственные помещения, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением в залах вычислительной техники, должны выполняться оптимальные условия микроклимата [10].

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах [10].

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 7.3, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

По интенсивности общих энергозатрат организма в процессе труда работа с ПЭВМ относится к категории работ Ia [10].

Из таблицы видно, что показатели характеризуют микроклиматические условия как оптимальные, которые при их воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивают оптимальное тепловое состояние организма. В этих условиях напряжение терморегуляции минимально, общие и (или) локальные дискомфортные теплоощущения отсутствуют, что позволяет сохранять высокую работоспособность.

В помещениях, оборудованных ПЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ [8].

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005-88 [2] и СанПиН 2.24.548-96 [12].

Они едины для всех производств и всех климатических зон с некоторыми незначительными отступлениями.

Таблица 7.3 – Оптимальные величины и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений при работе в компьютерном помещении [10]

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Темп-ра воздуха, °С		Темп-ра поверхн-й °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Фак.	Опт.	Фак.	Опт.	Фак.	Опт.	Фак.	Опт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Холодный	Ia	23	22-24	23	21-25	50	60-40	0.1	0.1
Теплый	Ia	24	23-25	24	22-26	50	60-40	0.1	0.1

В этих нормах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

### **Степень нервно – эмоционального напряжения**

Длительная непрерывная работа с ПК вызывает усталость и перенапряжение зрения, внимания, нервно-эмоциональное и умственное напряжение. Все это может отрицательно повлиять на производительность труда, качество труда, «эмоциональное здоровье» человека и окружающее его общество.

Во избежание перечисленных последствий продолжительность непрерывной работы с ПК без перерыва не должна превышать 2 часов.

При работе на ПК необходимо осуществлять комплекс профилактических мероприятий:

■ проводить упражнения для глаз через каждые 20-25 минут работы на ПК, а при появлении зрительного дискомфорта, выражающегося в быстром развитии усталости глаз, рези, мелькании точек перед глазами и т.п., упражнения для глаз проводятся индивидуально, самостоятельно и раньше указанного времени;

– для снятия локального утомления должны осуществляться физкультурные минутки целенаправленного назначения индивидуально;

– для снятия общего утомления, улучшения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, а также мышц плечевого пояса, рук, спины, шеи и ног, следует проводить физкультпаузы [9].

## **Шум**

Главным источником шума при создании настоящей работы являлись процессоры компьютеров в аудитории 540, 20-го корпуса ТПУ.

Длительное воздействие шума снижает остроту слуха и зрения, повышает кровяное давление, утомляет центральную нервную систему, в результате чего ослабляется внимание, увеличивается количество ошибок в действиях рабочего, снижается производительность труда. Воздействие шума приводит к появлению профессиональных заболеваний и может явиться причиной несчастного случая.

Органы слуха человека воспринимают звуковые колебания с частотой 16–20000 Гц. Колебания с частотой ниже 20 Гц (инфразвук) и выше 20000 Гц (ультразвук) не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое воздействие на организм. Гигиенические нормативы шума определены ГОСТ 12.1.003 - 83\* «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» [3] и СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [17] «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий».

Для снижения шума в помещениях проводятся следующие основные мероприятия:

– уменьшение уровня шума в источнике его возникновения;

- звукопоглощение и звукоизоляция;
- установка глушителей шума;
- рациональное размещение оборудования.

### **Электромагнитное излучение (ЭМИ)**

Основным вредным фактором, воздействию которого подвергается инженер-исследователь при работе за компьютером, является электромагнитное излучение. Оно пагубно влияет на костные ткани, ухудшает зрение, повышает утомляемость, а также способствует ослаблению памяти и возникновению онкологических заболеваний.

Безопасные уровни излучений регламентируются нормами СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [13] и представлены в таблице 7.4.

Таблица 7.4. – Временные допустимые уровни (ВДУ) электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах [13]

<b>Наименование параметров</b>		<b>ВДУ</b>
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

С целью снижения вредного влияния электромагнитного излучения при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие общие гигиенические требования [13]:

Длительность работы без перерыва взрослого пользователя должна быть не более 2 ч, ребенка – 10–20 мин, в зависимости от возраста. В процессе работы следует менять содержание и тип деятельности (чередовать ввод данных и редактирование). Согласно требованиям санитарных норм, необходимы обязательные перерывы при работе за компьютером, во время которых

рекомендовано делать упражнения для глаз, рук и опорно-двигательного аппарата.

Рабочее место с компьютером должно располагаться по отношению к окнам таким образом, чтобы лучи света падали слева. Если в помещении находится несколько компьютеров, то расстояние между экраном одного монитора и задней стенкой другого должно быть не менее 2 м, а расстояние между боковыми стенками соседних мониторов – 1,2 м. Оптимальным расстоянием между экраном монитора и глазами работника является 60 – 70 см, но не ближе 50 см.

Для ослабления влияния рассеянного рентгеновского излучения от монитора ПК рекомендуется использовать защитные фильтры (экраны).

### **Электрический ток.**

Электрические установки, к которым относятся практически все оборудование ЭВМ, представляет для человека большую потенциальную опасность.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока и ЭМП зависит от: рода и величины напряжения и тока, частоты тока, пути тока через тело человека, продолжительность воздействия электрического тока на организм человека, условий внешней среды.

Реакция человека на электрический ток возникает лишь при протекании тока через тело. Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него сложное действие – термическое, электролитическое, биологическое, механическое.

Напряжения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 7.5 [4].

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, т.е. соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок потребителей [8], правил техники безопасности

при эксплуатации электроустановок потребителей [8] (ПТЭ и ПТБ потребителей) и правил устройства электроустановок (ПУЭ) [9].

Таблица 7.5 - Предельно допустимые значения напряжений и токов [4]

Род тока	Напряжение (U), В	Сила тока (I), мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Примечания: напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействия не более 10 минут в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения; напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25<sup>0</sup>С) и влажности (более 75%), должны быть уменьшены в три раза.

Аудитория, где проводится камеральная обработка результатов научной деятельности, согласно ПУЭ [9] относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током (относительная влажность воздуха – не более 75 %, температура воздуха +25С<sup>0</sup>, помещение с небольшим количеством металлических предметов, конструкций).

Основные нормативные акты, устанавливающие требования электробезопасности являются ГОСТ 12.1.019 -79 [3] и ГОСТ 12.1.038-82 [4].

Для предотвращения электротравм следует соблюдать требования, предъявляемые к обеспечению электробезопасности работающих на ПЭВМ:

- все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должно питаться от одной фазы электросети;
- корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с одной общей точкой;
- для отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный пункт с автоматами и общим рубильником;

– все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования должны проводиться при отключенном электропитании.

### **7.3 Экологическая безопасность**

Эксплуатация далеко не самая сложная операция с персональным компьютером, с точки зрения экологии, самая сложная операция – это утилизация.

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:

1) 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.

2) 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.

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

4) Составление акта списания компьютерной техники с обязательным отображением в бухгалтерском учете предприятия.

5) Утилизация техники на соответствующем предприятии, имеющем право на переработку компьютеров.

б) 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 должна утилизироваться по правилам [2].

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 [16].

#### **7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

В данном разделе рассматривается чрезвычайная ситуация – пожары в зданиях, сооружениях жилого, социального и культурного назначения, относящаяся к классу ЧС техногенного характера.

В современных ЭВМ очень высока плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммутационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 80-100°C. При повышении температуры отдельных узлов возможно оплавление изоляции

соединительных проводов, которое ведет к короткому замыканию, сопровождающееся, в свою очередь, искрением.

«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» утвержден федеральным законом от 22 июля 2008 г [15]. – определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и общие принципы обеспечения 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;

- снижение технологической взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий;

- 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 локализации небольших загораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 шт.);

- установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчики-сигнализаторы типа ДТП).

В данном помещении не обнаружено предпосылок к пожароопасной ситуации. Это обеспечивается соблюдением норм при монтаже электропроводки, отсутствием электрообогревательных приборов и дефектов в розетках и выключателях.

## **Выводы по разделу**

В данном разделе были проанализированы вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проведении исследований в лаборатории или компьютерном классе, при написании дипломной работы. Так же указаны мероприятия по их устранению и снижению риска для здоровья и повышения работоспособности обучающегося.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы был изучен минеральный и химический состав руд Турунтавской полиметаллической зоны, подсчитаны прогнозные ресурсы условного цинка по категории  $P_2$  Центральной залежи (611,4 тыс. т) и составлен проект оценочных работ Центрального участка рудоносной зоны.

В результате выполнения проектных построений будут решены следующие задачи:

– Проведены оценочные работы на цинк и сопутствующие свинец, кадмий, серебро на основе оценочного бурения на рудопроявлении Центральное Турунтаевской рудоносной зоны;

– Проведены лабораторно-аналитические исследования и технологические испытания с целью определения рациональных способов обогащения руд и металлургического передела концентратов.

– По результатам оценочных работ в пределах центральной части Турунтаевской рудной зоны (Центральное рудное поле) будут разработаны ТЭО временных разведочных кондиций и на их основе произведены подсчет запасов по категориям  $C_2$  и ресурсов категории  $P_1$ , адаптированных к международной классификации запасов и ресурсов, согласно Кодексу НАЭН.

– Построены геолого-математические модели объектов оценки

– Разработаны ТЭО временных разведочных кондиций, составление отчета с подсчетом запасов с утверждением в установленном порядке.

– Даны рекомендации по дальнейшему направлению работ

Общая стоимость проектируемых ГРП 232 212 220, включая НДС.

## Список используемой литературы

### Нормативная литература

1. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
2. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
3. ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
4. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
5. ГОСТ 12.1.003 – 83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
6. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). Москва, 2017.
7. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (золото рудное). Москва, 2017.
8. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
9. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
10. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
11. ТОИ Р-45-084-01 «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере». - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.

12. 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.
13. ICCSR 26000:2011 «Социальная ответственность организации».
14. Бурлак Г.Н. Безопасность работы на компьютере: Организация труда на предприятиях информационного обслуживания: учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 144с.
15. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
16. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 28.12.2016) "Об отходах производства и потребления".
17. СН 2.2.4/2.1 .8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий

#### **Фондовая литература**

18. Ахмадцин Н.Ю., Домаренко В.А. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые листа О-45-XXXII. Окончательный отчет ТГРЭ, ТПУ, Томск, ТФ Томскгеолкома, 2009
19. Ахмадцин Н.Ю., Домаренко В.А. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые листа О-45-XXVI. Окончательный отчет ТГРЭ, ТПУ, Томск, ТФ Томскгеолкома, 2009
20. Бердников А.П., Скогорев А.И. Геохимические исследования в районе Томь-Яйского междуречья. Окончательный отчет Центральной геохимической партии за 1973-77 г.г. Томск. ТФ Томскгеолкома № 2104, 1977.
21. Бердников А.П., Скогорев А.И. Отчет по геохимическим исследованиям на площади Томь-Яйского междуречья Томской области за 1978-1983г.г. Томск. ТФ Томскгеолкома № 2701, 1984, 107с.
22. Глазырин А.Я., Филатов В.В. Отчет геофизической партии по поискам полиметаллических руд в пределах Турунтаевской зоны

полиметаллической минерализации. Томск. ТФ Томскгеолкома № 2751,1983, 66с.

23. Галанский В.М., Лященко Н.Г. Результаты комплексной аэрогеофизической съемки масштаба 1:50 000 (1:100 000) на Томской площади. Новосибирск, 1992.

