

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

---

Инженерная школа природных ресурсов  
Специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки»  
Отделение Геологии

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы
<b>Комплексные наземные геофизические исследования с целью поисков золотого оруденения на флангах Раздолинской площади (Красноярский край)</b>
УДК 553.411:550.832-047.74(571.51)

**Студент**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223Б	Ко Максим Викторович		

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Орехов А.Н.	К.Г.-м.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По геологической части

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тимкин Т.В.	К.Г.-м.н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В	К.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Т.А.	К.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Немирович-Данченко М.М.	Д-ф.м.н.		

Томск – 2018 г.

## ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>
<b><i>Универсальные компетенции</i></b>	
P1	Применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и инженерные знания в профессиональной деятельности
P2	Анализировать основные тенденции правовых, социальных и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности, демонстрировать компетентность в вопросах здоровья и безопасности жизнедеятельности и понимание экологических последствий профессиональной деятельности
P3	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P4	Идентифицировать, формулировать, решать и оформлять профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий
<b><i>Профессиональные компетенции</i></b>	
P5	Разрабатывать технологические процессы на всех стадиях геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, внедрять и эксплуатировать высокотехнологическое оборудование
P6	Ответственно использовать инновационные методы, средства, технологии в практической деятельности, следуя принципам эффективности и безопасности технологических процессов в глобальном, экономическом, экологическом и социальном контексте
P7	Применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей документации на проведение геологической разведки и осуществления этих проектов
P8	Определять, систематизировать и получать необходимые данные с использованием современных методов, средств, технологий в инженерной практике
P9	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов на основе современных методов моделирования и компьютерных технологий
P10	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой для решения профессиональных инновационных задач в соответствии с требованиями корпоративной культуры предприятия и толерантности
P11	Проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов с учетом современных принципов производственного менеджмента, осуществлять контроль технологических процессов геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых

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

---

Школа \_\_\_\_\_ Инженерная школа природных ресурсов \_\_\_\_\_  
Специальность\_21.05.03 «Технология геологической разведки»  
Отделение школы (НОЦ)\_ Отделение Геологии \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
Немирович-Данченко М.М.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломного проекта
--------------------

Студенту:

группа	ФИО
223Б	Ко Максиму Викторовичу

Тема работы:

Комплексные наземные геофизические исследования с целью поисков золотого оруденения на флангах Раздолинской площади (Красноярский край)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной	
----------------------------------	--

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p>Материалы преддипломной геофизической практики, пройденной на предприятии ООО «Гео Сервис».</p> <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> Географо-экономический очерк района работ и его краткая геолого-</p>
---

Выбор участка работ. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса. Методика и техника полевых и сопутствующих работ, а также их метрологическое обеспечение. Обработка и интерпретация геофизических данных.	
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Геологическая карта листа М-46-Х и Раздолинской площади. Масштаб 1:10 000
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Геологическая часть	Доцент Тимкин Т. В
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент Пожарницкая О. В
Социальная ответственность	Ассистент Задорожная Т. А
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Орехов А. Н	К.г.-м.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223Б	Ко Максим Викторович		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
223Б	Ко Максиму Викторовичу

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Отделение геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>Специалитет</b>	<b>Направление/специальность</b>	<b>Технология геологической разведки</b>

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): «Расчет стоимости внедрения в систему разработки месторождения горизонтальной насосной установки»</i>	<i>Расчёт стоимости проектных полевых и камеральных работ при проведении геофизических работ, включающих в себя: электраразведку, манниторазведку, гамма-спектрометрию. Общая стоимость геологоразведочных работ составила 1 633 904 руб.</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>СНОР-93, ССН-93, ССН-1</i>

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

<i>1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>На основании геофизических методов прошлых лет. Оценка перспективности проектных полевых и камеральных работ при проведении геофизических работ на Змеином участке</i>
<i>2. Составление бюджета инженерного проекта</i>	<i>Общий расчёт сметной стоимости комплекса геологоразведочных работ</i>
<i>3. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	<i>Расчеты стоимости спецоборудования, расходуемых материалов</i>

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Пожарницкая Ольга Вячеславовна	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
223Б	Ко Максим Викторович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
223Б	Ко Максиму Викторовичу

Институт	ИШПР	Кафедра	ГЕОФ
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Технологии геологической разведки

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

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Красноярский край, Мотыгинский район. Климат района резко континентальный с коротким жарким летом и продолжительной холодной зимой. В целом району работ присваивается категория работ в условиях приравненных к крайнему северу.
--	---

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

<b>1. Производственная безопасность</b> 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности	Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, тяжесть и напряженность физического труда, недостаточная освещенность рабочей зоны (в ночное время), превышение уровня шума, отклонение микроклимата в помещении, превышение уровня шума, недостаточная освещенность рабочей зоны.
1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности (средства пожаротушения).	Электрический ток, движущиеся механизмы Производственного оборудования
<b>2. Экологическая безопасность</b>	Загрязнение сточными водами и мусором, выбросы вредных веществ, автотранспорт, распугивание местообитания представителей животного мира, случайное уничтожение, браконьерство.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>	Понятие, классификация ЧС, воздействие молний, меры по предотвращению ЧС.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>	Условия труда работников должны соответствовать пунктам перечня мероприятий [20], а все геофизические работы должны проводиться в соответствии с ПУЭ и РД 153-39.0-072-01 [21].

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Т.А.	К.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223Б	Ко Максим Викторович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 108 с., 22 рис., 24 табл., 37 ист.

Ключевые слова: Попутинское месторождение, Южно-Енисейский золотоносный район, магниторазведка, электроразведка ВП, гамма-спектрометрия, исследование.

Объектом исследования являются массивы удрейской свиты.

Цель работы – проектирование работ на поиски золотого оруденения в пределах Змеиног участка.

В результате анализа ранее проведенных работ был выбран участок для исследования, выбраны методы для проведения поисковых работ, составлены проектно-сметные документации, а также способы обработки и интерпретации геофизических данных.

В специальной части дипломного проекта рассмотрен вопрос о целесообразности внедрения в комплекс геофизических работ нового метода электроразведки МПП – метод переходных процессов.



## ESSAY

The final qualifying work 108 pages , 22 illustrations, 24 tables, 37 sources.

Key words: Poputinskoye deposit, South Yenisei gold-bearing area, magnetic prospecting, EP electrical survey, gamma spectrometry, research.

The object of the study are the massifs of the Udeys suite.

The purpose of the work is to design works for the search for gold mineralization within the Serpentine Zone.

As a result of the analysis of previous work, a site was selected for the study, methods for performing prospecting work were selected, design and estimate documentation was prepared, as well as methods for processing and interpreting geophysical data.

In a special part of the diploma project, the question of the expediency of introducing a new method of electrical exploration of MPP - a method of transient processes into the complex of geophysical works - was considered.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

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

ГРЭ – Геологоразведочная экспедиция

ЕРЭ – естественные радиоактивные элементы МВС – магнитовариационная станция

П – проявление

ПГО – производственное геологическое объединение ПМ – пункт минерализации

Пос. – поселок Р. – река

РЗЭ – редкоземельные элементы

РКП – портативный радиометр-концентратометр РП – рудное поле

СВК – структурно-вещественные комплексы УЭС – удельное электрическое сопротивление

ФГУГП – Федеральное государственное унитарное геологическое предприятие

ФГУП – Федеральное государственное унитарное предприятие

ф.н. – физические наблюдения

СНИИГГиМС – Сибирский научно исследовательский институт геологии геофизики и минерального сырья

Хр. – хребет

ЭП – электропрофилирование

AR – архей;

PR – протерозой;

PZ – палеозой;

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ .....	11
ВЕДЕНИЕ.....	13
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	14
1.1 Географо-экономический очерк района .....	14
1.2 Краткая геолого-геофизическая изученность .....	16
2 ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ .....	24
2.1 Стратиграфия.....	24
2.2 Тектоника.....	26
2.3 Магматизм .....	27
2.4 Полезные ископаемые .....	30
2.5 Петрофизическая характеристика разреза.....	34
3 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	40
4. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	46
4.1. Обоснование объекта исследований .....	46
4.2. Физико-геологическая модель объекта исследования и задачи геофизических исследований.....	47
4.3 Выбор методов и обоснование геофизического комплекса.....	49
5 МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ.....	50
5.1 Методика и техника полевых работ .....	50
5.1.1 Геофизические работы .....	50
5.1.2 Топогеодезические работы .....	58
5.1.3 Метрологическое обеспечение работ.....	59
5.2 Интерпретация геофизических данных .....	61
6. ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В КОМПЛЕКС ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПОИСКОВ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ. ....	63
7    ФИНАНСОВЫЙ    МЕНЕДЖМЕНТ,    РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ    И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	81

8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	105
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	106

## ВЕДЕНИЕ

Темпы роста производства и потребления минерально-сырьевых ресурсов в мире из года в год неуклонно растут. Это явилось одной из побудительных причин интенсификации процессов глобализации минерально-сырьевых баз (МСБ), в которые так или иначе вовлечена МСБ России, в первую очередь высоколиквидных и стратегических полезных ископаемых - благородных и цветных металлов (медь, никель, золото, металлы платиновой группы и пр.). При этом минерально-сырьевое обеспечение России к концу прошлого века оказалось под воздействием ранее не прогнозирувавшихся негативных процессов, среди которых наибольшее влияние имела деструкция ранее единой минерально-сырьевой базы, дестабилизировавшая систему сырьевого обеспечения национальной экономики. Как видно, ускоренный рост экономического развития России, в силу исторически сложившихся приоритетов, невозможен без быстрого открытия и вовлечения в добычу высоколиквидных типов полезных ископаемых.

В то же время, мировая практика поисковых работ свидетельствует о том, что достоверный прогноз и быстрое обнаружение месторождений цветных и благородных металлов невозможно без соблюдения стадийности поисковых и применения современных методов разведочной геофизики, геохимии и компьютерных технологий.

Мировая и отечественная практика поисковых работ, на различные виды полезных ископаемых, свидетельствует, что для выбора направлений дальнейших исследований необходимы комплексирование и переосмысление ранее полученной информации из всех возможных источников.

Целью геофизических работ являлись поиски месторождения золота. Геофизические работы проводились в 20 км от с. Мотыгино по направлению к Раздолинску.

## **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **1.1 Географо-экономический очерк района**

Площадь отчетных работ располагается в среднем течении р. Рыбной, правого притока р. Ангары (рис 1.1). В горнопромышленном отношении площадь работ находится в пределах Южно-Енисейского золотоносного района, где уже на протяжении 150 лет ведется интенсивная разработка россыпного золота.

С 70-х годов XX столетия в связи с истощением россыпей и с учетом высокого потенциала рудной золотоносности были начаты планомерные поисковые и разведочные работы на рудное золото. К настоящему времени в пределах Южно-Енисейского золотоносного района выявлено восемь месторождений и более 250 проявлений рудного золота.

К началу проектных работ на площади исследований проведена серия геологоразведочных, геологосъемочных, тематических работ, позволивших выделить данный район как наиболее перспективный на обнаружение коренного золотого оруденения. С начала 70 - годов прошлого столетия на данной площади выявлено два месторождения (Боголюбовское и Попутнинское) и ряд рудопроявлений (Светлое, Антониновское, Змеиное, Перевальное, Осинное, Западное и др.) коренного золота. Выделен ряд геохимических и геофизических аномалий перспективных на обнаружение данного вида полезного ископаемого.

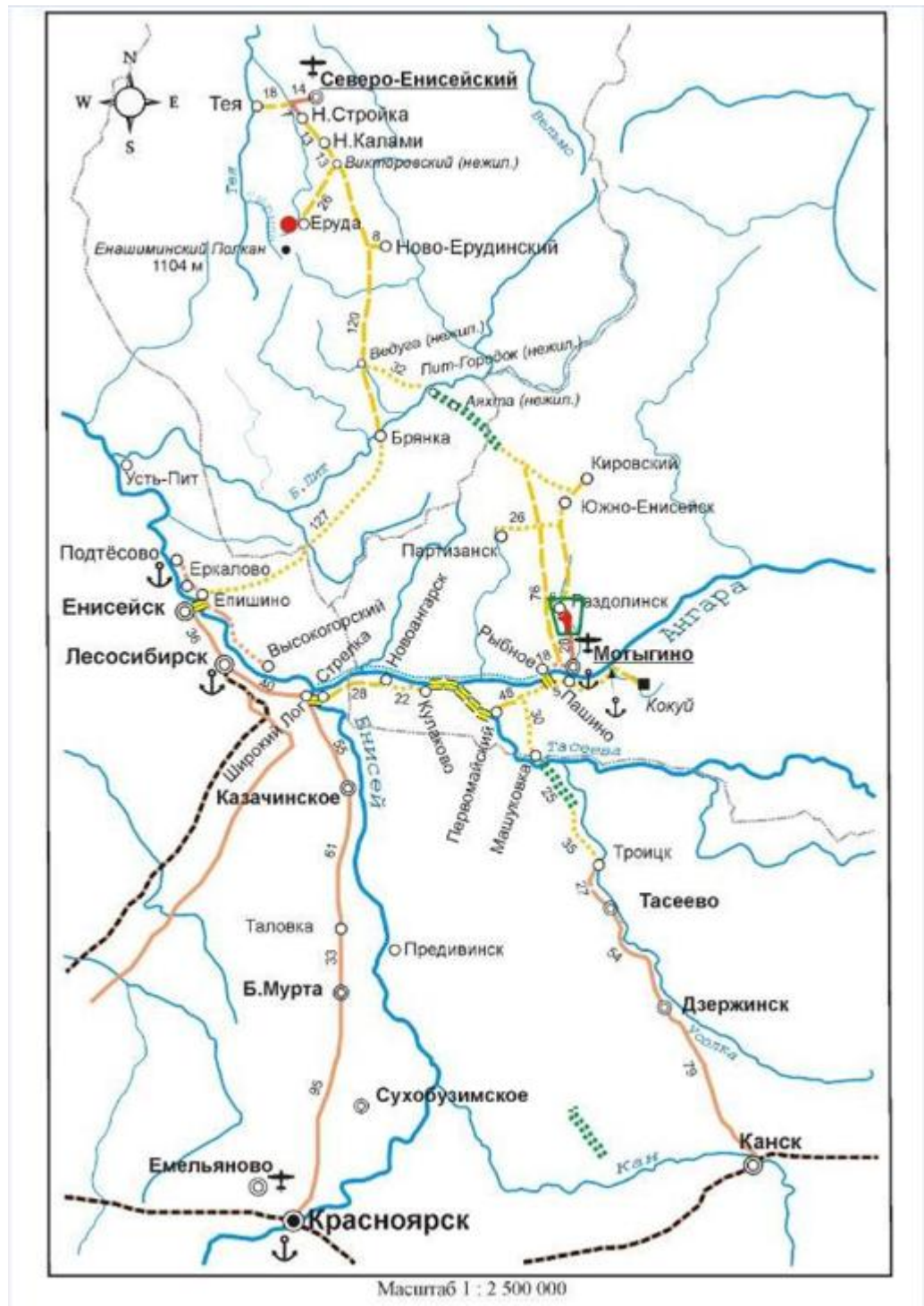


Рисунок 1.1 Обзорная схема района работ:



## 1.2 Краткая геолого-геофизическая изученность

Геологическое изучение района (рис 1.2) началось в начале 40-х годов 19 века с работ Э. Гофмана и Д. Макарова (1843) и продолжается до настоящего времени (рис. 2). Геологическое строение и полезные ископаемые района были освещены в работах А.К. Мейстера (1910), С.В.Обручева (1924), Е.Н. Митченко (1931 - 1932), Е.И. Щукиной (1936), А.Д. Васильева и Ю.Д. Скобелева (1939), А.В. Лесгафта (1951).

В 1951 г. Г.И. Кириченко была опубликована геологическая карта листа 0-46 масштаба 1:1 000 000. После известной работы А.К. Мейстера данная карта является первой работой, охватывающей значительную территорию Енисейского кряжа.

В 1958 - 59 гг. под руководством К.Ш. Яркаева проведена государственная геологическая съемка листа О-46-XVII масштаба 1: 200 000. Съемка сопровождалась шлиховым опробованием и была обеспечена аэромагнитными данными масштаба 1:200 000. Оценена золотоносность района. Уточнена схема стратиграфического расчленения докембрийских отложений восточной окраины кряжа. Гидрогеологическая съемка того же масштаба на территории листа выполнена В.А. Владимировым в 1963-64 гг.

В 1964-67 гг. А.И. Вызу и В.Н. Кристин разработали легенду протерозойских отложений применительно к геологоразведочным работам масштаба 1:50 000.

В 1972 г. А.Б. Хисамутдинов провел геологическую съемку масштаба 1:50 000 с поисками золота, сурьмы и других полезных ископаемых. В результате работ составлена геологическая карта соответствующего масштаба. Установлено наличие золотой и сурьмяной минерализации, связанной с кварцевыми жилами. Выделены перспективные участки. В береговом обнажении р. Рыбной ниже устья руч. Боголюбовского описан выход сланцев с вкрапленностью арсенопирита.

Геологическое доизучение территории в масштабе 1:50 000, включающей Раздолинский участок, проведено А.Ф. Целыковским (1985). На основе богатого фактического материала, последних данных геофизических работ, дешифрирования аэрофотоснимков создана кондиционная геологическая карта. Проведены поиски коренных источников золота. Рассмотрены вопросы регионального и контактового метаморфизма. Изучены интрузивные образования. Проведены поиски различных полезных ископаемых (бурых углей, железа, марганца, меди, свинца и т.д.).