24. Залипухин М.И., Судаков Ю.И. и др. Отчет о результатах аэромагнитной съемки в пределах Колывань-Томской складчатой зоны (м-б 1:25000) и Тургайского прогиба (1:150000). Аэромагнитная партия № 48/76. Новосибирск, 1977.

25. Рубцов А.Ф. Турунтаевская зона цинковой минерализации. Отчет Петровской партии по поисковым работам за 1980-1983. Томск. ТГРЭ, ТФ Томскгеолкома № 2780,1983.

26. Рубцов А.Ф. Геологическое строение и полезные ископаемые листов О-45-112-В, Г. Отчет Бороковской партии о результатах геологосъемочных работ масштаба 1:50000, проведенных в 1986-1991г.г. Томск. ТФ Томскгеолкома № 3568, 1991.

27. Рубцов А.Ф., Артемьева Н.П. Отчет Татульской партии по поискам бокситов на юго-востоке Томской области в 1976-1977г.г. Томск. ТФ Томскгеолкома № 2314, 1978.

28. Рубцов А.Ф., Врублевский В.А. и др. Отчет Искринской партии по общим поискам месторождений полиметаллических руд в 1979-1981г.г. Томск. ТФ Томскгеолкома № 2531, 1981.

29. Рубцов А.Ф., и др. Отчет Петровской партии по поисковым работам 1980-1983г.г. Томск. ТФ Томскгеолкома № 35-80-4/2, 1983.

30. Удодов П.А., Матусевич В.М. Гидрогеохимия листов 0-45-123-А и 0-45-123-Б. Отчет о НИР, ТФ, ТГРЭ, Фонды ТПУ, 1960.

31. Удодов П. А., Паршин П.Н., Копылова Ю.Г. и др. Гидрогеохимия Колывань-Томской складчатой зоны. Окончательный отчет гидрогеохимической партии за 1964-1965 г.г. по теме: «Изучение условий миграции микрокомпонентов в водах полузакрытых геологических структур и

оценка площадей, перспективных для постановки специальных поисковых работ на руды цветных и редких металлов в Колывань-Томской складчатой зоне». Томск. Фонды ТПУ, 1966.

### **Опубликованная литература**

32. Антонович Р.М. Результаты обобщения материалов детальной аэромагнитной съемки Западной Сибири. Геофизические методы при разведке недр и экологических исследованиях. Томск, 1996, С.81-82.

33. Бергер В.И. Сурьмяные месторождения. Л. Недр, 1978, 296с.

34. Бересневич И.П. Отчет по статистико-экономическому и техническому исследованию золотопромышленности Томского горного округа. СПб. Горный Департамент, 1912, т.1, т.2 и т.3.

35. Гидрогеохимический прогноз золотооруденения в северной части Колывань-Томской зоны. Копылова Ю.Г., Коробейникова Е.С., Лисина А.В. и др. В сб.: Природокомплекс Томской области. Т.1.Томск. Изд.ТГУ, 1995, С.158-165.

36. Горюхин Е.Я., Рубцов А.Ф. Полиметаллическое оруденение Турунтаевской рудной зоны. Мат-лы по стратиграфии и палеонтологии Западной Сибири. Томск. Изд. ТГУ, 1974, С.64-67.

37. Загороднов А.М., Смирнов Н.М. К вопросу о тектоническом строении Томь-Яйского междуречья. Тр. СНИИГГиМС. 1961, вып.17, С.85-92.

38. Левашов Б.М., Паршин П.Н. О золотоносности Колывань-Томской складчатой зоны. Вопросы геологии месторождений золота Сибири. Томск. Изд. ТГУ, 1968, С.166-171.

39. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Свинцовые и цинковые руды. М. 2007

40. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Серебряные руды. М. 2007

41. Рубцов А.Ф., Врублевский В.А. и др. Турунтаевская зона полиметаллической минерализации. В сб.: Рудные формации и месторождения Сибири. Томск. Изд. ТГУ, 1979, С.126-130.

42. Сборник руководящих материалов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых. Т.1. М. 1985, 576с.

43. Тюлюпо Б.М., Рубцов А.Ф. и др. Новый тип минерализации в Томской области. В сб.: Новые данные по геологии и полезным ископаемым Западной Сибири. Изд. ТГУ. 1979, вып.14, С.37-41.

44. Удодов П.А., Матусевич В.М., Григорьев Н.В. Гидрогеохимические поиски в условиях полужакрытых геологических структур Томь-Яйского междуречья. Томск. Изд. ТГУ, 1965, 201с.

#### **Литература на иностранном языке**

45. Love D. A., Clark, A. H., and Glover, K. J., 2004 - The Antamina deposit, Ancash, Peru: The stratigraphic and structural setting of a giant copper-zinc skarn.

46. McKee, E. H., Noble, D. C., Scherkenbach, D. A., Drexler, J. W., Mendoza, J., and Eyzaguirre, V. R., Age of porphyry intrusion, potassic alteration, and related Cu-Zn skarn mineralization, Antamina district, northern Peru.

47. Redwood, D. D., 1999 - The Geology of the Antamina Copper-Zinc Skarn Deposit, Peru: The Gangue, Geological Association of Canada Mineral Deposits Division Newsletter, Issue 60, pp. 1-7.

48. Pacheco A. M., 1997 - Internal report for Compañía Minera Antamina S.A.

49. Hathway, L. H., 1997 - Geological surface mapping and structural interpretation at Antamina, Peru

## Приложение А

### «THE GEOLOGY OF THE ANTAMINA COPPER-ZINC DEPOSIT, PERU, SOUTH AMERICA»

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ71	Сорокин Евгений Игоревич		

Консультант – лингвист Отделения школы иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Уткина Анна Николаевна	к. филос. н.		

## Introduction

The Antamina Copper Zinc Deposit (9° 32'S Latitude; 77° 04'W Longitude; 4100-4700 m above sea level) is located in the North Central Andes of Peru, 270 km in a straight line north of Lima. Huaraz is the closest large city to the mine and it can be reached by direct flight from Lima or by a six hour drive. Access to the mine, east of Huaraz, is by a 3.5-hour drive on a 200 km paved road (Fig. 1).

The Antamina deposit is a very large copper-zinc skarn with silver, molybdenum, lead and bismuth formed by the intrusion of a quartz monzonite body into limestones.

The Antamina mining project is the largest industrial project ever in Peru. The investment amount for the construction phase was 2.3 billion US dollars, covering the mine site, port facilities and the 320 km pipeline which carries copper and zinc concentrates from the mine to the coast. Construction began in 1999 and on 11 July, 2001 the first concentrate was shipped from the Pacific coast Port of Huarney. Peruvian President Toledo formally inaugurated the Antamina mine on 14 November, 2001 [45].

Historical artisanal mining was undertaken in the Antamina Valley for several centuries. The first recorded owner and operator was Leopold Pflucker in 1850. He built a small copper and lead smelter at Juproc using coal from nearby outcrops. The Italian naturalist Antonio Raymondi visited the area in November 1860 and found the smelter to be producing lead ingots of 35 kg containing 20 to 25 ounces (0.6 to 0.75 kg) of silver.

The first company to carry out exploratory work in the valley was Cerro de Pasco Corporation, during the period from 1952 to 1971. Work was confined to the steep slopes on the East Side of the deposit where the topography allowed easy underground access by means of adits. On 30th October, 1970 all of the mining assets owned by Cerro de Pasco were transferred to the Government of Peru [46].

Following the expropriation, 2200 hectares of mining rights were passed to Minero Peru, the mining administration agency of the Government of Peru, which in 1974 formed the Empresa Minera Especial (EME) in partnership with the Government

of Romania's mining agency, Geomin. EME carried out a careful and methodical program of work on the property culminating in a series of full feasibility studies of Antamina based on the proven and probable reserves determined from drilling and underground sampling. In 1992, Minero Peru used these studies as a basis for an attempt to market Antamina and produced an Investment Compendium that was not widely circulated, and as a result the sales effort failed. In 1993 the Antamina property was transferred to Centromin (a State owned mining corporation) and became part of a government privatisation sales package.

In 1996 Rio Algom Limited and Inmet Corporation, both of Canada, successfully bid for the property and immediately formed Compañía Minera Antamina (CMA) as a 50:50 owned joint venture. In 1998, Inmet sold out its interest in Antamina to two other Canadian companies and CMA was restructured under an ownership of 37.5% Rio Algom, 37.5% Noranda Inc., and 25% Teck Corporation. In 1999, the ownership was further modified when each of the 3 partners sold portions of their interest to Mitsubishi Corporation, resulting in an ownership breakdown of 33.75% Rio Algom, 33.75% Noranda, 22.50% Teck, and 10% Mitsubishi.

In 2000, Billiton Pic of Great Britain bought 100% of Rio Algom Limited thereby effectively becoming one of the partners. Billiton and BHP merged as did Teck and Comineo, resulting in the current ownership of CMA: 33.75% BHP Billiton, 33.75% Noranda, 22.50% TeckCominco, and 10% Mitsubishi [47].

### **Regional Metallogeny**

Antamina lies within the eastern part of the polymetallic belt of North Central Peru. This belt is located in the Western Cordillera between about 6°S (the Huancabamba Deflection) and 14°S (the Abancay Deflection) and is defined at either end by transverse, arc normal structural features. Mineralisation in the belt shows a Zn-Pb-Ag-Cu-Au association, mainly in hydrothermal deposits related to Middle to Upper Miocene calc-alkaline subvolcanic and high level intrusions.

The belt was traditionally known for major Zn-Pb-Ag mines such as Cerro de Pasco, Milpo, Casapalca-Morococha and others, although porphyry Cu and Cu-Au

deposits also occur. Over the past decade it has become the major gold producer in South America with the discovery of epithermal gold deposits such as Yanacocha, Pierina, Quicay and Alto Chicama. The ore deposits of the belt are characterised by significant amounts of other associated metals, some of which may be produced as by-products at different mines. These include Bi, Cd, Se, Te, Sb, In, Hg, Ge, Sn, W, Mo and As. A number of currently operating mines and past producers, including Contonga, Huanzala and Pachi Pachi (Fig. 1), are situated proximal to Antamina.

### **Regional Geology**

The Antamina deposit is located in the Andes mountain belt, which is situated on the Pacific margin of South America, where the oceanic Nazca Plate is being subducted to the east under the continental South American Plate. Plate collision and subduction zone melting have been responsible for the folding and faulting, mountain uplift, volcanism, plutonism and the majority of the mineral deposits of the Andes. North Central Peru, where Antamina is located, is a seismically active zone but does not currently have any active volcanoes.

The Andes of North Central Peru comprise from west to east, the Coastal Zone (desert), the Western Cordillera (Cordillera Occidental) and the Eastern Cordillera (Cordillera Oriental). Antamina lies in the eastern part of the Western Cordillera.

The Western Cordillera is composed of two main mountain chains. The Cordillera Negra in the west is separated from the Cordillera Blanca in the east by the valley of the Rio Santa (Huaraz valley). Antamina is situated east of the Cordillera Blanca between it and the valley of the Marañon River, which in turn separates the Western and Eastern Cordillera.

Between Antamina and the Pacific Ocean lies the Coastal Zone and the Cordillera Negra. Together these form a magmatic arc that was active from the Late Jurassic to the Tertiary. The main components of this arc are the Casma Volcanics (Albian, ca 105 to 95 Ma), the Coastal Batholith (ca 100 to 50 Ma) and the Calipuy Group Volcanics (Late Cretaceous to Paleogene, ca 95 to 30 Ma). The latter form the Cordillera Negra. The arc was deformed during the mid-Cretaceous (Mochica Phase)

and Late Cretaceous (Peruvian Phase).