В первой половине 90-х годов XX столетия в пределах Рыбинской рудной зоны проводились тематические работы, по прогнозной оценке, на основе тектонофизического моделирования и анализа геолого-структурных данных. К сожалению, работы не были доведены до конца из-за прекращения финансирования, вышел только информационный отчет (Хохлов, Кучерук, 1995).



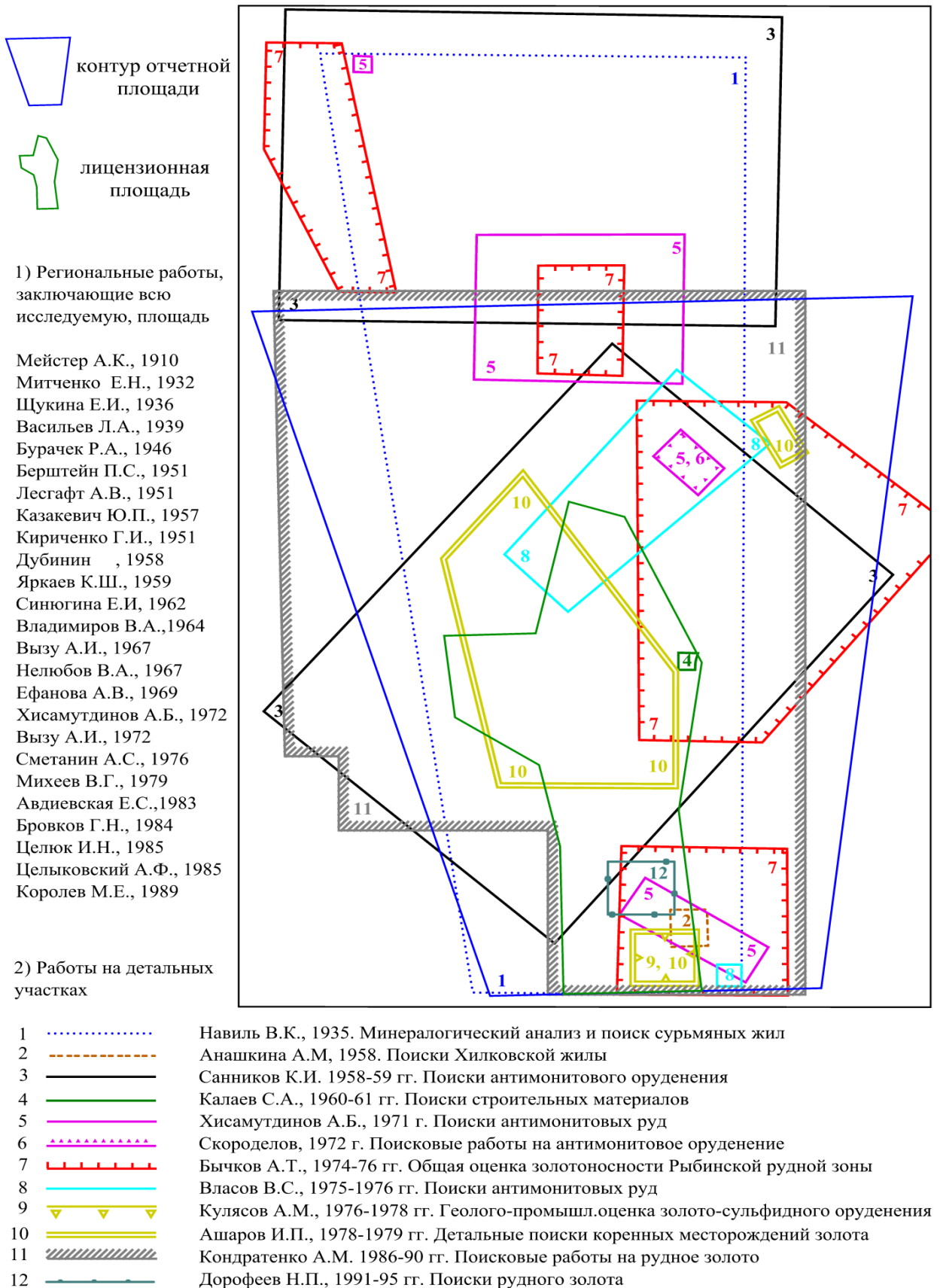
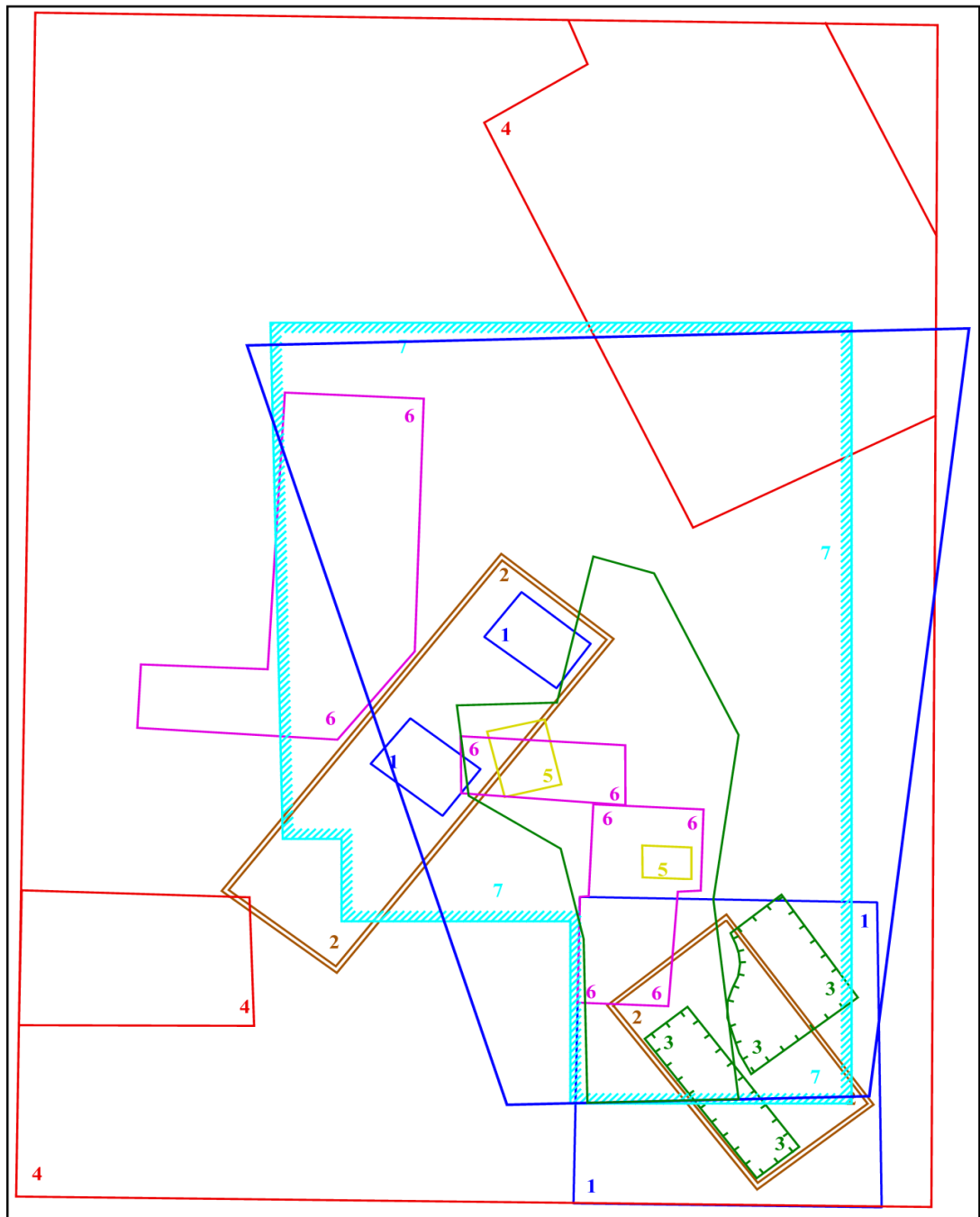


Рисунок 1.2. Схема геологической изученности района

За все время исследований Раздолинская площадь изучалась различными комплексами геофизических методов самых разнообразных масштабах. Данные о геофизической изученности территории представлены в табл. 1.1 и на рис. 1.3.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ










- |   |                         |   |  |                        |
|---|-------------------------|---|--|------------------------|
|  | контур отчетной площади | 1 |  | Седова В.Г., 1948      |
|  | лицензионная площадь    | 2 |  | Бородин В.В., 1951     |
|   |                         | 3 |  | Бычков А.Т., 1976      |
|   |                         | 4 |  | Бобыкин В.В., 1977     |
|   |                         | 5 |  | Цельковский А.Ф., 1985 |
|   |                         | 6 |  | Климкова , 1988        |
|   |                         | 7 |  | Кондратенко А.М., 1990 |

Рисунок 1.3 Схема геофизической изученности района

## Изученность Раздолинской площади геофизическими работами

/п	Автор работ, организация	Годы проведения работ	Виды работ, основные результаты	Рекомендации
	2	3	4	5
	Федорчук В.Н. Гирецмет	1937 г.	На Раздолинском сурьмяном месторождении геофизические работы методом сопротивлений естественного электрического поля и магнитометрии.	Новых находок не обнаружено.
	Седова В.И., Григорьев А.И., НИГРИЗолото	1948 г.	На Рыбинском участке с целью определения форм погребенного рельефа и расчленения рыхлых отложений проведено электропрофилирование с шагом 50-100 м и магниторазведка по отдельным профилям с шагом 50 м.	
	Бородин В.В. Ануфриева А.Л.	1951 г.	В районе Раздолинского месторождения исследована площадь в 16 кв.км. Проведены электроразведочные работы и литохимическое опробование по вторичным ореолам рассеяния. На основании геофизических данных открыто несколько кварцевых жил.	Жилы «Ореольная» и «Попутная» рекомендуется к проверке горными и буровыми работами.
	Комский М.М., Пашенко Г.Л.	1954-55 гг.	На Раздолинском месторождении проведены ревизионные работы, включающие в себя гамма-каротаж скважин, изучение керна и детальные радиометрические исследования подземных горных выработок.	Результаты на обнаружение радиоактивного сырья отрицательные.
	Болдырев О.В.	1958-59 гг.	Аэромагнитная съемка масштаба 1:100 000 прибором АЭМ-49.	
	Иванов В.М., СЕГФЭ	1966-67 гг.	Обобщены материалы высокоточных аэромагнитных съемок и составлена карта магнитных аномалий.	
	Артемьев Э.П. Валента Г.П.	1966 г.	Аэромагнитная съемка и наземные проверочные работы в восточной части Енисейского кряжа». Работы проводились с самолета АН-2 станцией АММ-13. По результатам работ составлена карта аэромагнитного поля масштаба 1:25 000 на обширную площадь.	

			Проведены наземные работы в масштабе 1:10 000 по заверке аномалий, поискам месторождений железа и цветных металлов.	
	Жураковский Б.А., Князев Г.А Мотыгинская гравиметрическая экспедиция	1971 г.	Гравиметрическая съемка масштаба 1:200 000 листа О-46-XVII. Построены гравиметрические карты в редукции Буге, карты локальных аномалий масштаба 1:200 000; карты региональных аномалий, вторых вертикальных производных потенциала силы тяжести, сводная гравиметрическая карта района работ в масштабе 1:500 000. Составлена тектоническая схема, геолого-геофизические разрезы. Предположительно выделены зоны развития не вскрытых гранитоидных интрузий, с которыми связывается распределение месторождений и рудопроявлений золота, сурьмы, олова.	Высказывается мнение о целесообразности проведения гравиметрических работ более крупного масштаба для поисковых работ на золото, сурьму и редкие металлы в пределах Центрального антиклинория Енисейского края.
	Бычков А.Т. Приангарская партия АГРЭ	1974-75 гг.	В бассейне р. Рыбной одновременно с поисковыми работами проводились геофизические исследования на детальных участках (магнито – и электроразведка масштаба 1:10 000).	Выделены геофизические поисковые критерии зон золотого оруденения.
0	Бобыкин В.В., Гибадулин Р.Ф.	1977 г.	С целью поисков золота в черносланцевых толщах Южно-Енисейского района выполнена высокоточная аэромагнитная съемка масштаба 1:25 000, дипольное электропрофилирование и электроразведка методом ЕЭП (сеть 400×200), ВП по сети 400×40 м. На участке Раздолинском выделены 4 перспективные площади. Установлено, что углистые кварц-серицитовые сланцы кординской свиты отмечаются линейными низкоомными зонами, сопровождающимися высокоинтенсивными отрицательными аномалиями потенциала естественного поля.	Даны рекомендации по оптимальному комплексированию геофизических методов при поисках месторождений золота в черносланцевых толщах.
1	Ф.Б. Бакшт	1984 г.	В Рыбинской рудной зоне проведены профильные съемки методами ЕЭП и СДВР, гамма-съемка. Проведено сравнение геофизических аномалий с аномалиями геобиофизическими. Намечены объекты, перспективные в отношении поисков проявлений рудного золота прожилково-вкрапленного типа, погребенных россыпей и золотоносных кор выветривания. Расширены перспективы окрестностей Попутнинского месторождения, Боголюбовского и	

			Сорочьего проявлений, неотработанных отрезков долины р. Рыбной. Выбран оптимальный комплекс геофизических работ для поисков золотого оруденения. Впервые в районе применены методы СДВР и нестационарных естественных электрических полей. Установлена приуроченность большинства зон биолокационных аномалий к краевым частям крупных линейных аномалий ЕЭП, в которых отмечены максимумы вариаций поля.	
2	Жураковский Б.А., Козлов С.А.	1985 г.	<p>Гравиметрическая съемка масштаба 1: 50 000 на Рыбинской площади.</p> <p>На изучаемой территории отмечается широкая карбонатизация базитов и сланцев, сульфидная минерализация, относительно повышенный фон естественной радиации. Авторы считают, геохимическая обстановка Рыбинской рудной зоны благоприятна для локализации золото-сульфидного и золото-сурьмяного оруденения.</p> <p>По комплексу геолого-геофизических данных на рассматриваемом отрезке Рыбинской зоны выделено два объекта, по структурным и вещественным особенностям сопоставимых с рудными узлами Раздолинским и Попутнинским. Условия, типичные для Раздолинского месторождения, распространяются на значительное по площади окружающее пространство, с отдельными мелкими участками, характеризующимися наличием проявления золото-кварцевой формации.</p>	Поиски могут быть ориентированы на контрастные гравитационные минимумы, выявляемые детальной съемкой, позволяющей наметить положение рудных тел даже среди глинистых продуктов.
3	Цельковский А.Ф.	1985 г.	<p>В процессе ГДП-50 на перспективных площадях выполнены методы ДЭП и ЕЭП по сети 400×20 м. В пределах этих площадей, на участках Боголюбовском и Аверихинском поведены более детальные работы. На участке Боголюбовском: ДЭЛ, ЕЭП и магнитная съемка по сети 100×20 м., исследование канав с шагом 10 м, на Аверихинском участке - электроразведочные работы методами ДЭП и ЕЭП по сети 100×20 м.</p> <p>В результате комплексного анализа материалов построена схема геологической интерпретации геофизических данных участка Рыбинского в масштабе 1:10 000. На схеме выделены геологические</p>	Рекомендовано включить в комплекс ГИС метод ГГК-П и исключить, как неинформативный, метод КМВ.

			<p>объекты, отразившиеся в физических полях, даны контуры участков, перспективных на обнаружение золота.</p> <p>В скважинах, отбуренных в процессе работ, проводились следующие геофизические исследования: КС, ЕЭП, СК, КМВ, гамма - каротаж, инклинометрия, кавернометрия.</p>	
4	<p>Кондратенко А.М.</p> <p>Центральная партия АГРЭ</p>	1986-90 гг.	<p>В рамках поисковых работ на рудное золото в Рыбинской рудной зоне проведены площадные (ВП-СГ, СДВР, магниторазведка) и профильные (ЧИМ, РС-ВП, ВП-ЦЭ) геофизические работы. Профильные работы проводились в пределах выявленных рудопроявлений (Боголюбовское - ВП-ЦЭ, ЧИМ, РС-ВП; Светлое - ЧИМ, Змеиное - РС-ВП; Антониновское - РС-ВП). Площадные работы проводились в пределах участков Боголюбовский (СДВР, ВП-СГ), Светлое (ВП-СГ), Баландинский (ВП-СГ, МС).</p> <p>Зоны сульфидной минерализации выделяются аномалиями поляризуемости, горизонтальной магнитной составляющей Ну и слабыми положительными аномалиями <math>\Delta T</math>, разрывные нарушения картируются по вытянутым в одном направлении аномалиям магнитного и электрических полей, по резким сменам характера физических полей. Аномальные значения Ну также соответствуют разрывным нарушениям.</p> <p>Профильные работы методом РС-ВП выполнены на участках Змеиный, Боголюбовский и Антониновский.</p> <p>На участке Змеином установлена аномалия поляризуемости широтного простирания. Природа аномалии объяснялась присутствием вкрапленной сульфидной минерализации. Аномалия была выделена как перспективная на обнаружение рудного золота, подтверждена горными работами. На восточном фланге Центрального участка Боголюбовского рудопроявления в одном из трех пройденных профилей отмечены интервалы, перспективные на обнаружение продуктивной золото-сульфидной минерализации.</p>	

		<p>На Антониновском участке выделена аномалия поляризуемости юго-западного простирания, которая свидетельствует о наличии сульфидной минерализации. Сделано предположение о сложном тектоническом строении участка. Скважинами в аномальной области вскрыты глинистые сланцы, хорошо рассланцованные, с прожилками сульфидов и кварца. Аномалия охарактеризована как представляющая интерес в качестве индикатора золоторудного объекта.</p> <p>Метод ЧИМ, выполненный по серии профилей, расположенных в пределах Центрального участка рудопроявления Боголюбовского, на участках Светлом и Баландинском, положительных результатов не дал.</p>	
--	--	--	--

## 2 ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Стратиграфия

В геологическом строении участка работ принимают участие породы сухопитской серии (кординская, горбилкокская и удерейская свиты) нижнего и среднего рифея, а также четвертичные отложения.