To the east of the magmatic arc, thick sediments were deposited in a deep, extensional, ensialic marine back-arc basin called the Western Trough (or Western Peruvian Geosyncline), also active from Late Jurassic to Late Cretaceous times. The sediments consist of slates and quartzites (Chicama Formation, Late Jurassic, ca 152 to 144 Ma) followed by thick deltaic sandstones, shales and coal with a marine limestone (Goyllarisquisga Group, Early Cretaceous, ca 144 to 114 Ma). Next came a marine transgression and deposition of thick marine carbonates (Mid Cretaceous, ca 113 to 88 Ma, Pariahuanca, Chulec, Pariatambo and Jumasha Formations), followed by marine shales with carbonates (Celendin Formation) in the Late Cretaceous (ca 88 to 84 Ma). Following marine regression and basin uplift, there was deposition of continental red bed sediments (Casapalca Formation) in the Late Cretaceous and Paleocene. The Antamina deposit is hosted near the contact of Jumasha Formation and the younger Celendin Formation, both of which are composed of limestones and limey shales, and are situated in the eastern part of the Western Trough (Fig. 2).

This basin was bounded to the east by a basement high (the Marañon High, Axial Threshold or Marañon Geanticline) formed of Late Precambrian schists, phyllites and slates (Marañon Complex), which now forms the Eastern Cordillera where the overlying Mesozoic sediments are much thinner. To the east, a sequence of Mesozoic sandstone and carbonates was deposited in an external foreland basin (the Eastern Basin or Eastern Peruvian Geosyncline) overlapping the Brazilian Shield. This sequence is thinner than that of the Western Trough and now forms the Sub-Andean Zone fold and thrust belt.

The Western Trough was deformed by the Inca 2 fold phase (Incaian) in the Late Eocene (ca 41 - 40 Ma). This resulted in extensive folding and reverse faulting throughout the basin and the formation of a fold-thrust belt in the eastern part along the boundary with the Marañon High (Marañon Fold-Thrust Belt). Antamina is located in this fold-thrust belt. During the Miocene there were three short compressive periods (Quechua 1 to 3) at ca 19 Ma, 12 Ma and 6 Ma, separated by neutral or extensional periods.

In the Middle to Late Miocene, the Cordillera Blanca batholith was intruded in the eastern part of the Western Trough sequence (Chicama Formation) to form the Cordillera Blanca (ca 16.5 to 5 Ma), with coeval ignimbrites (Yungay Formation). At the same time there was widespread magmatism (middle- to high-K calc-alkaline) throughout the Western and Eastern Cordilleras. The Antamina stock is a part of this latter phase [48].

### Local Geology

The oldest landform in the eastern part of the Western Cordillera, where Antamina is situated, is the Puna Surface. This is the remnant of a peneplain of regional extent now shown by concordant mountain peaks. Around Antamina the peaks are generally at an altitude of 4500 to 4700 m above sea level.

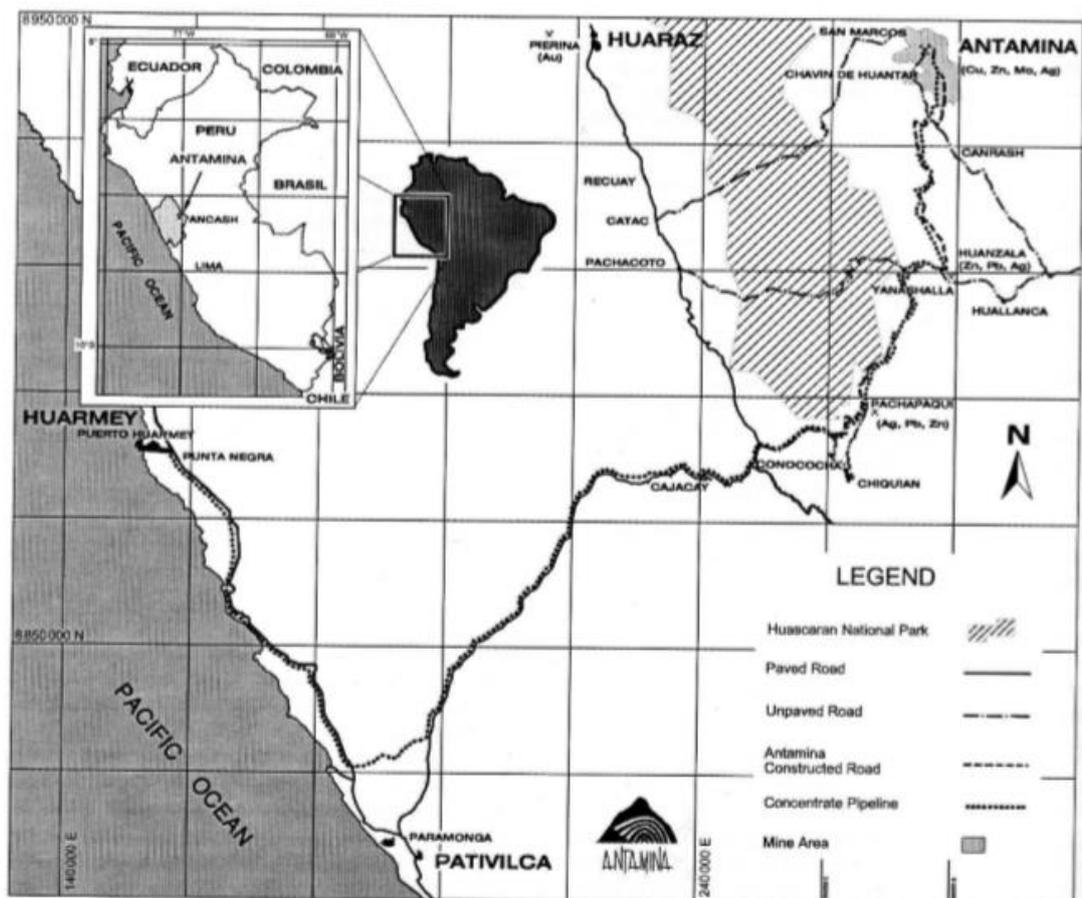


Figure 1 – Location Map of the Antamina Mine

The Puna Surface is cut by the Valley and Canyon phases, which formed the major river valleys in the region such as the Marañon and Santa. The high parts of

valleys formed in the Valley Stage are broad and open, and usually populated and cultivated. The lower parts are narrow canyons, formed as a result of rapid uplift and erosion. They can be up to 2000 m deep. The Puna Surface has been dated as younger than 14.5 Ma, the Valley Phase as post 14.5 Ma to pre 6 Ma, and the Canyon Phase as post 6 Ma.

The youngest features are from the Pleistocene glaciation with an ice-limit down to an altitude of about 3500 m. There were at least three phases of glaciation. The main phase formed U-shaped valleys a few kilometres long such as those at Antamina (4100 - 4200 m) and Contonga (Lake Pajoscchocha at 4110 m). A younger glaciation formed corrie (cirque) basins such as Lake Antamina (4337 m), Lake Contonga (4380 m) and the lower Condorcocha valley (4360 m). The last phase formed small corrie basins at lake Condorcocha (4510 m) and Contonga (4620 m). The Antamina valley feeds into a series of deep valleys formed during the earlier Valley and Canyon stages. It is probable that a small valley of this stage existed at Antamina prior to glaciation, allowing ice to accumulate.

The stratigraphy of the Antamina district is shown in Fig. 3. Antamina is located within one of the widest parts of the Marañon Fold-Thrust belt, where it has a width of about 40 kilometres, although elsewhere the same belt can be as narrow as 10 km. The structures and stratigraphy trend NW-SE and the thrusts are east verging. The age of thrusting is Incaic 2 (Late Eocene).

The Antamina deposit is hosted near the Incaian contact of the Jumasha and Celendin Formations. The Jumasha Formation is thrust over the younger Celendin Formation in a number of sections and at Antamina the exact contact is yet to be agreed, due to a lack of exposure. West of Antamina the Jumasha Formation forms a steep thrust ramp over the Jumasha thrust tongue (i.e. over itself) and the Celendin Formation. The Jumasha forms prominent steep mountains of well-bedded, light grey limestone. Continuing west, successive thrusts bring in the Pariahuanca Formation over the Jumasha (the Chulec and Pariatambo Formations are missing), the Carhuaz and then the Chimu Formation. The latter forms a synclorium with the Santa and

Carhuaz Formations outcropping to the south. Further west the Oyon Formation is thrust over the Chimu Formation (Fig. 4).

The Celendin Formation outcrops to the east of Antamina where it is soft with little exposure and forms the core of a regional synclinorium. The axis plunges gently to the southeast and runs along Quebrada Huincush to Rosita de Oro and must continue beneath the Antamina thrust tongue since Quebrada Tucush is on the north limb of the syncline.

The actual trace of the fault separating the Celendin and Jumasha Formations northeast of Antamina Lake appears to be quite steep. It is not clear whether this is merely a steep ramp of the thrust or a later normal fault offsetting the thrust.

The syncline closure in the northwest around Contonga has very complicated minor folding in the Jumasha Formation. Further east, the Celendin is in stratigraphic contact with the Jumasha and Crisnejas Formations (the latter is the eastern facies of the Chulec and Pariatambo Formations) and is thrust eastwards over an anticline of the Chim, Santa, Carhuaz and Crisnejas Formations.

The Antamina Cu-Zn skarn deposit is developed on the margins of a multiple phase quartz monzonite porphyry, the Antamina intrusion (9.8 Ma, McKee et al, 1979). Another intrusion with a similar composition, 1.5 km NW at Condorcocha, is only accompanied by a narrow, weakly mineralised skarn.

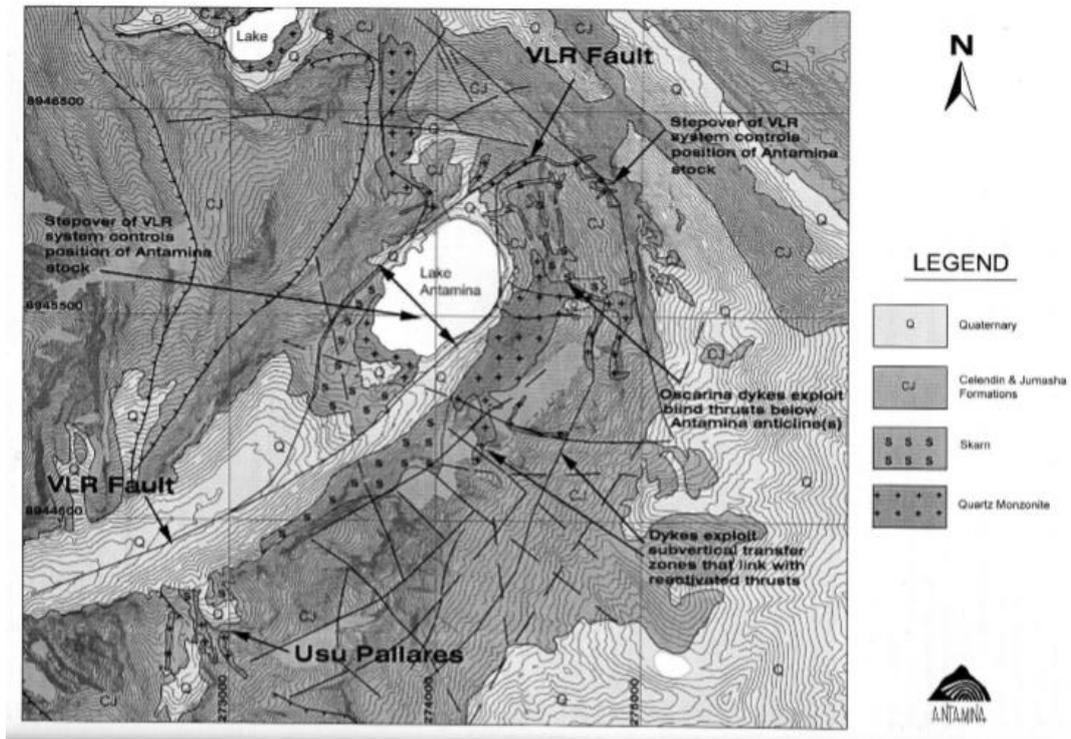


Figure 2 – Antamina District Geology Map

The Contonga and Taully stocks lie 4 km north of Antamina and intrude the Jumasha Formation limestone. Both have a quartz monzonite composition with textures varying from porphyritic to equigranular, and phyllic alteration. The stocks are small (300 m and 650 m diameter respectively) and form subvertical cylinders with a narrow ring of garnet skarn (average 3.2 m wide) with Zn-Ag-Pb-low Cu mineralisation, which has been mined at Contonga.