**Удерейская свита ( $R_{2ud}$ )**. Отличительной особенностью свиты является преобладание апопелитовых разностей пород с повышенным уровнем карбонатности, сульфидной (пиритовой) минерализации, присутствие углеродистого вещества, среднее содержание которого в целом по свите не превышает 0,1-0,2%. В разрезе свиты отмечается широкое развитие конкреционных образований. Свита подразделяется на три подвиты: нижнюю, среднюю и верхнюю.

***Нижнеудерейская подсвита ( $R_{2ud_1}$ )*** по характеру слоистости подразделяется на две пачки – нижнюю и верхнюю.

*Нижняя пачка ( $R_{2ud_1^1}$ )* представлена сероцветными сидеритсодержащими филлитизированными сланцами линзовиднослоистыми; апопелитами хлорит-сидерит-серицитового, меньше хлорит-серицит-кварцевого состава. Мощность пачки 220-250 м.

*Верхнюю пачку ( $R_{2ud_1^2}$ )* слагают сероцветные сидеритсодержащие филлитизированные сланцы, преимущественно монотонные с редкими сидеритовыми конкреционными прослоями, кремнистыми конкрециями с текстурой «конус в конус». Сланцы хлорит-сидерит-серицитовые. Текстура пород мелкослойчатая. Мощность пачки 200-250 м.

***Среднеудерейская подсвита ( $R_{2ud_2}$ )*** по особенностям литологического состава и характеру слоистости подразделяется на три пачки: нижнюю, среднюю и верхнюю.

*Нижняя пачка ( $R_{2ud_2^1}$ )* представлена сланцами (филлитами) кварц-серицитовыми темно-серого цвета, с прослоями кварц-хлорит-серицитовых сланцев зеленовато-серых, зеленовато-грязно-серых с белесой и темно-серой полосчатостью. Наблюдаются порфиробласты карбонатов, тонкая вкрапленность пирита. Мощность пачки около 300 м.

*Средняя пачка ( $R_{2ud_2^2}$ )* сложена кварц-хлорит-серицитовыми сланцами светло-зеленого, светло-серо-зеленого, желто-зеленого цвета. Мощность пачки 80-100 м.

*Верхняя пачка ( $R_{2ud_2^3}$ )* представлена однообразными неравномерно-тонкополосчатыми сланцами (филлитами) кварц-хлорит-серицитовыми, темно-серыми с зеленым и темно-зелеными, обычно массивно-плитчатыми. В составе сланцев отмечаются порфиробластические карбонатные (сидерит, анкерит) зерна, вкрапленность пирита. Мощность пачки около 400 м.



**Верхнеудерейская подсвита ( $R_{2ud_3}$ )** представлена однородными кварц-серицитовыми алеврито-глинистыми сланцами серого, темно-серого цветов, тонкослоистыми, с пластами кварц-серицитовых филлитов темно-серых, кварц-хлорит-серицитовых филлитов светло-серых и серо-зеленых неслоистых, пропластками зеленовато-серых кварцитов и кварцито-песчаников. Мощность подсвиты более 700 м.

**Четвертичная система** представлена верхним и современным отделами.

**Верхний отдел ( $Q_{III}$ )** образован осадками 3-й, 2-й и 1-й надпойменных террас р. Рыбной. *Третья терраса* сложена глиной серой, желто-серой, красноватой, вязкой, с мелкой галькой глинистых сланцев, линзами галечника и песка. Мощность отложений до 2 м. Отложения *второй террасы* представлены глинами с обломками подстилающих пород. Мощность до 2 м. В разрезе *первой террасы* под слоем серых вязких глин залегает слой галечника преимущественно кварцевого состава. В районе рудопроявления Антониновского вскрыты темно-серые глины с гнездами вивианита. Отложения террасы почти повсеместно золотоносны.

**Современные отложения ( $Q_{IV}$ )** состоят из элювиально-делювиальных и аллювиальных образований.

*Элювиально-делювиальные образования* сплошным чехлом покрывают все склоны и значительную часть водоразделов. Верхняя часть этих отложений сложена суглинками и гидрослюдистыми глинами со щебнем выветрелых пород. В нижней части преобладает обломочный материал коренных пород. Мощность отложений 1,5-5,0 м.

*Аллювиальные отложения* широко развиты в пределах высоких и низких пойм всех водотоков. Представлены они илистыми суглинками и супесями с прослоями глинистых песков и галечников. Мощность достигает 10-15 м.

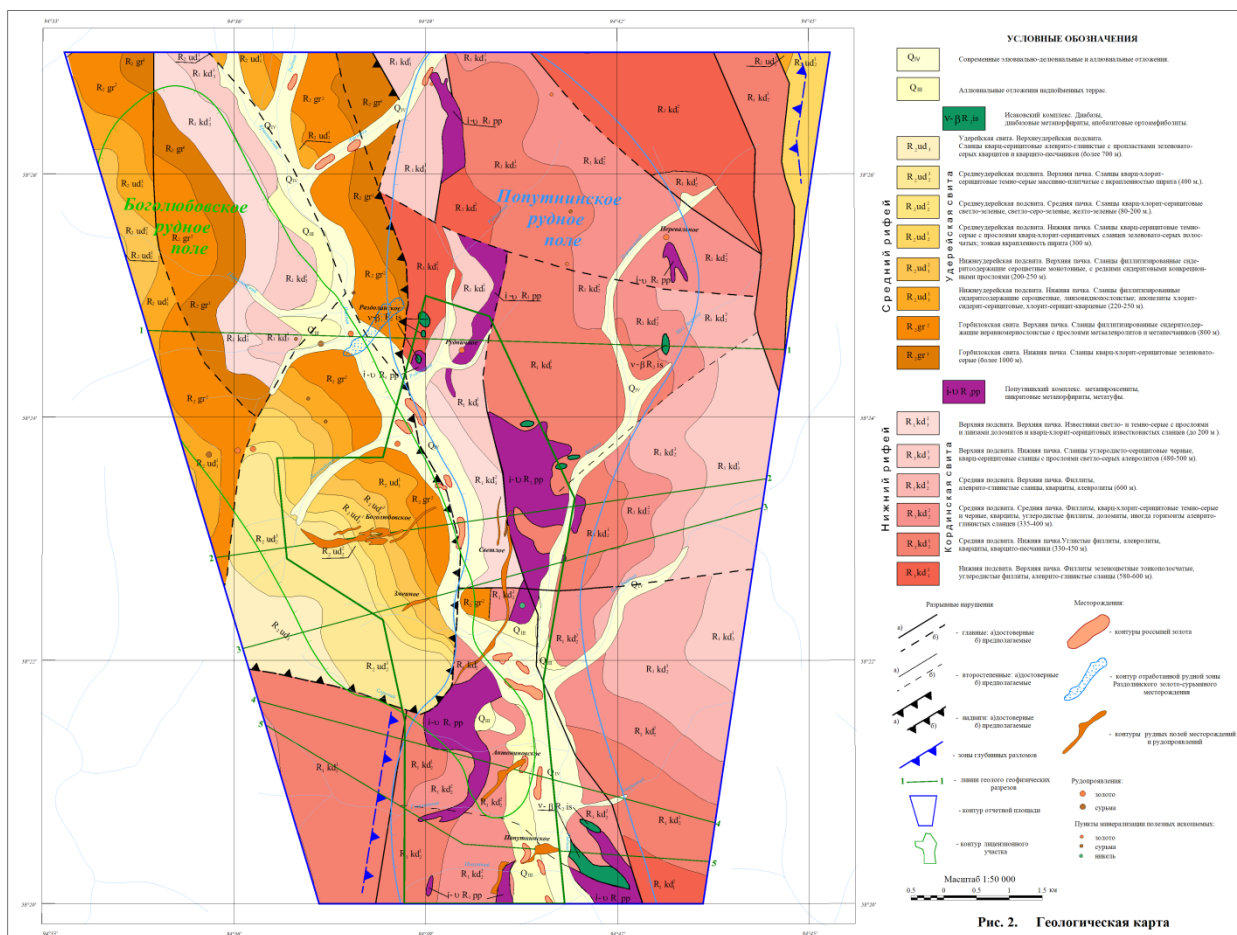


Рисунок. 2.1 Геологическая карта района работ

## 2.2 Тектоника

В структурном плане участок работ расположен на сочленении восточного крыла Центрального антиклинория с западным крылом Ангаро-Питского синклинория, проходящего в субмеридиональном направлении вдоль Ишимбинского глубинного разлома (Ли, 1990).

Основной пликативной структурой Рыбинского рудного узла является горст-антиклиналь с субмеридиональной ориентировкой оси. Ядро антиклинали сложено кординской свитой, крылья - горбилковской и удерейской свитами. Ядерная часть ограничена продольными разломами, осложнена небольшими телами доботолитовых базитов и поперечными сбросо-сдвигами.

Наряду со складчатыми структурами, отмечается широкое развитие разрывных нарушений. В региональном плане Раздолинская площадь ограничена с востока меридиональной зоной Ишимбинского глубинного разлома, а с запада и юго-запада – зоной Мамонско-Рыбинского регионального разлома (Тектоника и металлогения..., 2004). Самыми крупными в пределах Раздолинской площади являются Рыбинский и Кривляжинский сбросы.

*Рыбинский сброс* проходит в северо-западном направлении через истоки р. Мал. Авериха, водораздел рр. Рыбной - Теплой, с истоков р. Теплой меняет направление на меридиональное и трассируется на север через р. Мал. Шаарган. В структурном отношении сброс располагается в зоне сочленения Центрального антиклинория и Ангаро-Питского синклинория. Рыбинский сброс сопровождается зоной интенсивного расланцевания, гидротермальными изменениями пород, выразившимися в окварцевании, окремнении и серицитизации. *Кривляжинский сброс* проходит из южных районов р. Рыбной, вдоль левого склона р. Кривляжной и через ее истоки прослеживается в северо-западном направлении за пределы района. Оба этих сброса сопровождаются серией более мелких разрывных нарушений восточного и северо-восточного простирания.

На геологической карте участка в западной и северо-западной его части изображена *структура взбросово-надвигового типа*. Висячий бок сложен породами кординской, горбилоской и удерейской свит, лежащий бок – преимущественно кординской свитой. Фронтальная зона структуры в основном конкордантна простиранию осей складок, а в юго-западной части – практически нормальна простиранию структур. Часть зоны надвиговой структуры скрыта аллювиальными отложениями р. Рыбная. На линии разреза к ГК-50 угол падения сместителя около 35°. Внутри аллохтона породы разбиты на более мелкие блоки с субвертикальными падениями плоскостей сместителя.

Трещинная тектоника в геологическом строении района играет весьма существенную роль, так как с ней связаны зоны окварцевания с золото-сурьмяной минерализацией, интенсивные зоны расланцевания с золото-сульфидной минерализацией, сопровождающиеся незначительным прокварцеванием пород в виде сети мелких жил и прожилков.

### **2.3 Магматизм**

Вулканыты, развитые на Рыбинском участке, являются сравнительно хорошо изученными в связи с поисками и разведкой связанного с ними золото-сульфидного оруденения. В разные годы и различными исследователями они выделялись и картировались по-разному. Впервые они были выделены А.К.Мейстером как пикриты и амфиболиты существенно субвулканической фации. При геолого-съёмочных работах масштаба 1: 200 000 они вообще не выделялись и включались в состав сухопитской серии. В результате геологической съёмки последних лет масштаба 1:50 000 и поисковых работ они стали расчленяться на два комплекса: ультраосновные - в *попутнинский комплекс* и основные - в *исаковский комплекс*. А.Т.Бычковым в 1975 г. было установлено, что 70% из них составляют ультраосновные породы и только 30% - основные. А.Б. Хисамутдиновым в 1972 г. среди них были выделены и описаны туфы ультраосновного состава. Работами А.Ф. Целыковского и

др. (1985) большая часть этих пород была отнесена к субвулканическим образованиям, слагающим неки, дайки и силлы. Позднее, в 1983-1987 гг., к таким же выводам пришел Б.А.Бутан. Предполагалось, что формирование всех этих пород произошло в два этапа. В первый сформировались ультраосновные разности пород, а во второй - основные. Приводились данные об одновозрастности и комагматичности их.

По мнению Т.Я. Корнева с соавторами (Корнев, Еханин, Романов, 1998), «имеющиеся на сегодня данные однозначно указывают на то, что рассматриваемые породы тесно ассоциируют и характеризуются взаимопереходами, имеют в основном первичное вулканогенное и частично субвулканическое происхождение. Они образовались в одну фазу, в период формирования удерейской свиты и относятся к одному коматиит-базальтовому комплексу». Среди них ведущими являются метаморфизованные коматииты, пикробазальты и их туфы, а также изредка отмечаемые метапикриты, метапикродолериты и метадолериты. Широко развиты их метаморфизованные производные - ортоамфиболиты, тремолит-актинолитовые породы и редко серпентиниты. Т.Я. Корнев указывает на их первичное вулканогенное происхождение, между ними наблюдаются постепенные переходы, и они представляют собой в генетическом отношении непрерывную группу (серию) пород: коматииты, пикробазальты, мелабазальты, базальты (покровная фация) и соответствующие им образования субвулканической и гипабиссальной фаций (пикриты, пикродолериты, долериты), входящие в состав комплекса. Примечательно и такое утверждение Т.Я. Корнева: «Имеющаяся же по ним [всем породам комплекса] петрохимическая информация с данными петрографии и геологии однозначно говорит об их единстве и принадлежности к одному вулканическому комплексу», названному автором *попутнинским комплексом коматиит-базальтовым*.

Итак, несмотря на многообразие мнений о генезисе, магматические породы района работ представлены образованиями ультраосновного и основного состава и отнесены (Цельковский и др., 1985) соответственно к *попутнинскому* и *исаковскому комплексам*. В такой трактовке они показаны на прилагаемой геологической карте (рис. 2)

***Попутнинский комплекс (i-vR<sub>1pp</sub>)***. В составе этого комплекса описаны линзовидные тела амфиболовых и амфибол-хлоритовых сланцев, пикритовые метапорфириты и метапироксениты бассейна р. Рыбной. Тела апоультрабазитов комплекса представляют собой палеовулканическую структуру - вулканические каналы трещинного типа или неки сложной формы.

***Ультраосновные субвулканические образования*** (попутнинский комплекс, по Цельковскому) представлены метаморфизованными пикритами, пикритовыми порфиритами, пироксенитами. Тела гипербазитов залегают в клиновидных удлиненных в

субмеридиональном направлении блоках и подвержены интенсивным дислокациям вместе с вмещающими породами. Последние метаморфизованы в зеленосланцевой фации, иногда до биотитовой субфации (Рыбинский блок) и часто превращены в милониты филлитового облика. Кроме филлитов, на контакте с ультрабазитами, в небольшом количестве встречаются диабазы и линзовидные тела, состоящие из сидерита или доломита.

Ультраосновные породы, в основном, рассланцованы и превращены в хлорит-тремолитовые сланцы. Реликты первичных минералов – оливина и пироксена – встречены только в метапироксенитах и пикритовых порфиритах. Вторичные минералы представлены тремолитом, хлоритом и в подчиненном количестве – карбонатом, актинолитом, флогопитом, кварцем, сфеном.

По химическому составу ультрабазиты относятся к семейству собственно ультраосновных пород ( $\text{SiO}_2$  – 44%) низкой щелочности. На диаграмме A-S наиболее многочисленные точки составов из района р. Рыбной группируются в поле вебстеритов. Часть точек из пород р. Рыбной группируются в контуре, перекрывающем пикриты и перидотитовые коматииты, что объясняется высоким отношением  $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{MgO}/\text{SiO}_2$ . Корреляционные связи микроэлементов типичны для ультрабазитов и объединяются в две группы: Cr-Ni-Mn и Ti-V-Cr. В то же время они характеризуются повышенной (в 3 раза больше кларка для ультрабазитов) титанистостью и низкими содержаниями Ni и Co. С ультрабазитами парагенетически связаны месторождения золота, мышьяка, сурьмы, которые приурочены к кварц-карбонатным и кварц-карбонат-сланцевым метасоматитам на контакте ультрабазитов с вмещающими «филлитами», диабазами и карбонатными породами (сидеритами, доломитами).

Радиологический возраст серного метасоматоза, наложенного на метапикриты в пределах попутнинского рудного поля, составляет 1400-1200 Ma (Rb-Sr метод). По породам собственно панимбинской вулканогенно-осадочной ассоциации сегодня имеются следующие радиоизотопные определения возраста: амфиболизированное габбро с р. Индыгла – 1620 Ma (K-AR по породе; то же с г. Футбольная – 1505 Ma (K-AR по породе); метапикритов с р. Панимба – 1050 Ma (Rb-Sr по породе); metabазальтов у пос. Партизанский – 750 Ma (Rb-Sr по породе). Последняя цифра совпадает с геологическим возрастом степановского комплекса субвулканического. Приведенные цифры противоречивы и ненадежны. Для решения проблемы возраста панимбинской ассоциации, считают авторы ГК-1000, требуются специализированные тематические работы.

## 2.4 Полезные ископаемые

Раздолинский рудный узел входит в состав Рыбинской рудной зоны и объединяет в себе Попутнинское и Боголюбовское рудные поля, в пределах которых выделены золоторудные объекты определенного генезиса.