The Lucia pluton (Estella del Norte property), located about 7 km southeast of Antamina, is a relatively large mass (4 x 2.5 km) of quartz monzonite and granodiorite which is equigranular in the main body but has a porphyritic texture in its north-western part. It intrudes Jumasha Formation limestone and has narrow garnet skarns developed at the contact over widths of 0.5 to 2.5 m and lengths of hundreds of metres, as well as veins in the limestone. The skarns have Zn-Pb-Ag mineralisation with low Cu. There has been no mining apart from some small prospect workings near the contact of the Lucia pluton.

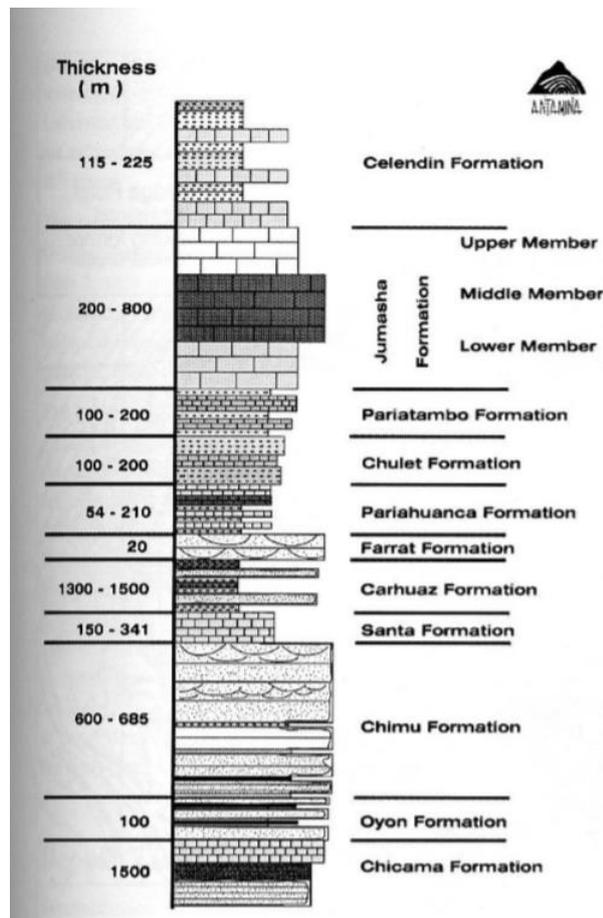


Figure 3 – Stratigraphy of the Antamina District

### Deposit Geomorphology

The Antamina valley is a 4 km long U-shaped glacial valley with steep sides, a flat floor and corrie lake in an upper valley at its head. The lake surface was 4337 m (August 1996), while the lake itself was 760 m long by 510 m wide and up to 51 m deep. It was separated from the main valley by a rock ridge, known as the Taco (4375 m), which was 38 m above the lake level and 155 m above the main valley. The northwestern part of the ridge is ice smoothed rock outcrop with roches moutonnées, while the southeastern half has moraine deposits and the lake spillway. This was an outlet from the corrie glacier as an ice tongue or stream.

The main Antamina valley altitude varies from 4200 m to about 4100 m and has a gentle gradient. There are two hanging valleys, Usu Pallares and Vallesito.

The head of the Antamina valley (northeast) is a sharp ridge with an altitude of 4640 m to 4717 m above sea level. Ridges and peaks rise up to 5073 m (Cerro Tornillo)

to form the northwestern side of the valley, while the ridge on the southeastern side varies from 4683 m up to 4924 m (Cerro Buque Punta).

The Antamina valley thus has a depth of 500 to 600 m below the enclosing ridges and up to almost 1000 m below the highest peak. The pre-glacial topography is interpreted to have been a Puna Surface at around 4700 m with peaks over 5000 m, cut by a small, shallow, headwater river valley at Antamina during the Valley and Canyon Phases. Ice accumulated in this valley during the main Pleistocene glaciation, gouging out the main and hanging valleys.

The Antamina deposit was probably not exposed before the first glaciation, which is interpreted to have unroofed the deposit and exposed fresh sulphides. This is evidenced by the presence of fresh sulphides in a carbonate matrix of the first moraine. During the interglacial interval there was a period of oxidation of the freshly exposed sulphides resulting in the formation of ferricretes. This oxidation zone was partly removed by a second corrie glacier, as shown by the limonitic moraine from this stage.

Moraines from both glaciations outcropped on the southeastern side of the Taco rock barrier below Lake Antamina. The older moraine is pyritic and the younger is limonitic and in places there was a ferricrete layer between the two.

The lower slopes of the valley sides have lateral moraines, talus deposits and colluvium, which are generally fine grained. There are ferricretes up to several metres thick with slope-parallel bedding on pyritic bedrock in the Laberinto and Oscarina areas. The upper, steep valley sides are either bare rock or have talus deposits and locally thin soil cover.

The bedrock profile of Lake Antamina consisted of two U-shaped channels with steep sides. Vertical holes drilled from barges on the lake in 1999 showed the floor to be underlain by sediments which were up to 45 m thick. These sediments were composed of bedded silt-clay and talus material, both of which contained abundant local sulphides.

The bottom of the Antamina valley had a pyritic moraine on bedrock, overlain by thin peaty sediments. Overburden thickness was up to 36 m, but overall averaged approximately 8 metres. At the southwestern end of the valley there were rock falls

with blocks up to 25 metres across, derived from the steep slopes of the steeply dipping limestone beds west of the main thrust. There are moraines below the Usu Pallares hanging valley (located at the southeast end of the Antamina valley), however there are no moraines below the main Antamina valley or below the Vallesito hanging valley (located at the southwestern end of the Antamina Valley). These valleys drop straight into the deep river valley where the glacial debris was washed away without being deposited [47].

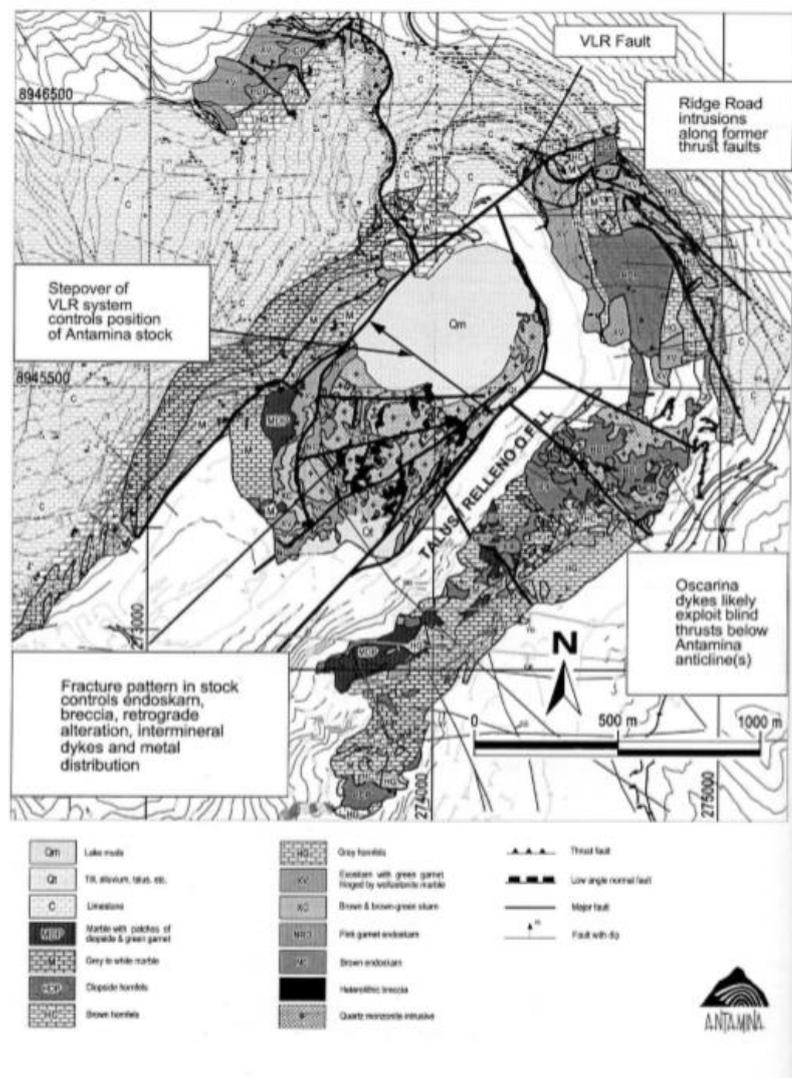


Figure 4 – Deposit Geology of the Antamina Mine Area with Interpreted Structure

## Deposit Geology

Several critical lithological distinctions have been detected within the ore deposit, including the discrimination of exoskarn from endoskarn, and the recognition

and systematic identification of breccias in the orebody. These distinctions are considered important from a resource modelling as well as an ore-genetic point of view because of apparent differences in the grade and style of mineralisation in the various rock-types as described below. There are currently 156 rock/sub-rock types identified and logged within the Antamina deposit. Procedural control and logging consistency is enforced through rigorous application of the CMA Core logging manual (Antamina, 2000).

The general skarn zonation from the intrusive core outward is as follows: brown garnet endoskarn, mixed brown and green garnet indeterminate skarn, mixed brown and green garnet exoskam, green garnet exoskam, diopside exoskam, wollastonite exoskarn, hornfels, marble, limestone. Heterolithic breccia composed of all skarn types can occur in any lithology type (Figs. 5 and 6).

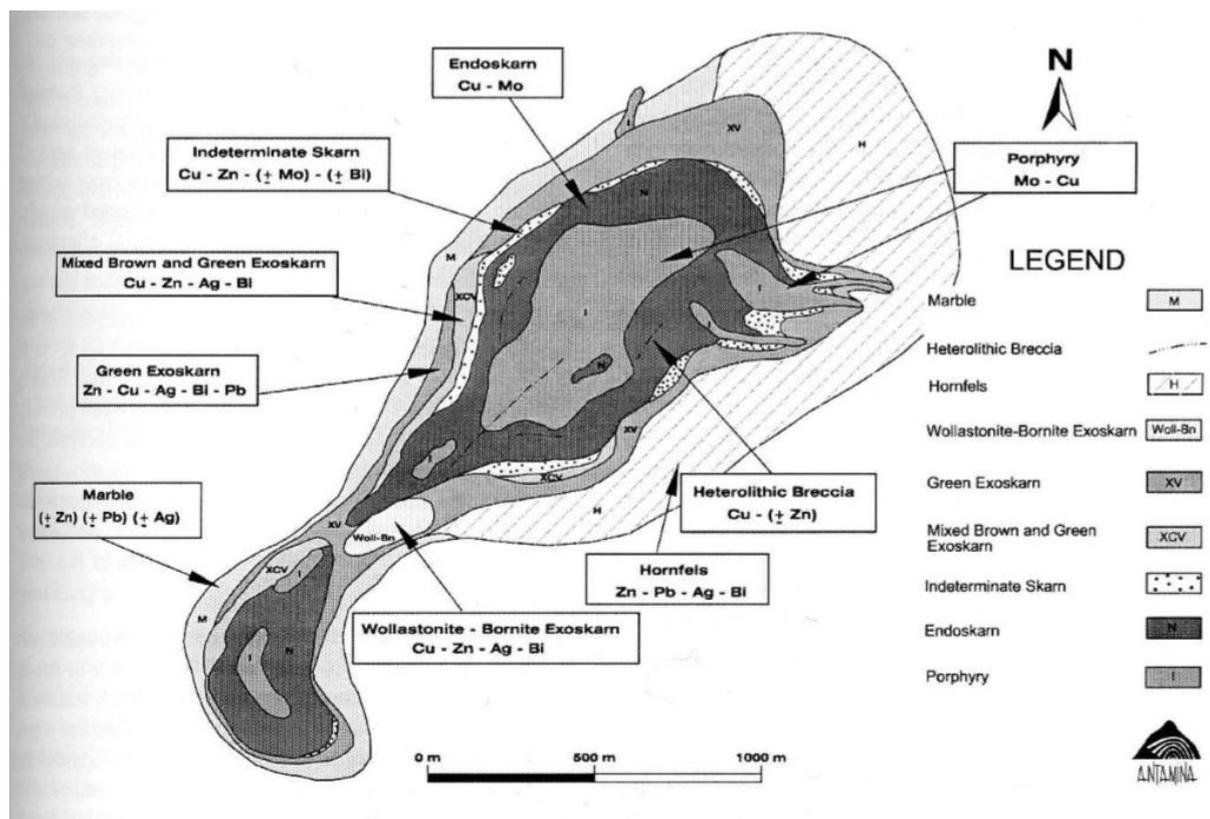


Figure 5: Schematic Plan of Lithology and Metal Zonation

## Intrusive

The Antamina intrusion was previously divided into Early-mineral, Inter-mineral, Late-mineral and Post-mineral phases, each divided into several sub-phases, primarily on the basis of the degree of alteration, the intensity and type of veining, the associated mineralisation and location [48]. Currently an empirical classification of the intrusive rocks based on their petrography rather than one based on time inferences is used. Four main types of intrusive rock are recognised. These are used in all of the re-logging, and are distinguished on the basis of phenocryst type and abundance. They are: I) crowded plagioclase porphyry, II) crowded plagioclase K-feldspar porphyry, III) crowded plagioclase K-feldspar-megacrystic porphyry, and IV) sparsely porphyritic plagioclase K-feldspar porphyry. A minor intrusive rock-type, sparse hornblende plagioclase porphyry, forms a dyke in the Poderosa area, at the NE end of the Antamina valley.

The main mass of the un-skamed porphyry is predominantly crowded plagioclase porphyry with common quartz, biotite and relict hornblende phenocrysts, and rare K-feldspar phenocrysts. The K-feldspar phenocrysts are locally more common and thus another sub-unit of crowded porphyry has been distinguished. Sharp contacts between these two types of crowded porphyry are very rarely evident. Apparent magma co-mingling textures between a minor phenocrysts-poor darker-grey phase and a paler phenocrysts-rich phase are displayed locally.

Although the contact relationships among the different porphyry phases are not everywhere clear, in general the crowded plagioclase porphyry is the earliest phase, and the sparse porphyry, the latest. Locally, crowded-porphyry contains quartz vein stockworks and associated biotite, i.e., potassic alteration. This altered but un-skamed porphyry locally hosts disseminated and vein molybdenite mineralisation and minor disseminated chalcopyrite ( $\leq 0.2\%$  Cu and  $0.03\%$  Mo). Sparsely porphyritic dykes cut crowded porphyry, skarn and breccia, and locally contain skarn xenoliths.

Although some aspects of the relationship between the porphyry-style alteration and mineralisation to the skarn alteration and economic Cu-Zn mineralisation

remain unclear, the porphyry Mo mineralisation generally appears to be overprinted by skarning. Significant intervals of prograde coarse-grained endoskarn occur without Cu mineralisation, and almost all Cu mineralisation in unbrecciated endoskarn is vein-controlled and accompanied by retrograde alteration. Phyllic alteration in the porphyry is rare and may be proxied for by the retrograde skarning.

Multiple intrusions are typical of porphyry deposits. At Antamina the different phases were probably intruded within less than one million years (they are statistically identical in radiometric dating). The relative ages of intrusion are recognised by textures such as cross-cutting relationships, xenoliths, chilled margins, truncated veinlets, degree of quartz veining and hydrothermal alteration, igneous texture and overall rock quality.

A USGS study in the 1970's addressed the question of the age of the Antamina intrusions. It was dated by K-Ar at 9.8 Ma (mean of  $9.1 \pm 0.4$  Ma to  $10.4 \pm 0.4$  Ma, from 5 samples) with no significant differences between primary biotite, primary K-feldspar and K-feldspar megacrysts, nor between different intrusive phases (quartz monzonite porphyry in Taco - Laberinto; late mineral quartz monzonite with K-feldspar megacrysts in Usu Pallares; and minor intrusions with no quartz phenocrysts north of the lake) [46].

The intrusives have a complicated shape in the upper part of the deposit, which is believed to be a result of strong structural control on emplacement and multiple phases of intrusion. The main trend of the intrusive bodies and edges is NE, although there are also E-W and NW trends. At high levels (e.g. at 4260 m) the intrusion is composed of several discrete broad dykes with a dominant NE trend, but also SE and E-W local trends and edges. The dips vary from vertical to moderately inclined (ca  $45^\circ$ ). The skarn around and above these has widths of 70 to 800 m at this level. The intrusive bodies form broad dykes that converge into a stock at depth (below approximately the 4200 m level).

Interpretations from drilling suggest that the intrusion forms an almost circular, but slightly NE elongated stock, some 800 m by 750 m in diameter at the 3900 m level. There is a 350 m long, NE-trending intrusive spur (150 m wide) at the NE end of the

Lake Zone, and a 500 m long, SW- trending spur (50 - 170 m wide) below the valley at the SW end. In total the intrusions extends over a length of 1700 m at this level with little variation in the shape down to the 3850 m level. Skarn forms a 300 to 400 m wide shell surrounding the intrusions. There are separate intrusions in the Valley and Usu Pallares Zone.

The roof of the intrusion is preserved with skarn on top of it in the upper sections in the Lake and Taco areas. At this level structural control is very strong and the porphyry has intruded along the multiple structures, often as narrow bodies which are too small and discontinuous to portray in the final geological resource model.

Two possible key factors in the development and preservation of a large skarn orebody at Antamina are good structural preparation of the country rock for intrusion (allowing a complicated intrusive shape and a high intrusion to limestone contact area), and erosion to the level of the roof zone of the intrusion (preserving flat skarn bodies on top of the roof as well as steep skarn bodies at the sides of the intrusion) [49].

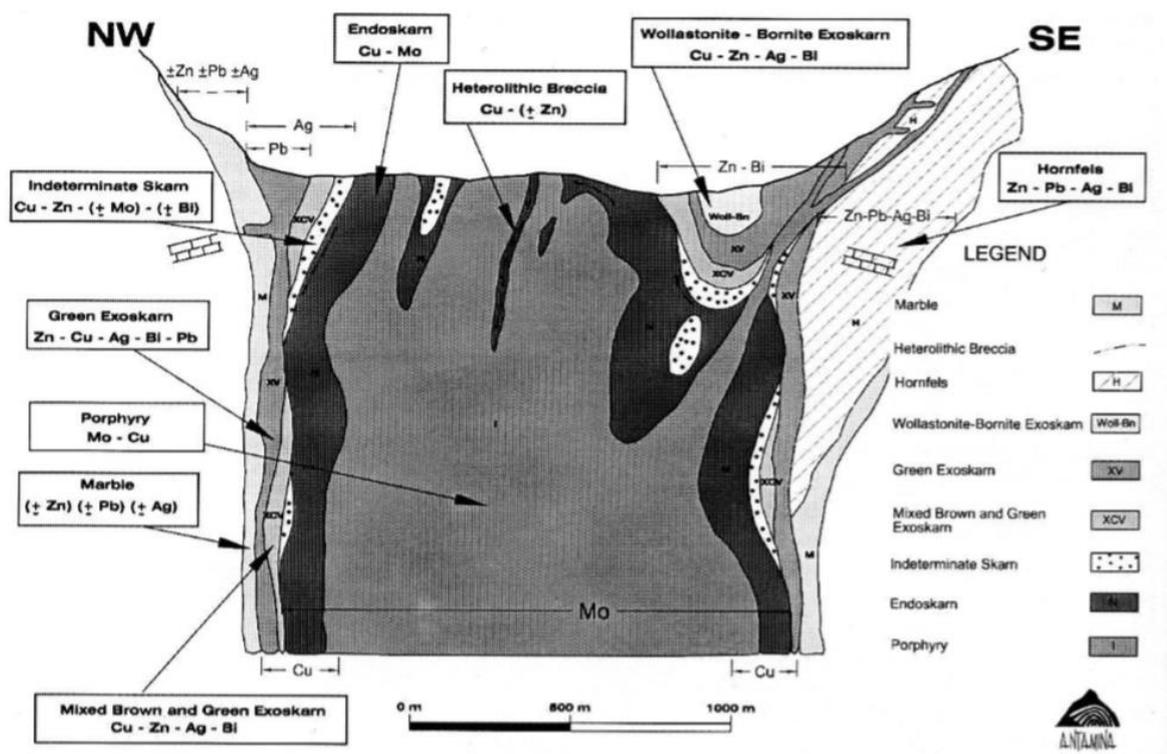


Figure 6: Schematic Section of Lithology and Metal Zonation

## Endoskarn

Two widespread types of endoskarn are recognised at Antamina. The first is a coarse-grained pink garnet variety, which consists of a milky-white plagioclase-rich matrix (distinguishable from the pale-grey, translucent matrix of un-skamed porphyry) enclosing large pink garnets and more sparse maroon garnets, and displays relict porphyritic texture. Significant mineralisation does not appear to be associated paragenetically with the development of coarse-grained endoskam, which, although commonly containing disseminated molybdenite, only rarely hosts blebs and/or veinlets of chalcopyrite associated with epidote. It achieves importance as an ore-host because of later sulphide veins, which are associated with retrograde alteration and locally comprise sheeted arrays.

Narrow intervals of plagioclase endoskam commonly occur between porphyry and coarse-grained pink-garnet endoskam. Plagioclase endoskam rarely contains ore-grade Cu, and entirely lacks Zn, but is a useful indicator of proximity to ore.

The second major type of endoskam is a fine-grained dark-pink garnet variety that commonly hosts crackle or mosaic breccia and constitutes many of the fragments in heterolithic breccia bodies cutting intrusive rock. Fine-grained pink endoskam is distinguishable from coarser-grained plagioclase - or pink-garnet endoskam, on the basis of colour, grain-size, mineralogy and relict porphyritic textures. The simplest explanation for its origin is that it formed through interaction of the porphyry with brecciating fluids. However, it may have formed adjacent to structures that later focussed or controlled brecciation.