**Попутнинское рудное поле** простирается в меридиональном направлении более чем на 15 км от старого зимовья «Асташковское» до реки Афониха и большей своей частью входит в контур лицензионной площади ЗАО Полюс. Проведенные ранее исследования выявили специфическую геохимическую зональность, в соответствии с которой рудное поле условно подразделяется на три участка: Центральный (водораздел ручьев Рудничного и Моисеевского) Северный и Южный.

Центральный участок характеризуется золото-сульфидным типом минерализации. Объединяет в себе все золоторудные объекты золото-известково-силикатного типа, контролируемые выходами массивов ультрабазит-базитового состава. В пределах участка располагаются месторождение Попутнинское и рудопроявление Светлое.

**Попутнинское месторождение** выявлено в 1886 году, когда в почве разреза Козьмо-Демьяновского прииска была обнаружена Хилковская жила с видимым золотом, давшая впоследствии 200,63 кг золота. «Жила» представляла собой систему жил и прожилков кварца беловатого цвета с пустотами, выполненными охрами с серным колчеданом. Золото концентрировалось преимущественно в зальбандах жил. По неизвестным причинам в конце эксплуатации жила была утеряна. Впоследствии работы по поиску жилы неоднократно возобновлялись (Рязанов, 1932; Анашкина, 1958). В результате этих работ скважинами было вскрыто золото-сульфидное оруденение, целенаправленное изучение которого началось в 1974 г (см. раздел 2, табл. 1).

Основными элементами структуры месторождения является подковообразный массив ультраосновных пород попутнинского комплекса и примыкающее к нему с северо-востока интрузивное поле диабазов и диабазовых порфиритов исаковского комплекса, находящихся в поле пород средней пачки среднекординской подсвиты. Оруденение приурочено к золотоносным кварцево-карбонатно-слюдистым умеренно-сульфидным метасоматитам и локализовано в приконтактных зонах метаультрабазитов, а также в диабазовых порфиритах. Простирание рудных тел совпадает с направлением контакта. По условиям геологического строения площадь месторождения разделена на три участка: юго-западный, центральный и северо-восточный.

Рудная зона в плане имеет форму дуги, обращенной выпуклой частью к востоку. Выделено пять рудных тел мощностью 2–27,7 м, длиной по простиранию 20–242 м и по падению до 200 м.

Юго-западный участок изучен линиями поисковых скважин. Выделено два рудных тела северо-восточного простирания с северо-западным падением. Мощность тел от 2 до 8,8 м. Протяженность рудных тел по простиранию до 240 м, по падению тела прослежены до глубины 180 м.

Последующими работами оруденелая зона прослежена далее к югу еще на 750 м. Было получено единичное пересечение зоны скважинами колонкового бурения. На северо-восточном участке оруденение приурочено к контакту тела (силла) диабазовых порфиритов исаковского комплекса с туфосланцами среднекординской подсвиты. Расположено в два этажа в межпластовых частях силла.

Рудное тело имеет форму симметричной синклинали северозападного простирания с падением крыльев на юго-запад под углом 50-60°. Длина складки - 600 м, ширина 150 - 180 м. Оруденение прослежено до глубины 250 м. Мощность рудных пересечений от 3 до 25 м. Прогнозные ресурсы Попутнинского месторождения по категории  $P_1$  составляют 17,5 т

Из геохимических особенностей месторождения отмечено, что главным элементом-спутником золота является мышьяк. Ореолы сурьмы слабоинтенсивные, незначительных размеров, приурочены исключительно к метасоматитам на контакте с ультраосновными породами. В большинстве случаев накопление сурьмы происходит в зонах выклинивания золотого оруденения.

**Рудопроявление Светлое** расположено в пойме и по обоим бортам р. Рыбной в 4,5 км севернее Попутнинского месторождения, в 4-6 км южнее п. Раздолинск.

Оруденение приурочено к западной приконтактовой части массива ультраосновных пород, при этом основные ресурсы металла сконцентрированы на контакте ультрабазитов с отложениями верхней пачки верхнекординской подсвиты. Первичные руды представляют собой кварц-карбонатно-слюдистые умеренно сульфидные метасоматиты. По данным минералогического анализа, 95% массы руды составляют пирротин, пирит, арсенопирит, халькопирит. Присутствуют также магнетит, ильменит, сфалерит, галенит, антимонит, кобальтин, марказит, куларит, хромит, рутил, апатит, циркон, ульманит, монацит.

Золото в рудах тонкодисперсное, в абсолютном большинстве в сульфидах, в меньшей степени в сростках с ними и кварцем и в незначительном количестве – свободное. В пределах рудоносной зоны выделено три рудных тела (1, 2, 3) мощностью от 2 до 10 м. Рудные тела характеризуются устойчивостью по вертикали и значительной протяженностью по простиранию, падение рудных тел крутое (60-80°), согласное с контактом ультрабазитового массива.

Рудоносные зоны для всех рудных тел характеризуются повышенным содержанием сульфидов и углеродистого вещества, в связи с этим создают аномалии естественного поля, вызванной поляризации и электросопротивления (пониженные). Отмечается прямая корреляция золота с мышьяком, сурьмой, барием, титаном. Бор ведет себя исключительно как надрудный элемент. Повышенные содержания марганца и ванадия трассируют приконтактную область распространения углерода.

Химические анализы руд рудопроявления Светлого указывают на наличие в его пределах двух типов метасоматоза. Рудное тело 1, вмещающими для которого являются метаультрабазиты попутнинского комплекса, характеризуется резким увеличением в рудах калия и натрия, что происходит обычно в результате щелочно-карбонатного метасоматоза. Резкое повышение содержания серы в рудных телах 2, 3 указывает на процессы серного метасоматоза.

Оруденелые метасоматиты в пределах участка Светлого до глубины 15-30 м интенсивно выветрены и представляют собой глинистую кору выветривания бурого, ржаво-бурого цвета с обломками, прослоями прокварцованных, лимонитизированных филлитовых сланцев. В корках выветривания отмечается значительное гипергенное обогащение руд, содержание золота при этом по сравнению с неокисленными рудами возрастает на порядок и выше. Мощность золотоносных кор выветривания составляет 16-30 м, ширина минерализованной зоны 20-60 м, протяженность ее достоверно установлена на 1100 м.

Площадь рудопроявления Светлого в своей западной части захватывает фрагмент Боголюбовского рудного поля, где при заверке вторичной литогеохимической аномалии золота и мышьяка канавой 50 была вскрыта зона окварцевания и сульфидизации в отложениях верхней пачки горбилокской свиты. Характер оруденения, минеральный состав и вмещающие породы указывают на идентичность данного типа оруденения с типом оруденения в устье р. Боголюбовского. С поверхности руды представляют собой интенсивно лимонитизированную, окварцованную породу серовато-бурого цвета с обилием гнезд выщелачивания по сульфидам. Сульфидизация приурочена к зальбандам кварцевых жил, а также к отдельным пелитовым прослоям. Выделено два рудных тела (№ 4, 5) линзообразной формы северного и северо-восточного простирания, крутого (60-80°) юго-восточного падения. Прогнозные ресурсы рудопроявления Светлого по категории P<sub>1</sub> оцениваются 33,8 т.

Северный участок Попутнинского рудного поля занимает водораздельную часть руч. Рудничного и р. Афонихи. В его пределах расположены знак золотого проявления Рудничный и рудопроявление Перевальное.



**Знак золотого проявления Рудничное** выявлен на водоразделе руч. Рудничного и его левого притока, в 2,5 км юго-восточнее п. Раздолинск при проверке литохимической аномалии сурьмы и мышьяка.

В результате работ было установлено, что вторичные ореолы рассеяния связаны с метасоматитами попутнинского комплекса. Зона метасоматоза приурочена к западному контакту массива ультраосновных пород с отложениями вехнекординской подсвиты. В дальнейшем была отбита зона мощностью 70 м, сопровождающаяся повышенным (0,08%) содержанием мышьяка. Минерализация приурочена к контакту тонко рассланцованных, окварцованных, лимонитизированных пород попутнинского комплекса с вмещающими филлитами вехнекординской подсвиты.

При проведении детальной спектроскопической съемки масштаба 1:10 000 был выявлен ряд вторичных ореолов рассеяния золота, сурьмы и мышьяка. При заверке одной из наиболее контрастных аномалий сурьмы скважинами вскрыта зона мощностью 60 м, несущая золото-мышьяково-сурьмяную минерализацию с концентрациями: сурьма - 0,008-0,02%, мышьяк - до 0,02%, серебро - до 0,002%. Попытка выявления золотого оруденения на контакте вышеозначенного массива севернее руч. Рудничного результатов не дала.

**Боголюбовское рудное поле** занимает площадь от руч. Курочкина (2,5 км севернее п. Раздолинск) до руч. Моисеевского на правобережной части р. Рыбной. Сложено породами удерейской, горбилокской и кординской свит. Объединяет в себе Раздолинское и Боголюбовское месторождения и ряд рудопроявлений.