Porphyry-style Mo mineralisation, as disseminations and veins, is overprinted by endoskam, and the veins are rendered indistinct because quartz was consumed in the skamification. The greater part of the Cu mineralisation in endoskam is later than the Mo, consists of pyrite - chalcopyrite ( $\pm$ magnetite) veins, and is associated with retrograde alteration.

## Indeterminate Skarn

A further skarn type is recognised, whose origin is indeterminate. It is commonly brown, medium-grained and granular, but overall is variable in texture, grain-size and colour. Granular, medium-grained, brown garnet skarn with intergranular chalcopyrite would be classified as brown garnet exoskam where it constitutes the end-member of a continuous gradation from green garnet exoskam. Fine-grained, dark-pink garnet skarn having veins with chloritic selvages but lacking relict porphyritic texture would be classified as endoskam if it were in gradational contact with porphyry. Locally the sparse maroon garnets in coarse-grained pink garnet exoskam are larger and more abundant and they coalesce to form granular, medium-grained intervals of skarn, which appear quite similar to exoskam. Fine-grained, pale-brown skarn would be classified as exoskam if it constituted part of a gradation from limestone or hornfels. However, in rare locations, fine-grained, pale-brown skarn also occurs in gradational contact with porphyry and containing relict porphyritic texture. Every gradational variation amongst these skarn types occurs, and if the critical characteristics and/or gradational variation relationships for interpreting the skarn as end/or exoskam were absent or ambiguous then the unit was classified as indeterminate skarn.

It is hypothesised that where skarnification was very intense, both endoskam and exoskam approached the same composition and the mineralogy and the two facies became indistinguishable.

Indeterminate brown and green skarn usually contains pale-brown or beige, coarse- to very-coarse-grained garnets with intergranular medium- to dark-green garnets. Under the northern part of Lago Antamina, and locally elsewhere in proximity to endoskam, this indeterminate brown and green skarn contains diopside, in part as radial clusters.

In the indeterminate mixed green and brown garnet exoskam, brown garnet commonly occurs as veinlets cutting green garnets. In places brown garnet preferentially replaces some layers in green garnet exoskam at a centimetre-scale,

producing banded brown and green garnetite. This facies may contain sphalerite  $\pm$ chalcopyrite with the same style of mineralisation and grades as green garnet exoskam [46].

### **Brown Garnet Exoskam**

The rock-type classified as brown garnet exoskam is texturally identical to, and grades in colour into, green garnet exoskam. It appears to form the innermost zone of exoskam, between an inner annulus of endoskam (around a relatively unaltered porphyry core) and an outer shell of green garnet exoskam and in places, wollastonite skarn. Locally it grades inward into brown indeterminate skarn. Brown-garnet exoskam (*sensu stricto*) is much rarer than was originally estimated from the 1996-1997 core logging.

### **Green Garnet Exoskam**

In much of the deposit, the skarn facies adjacent to marble or hornfels is a green garnet skarn. In this facies, garnet commonly appears to replace calcite directly, i.e., there is no evidence that garnet replaced wollastonite. It is believed that green garnet exoskam in different parts of the deposit formed by two different reaction paths, one, mentioned above, via wollastonite skarn, and the other, directly from marble. The two types are texturally indistinguishable.

Green garnet skarn contains either chalcopyrite-sphalerite ore or sphalerite alone, with the sulphides ranging from disseminated to massive and interbanded with green garnet. Sphalerite typically averages 3-5% in green-garnet exoskam. However, it is erratically distributed, commonly occurring as rich bands separated by relatively barren sections.

### **Wollastonite Exoskam**

Wollastonite skarn occurs as an inner zone (contiguous with green garnet skarn) of bornite ore and as an outer zone (closer to marble) of bornite-sphalerite. The contact between wollastonite skarn and green garnet skarn is a broad gradational replacement interval where green garnet replaces wollastonite, and is classified as wollastonite-

green garnet skarn. Bornite ore occurs throughout this intermediate zone as well as in both green garnet exoskam and wollastonite exoskarn. The contact between bornite and chalcopyrite ores is a broad, gradational zone of coexisting chalcopyrite-bornite, generally within green garnet skarn and near wollastonite skarn. Zones of wollastonite-brown garnet skarn are also known (as both endoskarn and exoskam) with bornite, although this skarn unit is far less abundant than the wollastonite-green garnet skarn unit.

A second variety of breccia is documented, wollastonite breccia, in which comminuted wollastonite constitutes the matrix. Because of the textural similarity of this breccia type to the more common gametiferous heterolithic breccia, this could also represent a phreatic hydrothermal breccia. This type of breccia is distinguished by the absence of magnetite [45].

### **Diopside Exoskarn**

Diopside characterises the outermost zone of exoskam. This unit is located predominantly on the northern and eastern flanks of the deposit and comprises of a pale green diopside with calcite, quartz and wollastonite. It is generally only weakly mineralised, occasionally reaching levels sufficient to be considered ore grade and is the outer most skarn lithology related to the hydrothermal event that formed the Antamina deposit.

### **Hornfels**

Fine-grained hornfels can be pale-brown, pale-green, grey, khaki, or yellowish-grey, and varies from fine-grained to aphanitic. It ranges from massive to laminated, with fine, wavy, compositional banding, and generally consists of a very fine-grained aggregate of garnet, phlogopite and diopside with minor wollastonite. It has been identified locally at or near the margins of the deposit. This rock has no apparent porosity or permeability, only contains rare, minor sulphides and almost never reaches ore grade. Where these layers occur on the margins of the intrusion, they appear to limit development of the ore. One can suspect that the process of hornfels formation

rendered these units impermeable to further fluid flow and/or un-reactive and thus limited ore formation in them. They are thought to be of thermal metamorphic origin as opposed to the diopside skam described above, which is metasomatic in origin [47].

### **Limestone/Marble**

Most limestone/marble cut by drilling at the margins of the skam is light grey, very fine grained and micritic with parallel bedding on a scale of several centimetres but contains no fossils, shell fragments or other biogenic or sedimentary structures. In outcrop in the upper valley slopes these limestones/marbles are thickly bedded (1 to 3 m) and light grey, and in cliff faces weather to a white or creamy colour. These limestones are classified as micrites. They are interpreted to belong to the Jumasha Formation that is anomalously thick at Antamina as a result of structural thickening by thrust faulting.

At the head of the Antamina valley there are interbedded (2 to 3 m beds) micritic and stromatolitic limestones.

In the anticline axis on the western side of the valley dark grey to black limestones are both exposed and intersected in drill core. These have wavy bedding on a centimetric scale (bioturbated or slumped), are shelly and typically have bands of black chert nodules, and belongs to the Pariatambo Formation.

The limestones exposed in the anticline on the eastern side of the valley have a light grey core, followed by a unit of black limestone with thin grey beds, then a light grey micritic limestone. This limestone is distinct from the overlying (overthrust) beds which are typical of the Jumasha Formation.

The Jumasha Formation limestone is susceptible to karst weathering. Although no karst features are evident at surface in the immediate vicinity of the Antamina deposit, they are found in surrounding areas, while underground, cavities with high water flow (karst or fault zones) were encountered in diamond drilling in the Laberinto and Valley-South Taco areas [45].

## Breccia

Hydrothermal breccia, lacking juvenile components and therefore probably classifiable as phreatic, is widespread and an important ore host in what was originally termed the brown garnet skarn zone. It can now be concluded that virtually all of the breccia lacks a magmatic or juvenile component.

Hydrothermal breccia cuts all types of skarn, including wollastonite varieties, but is particularly common at the endoskarn-exoskarn contact, (i.e., the original margins of the stock), and along features of suspected structural weakness within the deposit (e.g. joints, faults, etc.).

The hydrothermal breccias are intra-mineral because they cut and contain clasts of mineralised skarn, yet themselves host replacement-style and vein mineralisation of pyrite-chalcopyrite-magnetite-sphalerite. Both the breccias and the veins in endoskarn contain a similar association of metallic minerals, although magnetite is a very minor component of veins in endoskarn.

The breccias have been subdivided into crackle, mosaic and heterolithic styles. Crackle breccia is dominated by angular fragments of the immediate host rock that do not appear to have been rotated or transported, but are cut by an irregular network of narrow breccia veins. Mosaic breccia is intermediate between crackle breccia and heterolithic breccia: it consists of angular fragments of the host rock, with some rotation and/or transport of clasts, in a matrix of finely comminuted material with or without sulphide grains. Heterolithic breccia is commonly matrix-dominated containing angular to subrounded fragments of all of the rocks and minerals it cuts, as well as clasts of sulphides, magnetite, and quartz, which appear to be derived from veins and replacement selvages restricted to the breccias. The breccia matrix ranges from massive to laminated, and the clasts range from randomly oriented to locally shingled or imbricated.

Heterolithic and mosaic breccias generally contain above average Cu and Ag ore-grades, and locally carry ore-grades of Mo and/or Zn inherited from the wall rocks. Breccias may also locally contain galena.

Irregular zones of disaggregated skarn, distinct from breccia, occur in green and brown exoskams around the margins of the deposit and appear to be stratigraphically controlled in many places [48].

### **Retrograde Alteration of Skarn**

Two main variants of retrograde skarn alteration are recognised: I). chlorite-rich vein selvages in endoskam; and II). alteration of the intergranular matrix of indeterminate skarn to pale-green clay. The matrix of hydrothermal breccia had been considered to be altered to olive-browngreen clay, but no clay minerals were detected in it by preliminary laboratory analyses.

Retrograde alteration of endoskam is complex, and ranges from epidote associated with chalcopyrite-pyrite blebs and veinlets that have white selvages, to chlorite associated with chalcopyrite-pyrite blebs and veinlets that have white selvages, to chlorite associated with pyrite-chalcopyrite ( $\pm$ magnetite) veins with crackle and mosaic breccia.

Retrograde alteration does not affect the exoskam.

Retrograde alteration occurs in much of the endoskam, as well as in some of the indeterminate skarns, but is only very locally pervasive. Redwood (1999) [3] noted: “Where pervasive it [retrograde alteration] was logged as chlorite skarn and makes up less than 4% of the deposit”. While it is true that retrograde alteration is only very locally pervasive, almost all of what was originally logged as chlorite skarn is now recognised as breccia. This statement is misleading because it implies that retrograde alteration is insignificant, whereas, in fact, retrograde alteration is widespread and commonly associated with mineralisation, but is limited to structural zones where fluid flow was possible. Volumetrically only a small portion of the Antamina skarn contains retrograde alteration.

### **Structure**

Structure is the main control on both intrusion and skarn alteration at Antamina (Fig. 4). The interpreted structural history of the deposit is summarised as follows:

The main deformational period is thought to be Incaian (ca 41 Ma), although the district has also potentially been subjected to three later compressive events at 19 Ma, 12 Ma and 6 Ma, that are noted regionally and are termed Quechua 1, 2, and 3 (Q1, Q2, and Q3) respectively [48].

At the mine scale it is difficult to differentiate the effects of any Q1 or Q2 compression and distinguish these from the earlier Incaian thrusting. Thrusting produced by this series of deformational events has resulted in a repeated limestone stratigraphy.

The thrust sequence developed during the Late Eocene, Incaic 2 phase (ca 40-41 Ma) is northeast verging. The Antamina deposit is situated within a localised thrust tongue formed by at least six flat-lying thrust sheets. This tongue is 3 km wide by 3 km long, although it may have had a greater original extent. The thrust sequence is an imbricate stack, which has resulted in a super thickening of the favourable host rocks (Jumasha) in the area.

A NE-SW striking longitudinal fault (the VLR fault of Love et al., in review) is the oldest structure in the mine area. This structure initially underwent compression (Fig. 7). During subsequent extension it controlled part of the intrusion and the Antamina valley (Fig. 8) where it is exposed below a later thrust at the head of the valley.

Temporally, the Antamina stock was emplaced between the Q2 and Q3 compressive events. The final phase of Q3 compression is noted in the mine, particularly in the Oscarina area, where it is represented by moderately to shallow-dipping thrusts postdating all alteration and mineralisation.

Very localised extension occurred on the southeastern side of the present day Antamina valley, accommodated by listric faulting and by strike-slip movement along the main NE-SW longitudinal fault. This minor extensional phase may be correlated regionally with the Quechua 2 phase. The Antamina intrusions are interpreted to have been controlled by the listric faults as they are seen to occupy postulated fault planes in the limestone above the deposit. Within the deposit no obvious sign of these faults remain as their loci are now completely obliterated by intrusion and skarn.

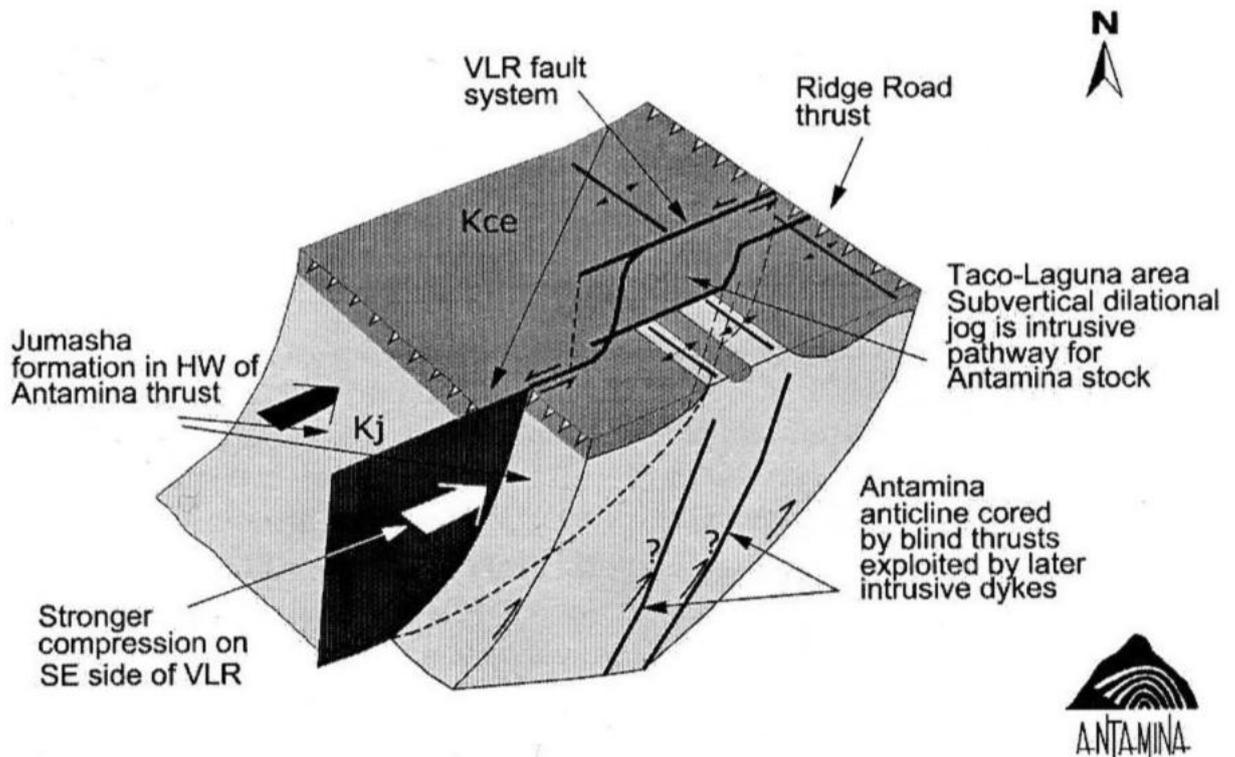


Figure 7: Schematic Diagram of VLR Fault During Compression

At the margins of the deposit in Usu Pallares and Fortuna, thin intrusive sheets are apparently controlled by thrust ramps.

Post-mineral high angle fault movement appears to have occurred on the southeastern contact of the skarn on the southeast side of the valley, although neither significant displacement nor cut-off of the skarn is apparent. The postulated faulting is considered to be the result of slip caused by ductility contrast at the skarn/marble contact.

Within the skarn and intrusions there are zones of brittle breakage and slickenside surfaces, although no significant post-mineral fault displacements have been identified.

Additional detail on the structure of the Antamina deposit and its environs is available in a report by L. Hathaway [45].

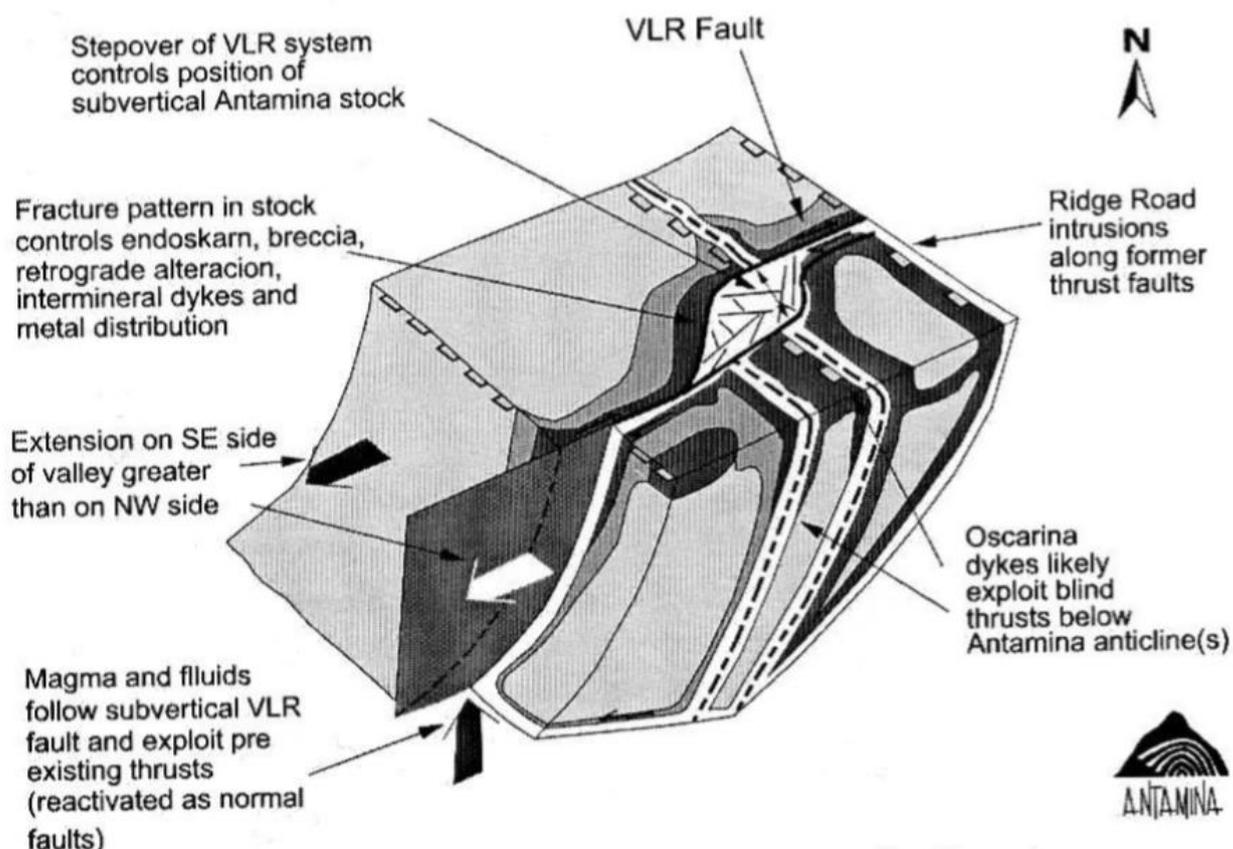


Figure 8: Schematic Diagram of VLR Fault During Extension

### Mineralisation / Metal Zonation

The Antamina orebody has proven to be consistently well mineralised and predictable both in terms of grade and metal zoning. Very little of the skarn lithology comprising the Antamina deposit is unmineralised.

As with the skarn silicate mineralogy, Antamina is horizontally zoned with respect to major metal components. This lateral zoning is clearly related to the orientation of the intrusive and limestone contacts and continues throughout the nearly one kilometre of vertical range of the deposit explored to date.

Metal zonation is quite distinctive within the deposit. Copper is relatively evenly distributed from endoskam to the limestone contact (Fig. 9). Zinc and bismuth tend to occur within 70 m of the contact of green garnet skarn with limestone/marble/hornfels (Figs. 9 and 10). Molybdenite is mainly confined to the intrusive core and surrounding endoskam. Silver is present in any of the skarn lithologies. Lead is generally located in green garnet exoskam, diopside exoskam, and

hornfels. Cobalt is usually associated with sphalerite mineralisation. However veins and blebs of any mineral can be found as rare occurrences in any rock type at Antamina. Peripheral to the main orebody there are a number of higher grade zones with veins and / or manto type mineralisation which are generally high in lead, zinc and silver, but lack copper or molybdenite. A number of these have seen limited artisanal mining of the high grade silver and lead.

The predominate copper sulphide mineral is chalcopyrite. Approximately eight percent of the copper mineralisation is present as bornite forming a zone that is generally associated with wollastonite at the south end of the deposit. Zinc occurs as the sulphide mineral sphalerite. Silver is normally associated with chalcopyrite, although it also occurs with galena, bismuth sulphosalts and tennantite. Molybdenum exists as the sulphide mineral molybdenite.

The most common bismuth minerals include bismuthinite, cosalite, whittichenite, cuprobismutite, aikinite and kobellite.

There is little in the way of an oxidation cap and supergene enrichment. This is due to the recent glaciation of the deposit, the wet climate and the lack of significant pyrite to create acid leaching [49].

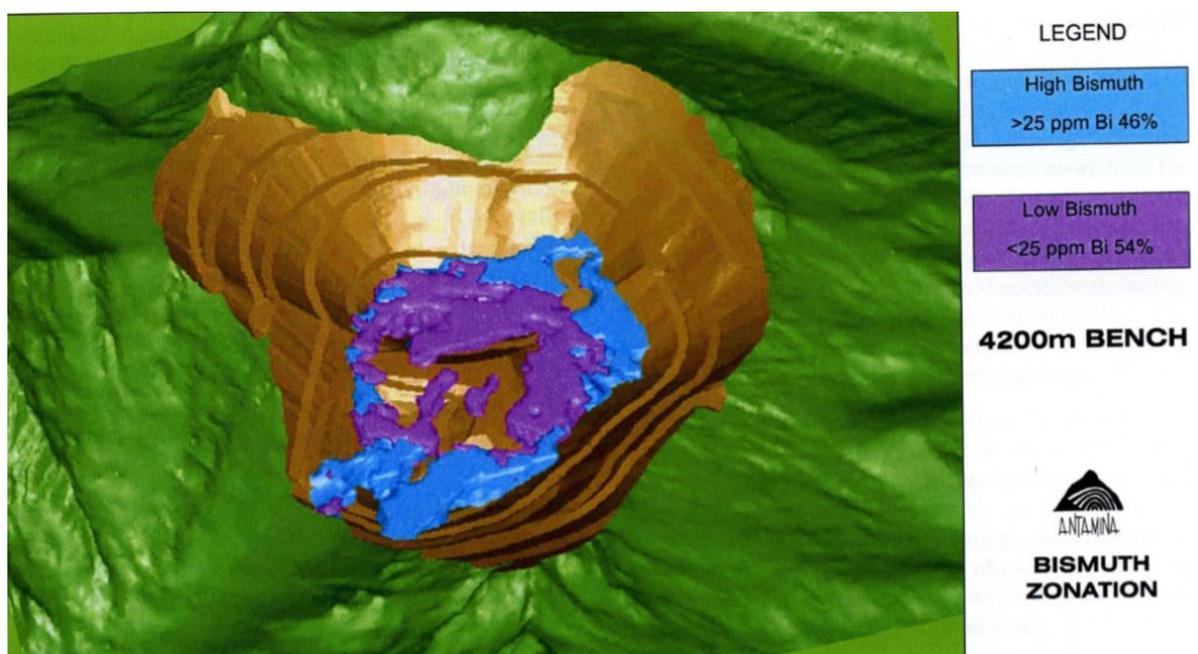


Figure 9: Antamina Deposit, Bismuth Zonation

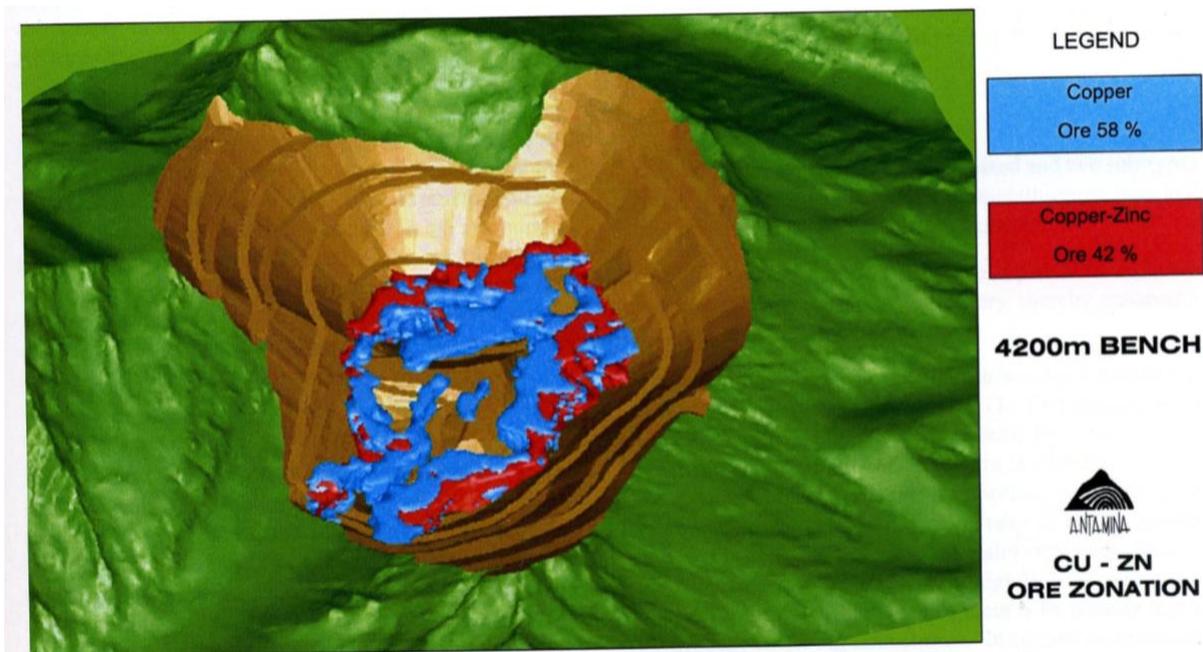


Figure 10: Antamina Deposit Copper-Zinc Zonation

### Deposit Formation

The following is a summary of the formation of the Antamina deposit based on observations and deductions made by the local mine geology staff. It is, no doubt, a simplification of the deposit which will be refined as further information is gathered and analysed.

Deposition of the Late Cretaceous limestone units that host the Antamina deposit was followed by thrusting of the sedimentary pile to form the Andes mountains. During this event the complex structural geometry of the Antamina valley was developed, influenced by a basement high and thrust faulting. The subsequent period of extension was accompanied by a complex series of intrusions that were emplaced approximately 10 million years ago to produce a thermal metamorphic hornfels aureole in the surrounding country rocks. The overall result of the hornfelsing was the formation of an impervious aquaclude cap over the area. Wollastonite also formed in the limestone units within the aureole, resulting in a 10% volume loss contributing to the formation of the aquaclude cap. Weak porphyry style Mo- Cu mineralisation appears to have been associated with these intrusions.

Subsequently, but probably closely related in time, a large pulse

of hydrothermal fluid, emanating from a deeper distal source flowed up along the intrusion-country rock and intrusion-intrusion contacts, and along planes of structural weakness. This conclusion is deduced from the following observations: I). the fluids were obviously not in equilibrium with the intrusions present within the current deposit; and II). the unusual coincident combination of significant zinc and copper mineralisation - usually zinc skarns are distal from, and copper skarns proximal to, the fluid source. In addition, the significant amounts of metal present in the Antamina deposit could not have been generated from the volume of intrusion present in the Antamina valley.

The aquaclude cap prevented the fluids from flowing outward from the intrusive complex into the surrounding country rocks in significant volumes and being dissipated. Hence, the formation of significant volumes of endoskarn at Antamina in comparison with most skarn deposits. Where fluids could escape along planes of structural weakness, mineralisation of limited extent formed. These historically mined deposits are «fluid leakage» features containing mineralisation up to kilometres away from the main orebody. The main orebody does, however, exhibit a classic hydrothermal metal zonation, with distal lead and arsenic, and proximal copper. No doubt the fluid chemistry evolved over time, or as multiple fluid pulses with varying fluid chemistries, producing different minerals. The bornite-wollastonite zone can be related to differences in either host rock composition or fluid chemistry.

A breccia event was initiated by either continued uplift of the Andes, or by over-pressuring of the system. This resulted in the collapse of the hydrothermal system, and the enrichment of sulphide minerals and magnetite in a series of breccia pipes formed along planes of structural weakness within the deposit. The physical separation of silicate and sulphide minerals due to density differences, upgraded the Cu values within these pipes.

The rapid collapse of the hydrothermal system precluded the formation of extensive retrograde alteration within the deposit. The last evidence of the hydrothermal system are veins of various mineralogies, usually sulphosalts, with elevated levels of arsenic, silver, lead and zinc, which crosscut the breccias and other

mineralised zones within the deposit.

Continued uplift of the Andes and recent glaciations exposed the deposit at surface.

### **Ore Types**

Currently seven ore types are recognised and two sub-types (see Table 1). These are based on metallurgical tests and production experience in the concentrator.

The purpose of these various ore types is to enhance metallurgical processing and recovery, thereby enhancing the total revenue of the deposit.

These ore types are complex and driven by a number of factors that need to be considered. The first classification separates copper only from copper / zinc ores. One of the most important classification factors in both Cu and Cu / Zn ores is Bi level. This level is important, as Bi reporting in copper concentrate can be a penalty at certain grades and is reflected in the concentrate sales contracts. Hence, the use of a Bi recovery circuit in high Bi ores to produce copper concentrate that will not incur a Bi penalty and a by-product Pb-Bi-Ag concentrate. In current plant design the Bi circuit is a dual purpose circuit which either recovers the Bi or Mo. The reason is that generally when Mo is elevated the Bi is low. Another classification is required to identify ores containing sufficient bornite to produce a separate «bornite concentrate» which is significantly different from the typical chalcopyrite «copper concentrate».

Four major categories of concentrate are produced, namely: I) chalcopyrite and bornite copper, II) sphalerite zinc, III) molybdenum, and , IV) a lead-silver-bismuth concentrate. The copper and zinc concentrates are shipped to the port via the pipeline, the molybdenum and lead-silver- bismuth concentrates are bagged at site and shipped by truck to the port facilities [47].

### **Resource Estimate**

An interim resource model study was completed in November 2003, which explored various modeling methodologies and elements. This interim resource model study will be used as the basis for the ongoing drill programs and refined resource

model estimations scheduled in 2004 and 2005. The interim resource model is complex with 12 model elements, incorporating new drilling data, enhanced knowledge of metallurgical processing, an improved knowledge of geology and lithology, and improved interpolation techniques. There is a confidence increase in the geologic model compared to the 2000 Resource Model and the 1997 Feasibility Resource Model.

The current August 2000 resource model blocks were classified as Measured, Indicated, and Inferred (identified) Resources using the *CIM Standards on Mineral Resources and Reserves, Definitions and Guidelines* dated August 20, 2000. These standards are very similar to those of the *Joint Ore Reserve Committee (JORC)* of the *Australian Institution of Mining and Metallurgy*, and the resource classification is compatible with the 1999 JORC Code.

Classification criteria using the number of holes and the spacing of the holes to a block were developed using 90 percent confidence levels for tonnage, grade, and contained metal. The confidence levels for copper and zinc are different based on the natural distribution of the two metals.

The resource at Antamina as estimated in 2000 and existed at mine startup, is shown in Table 2.

<b>CODE</b>	<b>ORE TYPE</b>	<b>Cu %</b>	<b>Zn %</b>	<b>Bi ppm</b>	<b>Remarks</b>
<b>M1</b>	Cu, Low Bi	≥ 0.5	< 0.5	< 20	High Grade > \$12.30 NSR
<b>M2</b>	Cu, High Bi	≥ 0.5	< 0.5	20 - 115	Low Grade ≥ \$8.60 < \$12.30 NSR
<b>M2A</b>	Cu, Very High Bi	≥ 0.5	< 0.5	≥ 115	Marginal Grade ≥ \$6.10 < \$8.60 NSR
<b>M3</b>	Cu - Zn, Low Bi	≥ 0.5	≥ 0.5	< 20	
<b>M4</b>	Cu - Zn, High Bi	≥ 0.5	≥ 0.5	20 - 115	
<b>M4A</b>	Cu - Zn, Very High Bi	≥ 0.5	≥ 0.5	≥ 115	
<b>M5</b>	Bornite, Low Zinc	≥ 0.5	< 0.5	(*NA)	(*NA) - Not Applicable, Bornite ores
<b>M6</b>	Bornite, High Zinc	≥ 0.5	≥ 0.5	(*NA)	contain wittichenite intergrowths

Table 1: Antamina Deposit Ore Type Classification Criteria

<b>Resource Class</b>	<b>Tonnage (Mt)</b>	<b>Metal Grades</b>				
		<b>Cu (%)</b>	<b>Zn (%)</b>	<b>Ag (g/t)</b>	<b>Mo (%)</b>	<b>Bi (ppm)</b>
Measured	358.30	1.25	1.01	13.50	0.03	60.80
Indicated	777.40	0.81	0.68	9.50	0.02	68.30
<b>Sub-total</b>	<b>1135.70</b>	<b>0.95</b>	<b>0.78</b>	<b>10.80</b>	<b>0.03</b>	<b>65.90</b>
Inferred	1787.00	0.30	0.26	4.60	0.01	39.50
<b>TOTAL</b>	<b>2922.70</b>	<b>0.55</b>	<b>0.46</b>	<b>7.00</b>	<b>0.02</b>	<b>49.80</b>

Table 2: Antamina Deposit Geologic Resources, August 2000 Resource Model (Zero Cutoff)