**Раздолинское месторождение** расположено в среднем течении р. Рыбной, на юго-восточной окраине п. Раздолинск. Приурочено к антиклинальной складке 2-го порядка северо-восточного простирания, осложняющей западное крыло Рыбинской антиклинали. В свою очередь, складка 2-го порядка осложнена мелкими, до плейчестности, складочками и зонами дробления. Вмещающими породами являются филлитизированные сланцы горбилокской свиты. Оруденение локализовано в жильных субсогласных зонах северо-восточного простирания протяженностью более 1,5 км. Морфологически рудные тела представлены круто падающими субсогласной кварц-антимонитовой (рудное тело 1) и секущими кварц-бертьеритовыми жилами (рудные тела 2 и 2 бис) сложной формы с пережимами, раздувами, апофизами. Протяженность рудных тел по простиранию от 210 до 1260 м, по падению от 40 до 1260 м при мощности от 0,2 до 30 м (средняя 1,43-1,8 м).

Основные рудные минералы: антимонит, бертьерит, пирит, арсенопирит. В блеклой руде обнаружено золото в виде тончайших зерен. Содержание сурьмы составляло от 0,25 до 7,14 %, среднее 3,79 %. Остаточные запасы в количестве 863 т в охранных и пойменных

целиках и 3714 т забалансовых запасов сурьмы списаны в связи с выработкой месторождения и ликвидацией рудника в 1965 г.

*Рудопроявление Змеиное* расположено в 1,2 км к юго-востоку от Боголюбовского месторождения, на вершине левого борта руч. Сорочьего, в его приустьевой части.

В результате заверки вторичного ореола рассеяния золота, мышьяка и сурьмы в сидеритсодержащих сланцах удерейской свиты канавой вскрыта зона тонкого прокварцевания и сульфидизации с единичными кварцевыми жилами мощностью до 60 см. Кварцевые жилы вскрываются лишь в бортах канавы, на глубину не следятся. Кварц в жилах грязно-серого цвета с богатой пирит-антимонитовой минерализацией, с содержаниями сурьмы до 6%. В полотне канавы жилы не следятся, содержание сурьмы в зонах тонкого окварцевания полотна канавы не превышает 1%. По данным бурения на глубину сурьмяное оруденение постепенно затухает - содержания не превышают 0,1%..

С поверхности руды окислены. Минералогический их состав представлен скородитом, псевдоморфозами лимонита по пириту, магнетитом, арсенопиритом, пиритом, золотом. В первичных рудах главенствующая роль принадлежит пириту и арсенопириту. По данным спектрального анализа, руды характеризуются повышенным содержанием мышьяка, сурьмы, серебра. Прогнозные ресурсы рудопроявления по категории  $P_2$  оцениваются в 4,2 т.

*Рудопроявление Антониновское* расположено в пойме и правобережье р. Рыбной между руч. Гусельников и Сорочий на пересечении Боголюбовского и Попутнинского рудных полей. В контуре геофизических аномалий ВП-СГ при проведении разведочных работ на россыпное золото в одной из скважин были описаны сульфидные руды, что послужило обоснованием для постановки здесь поисковых работ на рудное золото. Сульфидизация (до 10%) приурочена к отложениям среднекординской подсвиты, сложенной окварцованными, сидеритсодержащими, неравномерно-слоистыми, филлитовидными сланцами в непосредственной близости (150-200 м) от массива ультраосновных пород попутнинского комплекса. Зона минерализации простирается в северо-восточном направлении на протяжении 950 м, северо-восточный фланг перекрыт чехлом аллювия р. Рыбной мощностью 10-15 м.

Установленная видимая мощность рудоносной зоны составляет 60 - 100 м. Прогнозные ресурсы Антониновского рудопроявления по категории  $P_2$  оцениваются в 15,6 т.

## **2.5 Петрофизическая характеристика разреза**

В ходе наземных геофизических работ изучения физических свойств пород и руд непосредственно Раздолинского участка не производилось. При интерпретации геофизических материалов использовались данные по физическим свойствам пород и руд, полученные в ходе предыдущих геофизических работ на площади Рыбинской рудной зоны.

Наиболее существенными факторами, определяющими характер наблюдаемых физических полей, являются литологический и минеральный состав пород, наличие вторичных эндогенных и гипергенных изменений пород, гидрогеологический режим пород, а также структурно-тектонические особенности площади.

### Магнитные свойства

Наиболее полно изучены магнитные и плотностные свойства пород в связи с большими объёмами магнитных и гравиметрических съёмов выполненных в районе работ.

В таблице 2.1 приведены данные о магнитных свойствах стратифицированных отложений района.

Магнитные свойства горных пород района работ (по материалам Целыковского, 1981-88 гг.; Кудрявцева, 1971-74 гг.; Середенко, 1979 г.; Смирнова, 1992 г.; Мукомелю, 1984 г.; Номоконова 1986 г.)

Таблица 2.1

п.п.	Наименование горных пород	Магнитные свойства в % к общему количеству				Примечание
		Кол-во определений	Практически не магнитные $50 \times 10^{-6}$ СГС	Слабо магнитные $50-500 \times 10^{-6}$ СГС	Магнитные $500-5000 \times 10^{-6}$ СГС	
Сухопитская серия						
Кординская свита ( $R_1kd$ )						
Среднекординская свита ( $R_1kd_2$ )						
	Кварцито-песчаники	4	87	13	2.2	Разные участки
0	Вулканокластические и карбонатные породы	4	76	24	0/0	-«-
1	Средняя пачка кварц-хлорит-серицитовые филлиты	238	94,2	5,8	5,3/0	-«-
2	Хлоритовые филлиты	238	87,3	12,7	4,7/3,1	-«-
3	Филлитизированные алевритоглинистые сланцы	101	95,0	5	1,6/2,3	-«-
4	Доломиты	72	100	0	0/0	-«-
5	Верхняя пачка кварц-слюдистоглинистые сланцы	34	96,8	3,2	0,8/0	-«-
6	Те же с гранатом	34	95	5	0/0	-«-
Удере́йская свита ( $R_2ud$ )						
Нижнеудере́йская подсвита ( $R_2ud_1$ )						
9	Нижняя пачка сидеритсодержащие	34	94,2	5,8	5,3//0	Разные участки

	линзовидно-слоистые филлитизированные сланцы					
0	Аппопелиты хлорит-сидерит- серицитовые, хлорит- серицит-кварцевые	101	87	13	2,2	-«-
1	Верхняя пачка сидеритсодержащие линзовидно-слоистые филлитизированные сланцы	34	94,2	5,8	5,0	-«-
2	Сланцы хлорит-сидерит- серицитовые	64	87,3	12,7	4,7/3,1	-«-
Среднеудерейская подсвита (R2ud2)						
3	Нижняя пачка сланцы (филлиты) кварц- серицитовые	34	94,2	5,8	0/0	Разные участки
4	Прослой сланцев кварц- хлорит-серицитовых	101	87	13	2,2	-«-
5	Порфиробласты карбонатов с тонкой вкрапленностью пирита	27	74	26	0/0	-«-
6	Средняя пачка, сланцы кварц- хлорит-серицитовые	34	94,2	5,8	5,3/0	-«-
7	Верхняя пачка, сланцы (филлиты) кварц-хлорит- серицитовые, в них порфиробластические карбонатные зерна (сидерит, анкерит), вкрапленность пирита	27	74	26	0/0	-«-
Верхнеудерейская подсвита (R2ud3)						
8	Кварц-серицитовые сланцы	124	96,8	3,2	0,8/0	Разные участки
9	Алеврито-глинистые сланцы	74	95,4	4,6	0/0	-«-
0	Кварц-серицитовые филлиты	34	94,2	5,8	0/0	-«-
1	Кварц-хлорит-серицитовые филлиты	74	95,4	4,6	0/0	-«-
2	Кварциты	72	98,8	1,2	0/1,2	-«-
3	Кварцито-песчаники	101	87	13	2,2	-«-

Как видно из данной таблицы, практически все образования кординской, горбилкокской и удерейской свит, являются немагнитными, либо слабомагнитными и лишь отдельные горизонты сланцев (в основном с хлоритом) включают и магнитные разности пород. В количественном отношении магнитные разности не превышают первых процентов в составе горизонта и не оказывают существенного влияния на картину наблюдаемого магнитного поля.

Рыхлые четвертичные образования также практически не магнитны, лишь отдельные разности глин и суглинков в своём составе содержат рассеянную вкрапленность магнетита и являются слабо магнитными.

Вулканические и субвулканические образования попутнинского и исаковского комплексов имеют первично ультраосновной и основной состав. Как правило, породы основного и ультраосновного состава являются магнитными и сильно магнитными образованиями. Породы данных комплексов совместно с вмещающей толщей сухопитской серии метаморфизованы и рассланцованы. Указанные процессы привели к значительному снижению магнитных свойств.

Одной из составляющих гидротермально-метасоматических процессов, с которыми связано образование золоторудных объектов, является сульфидизация. Одним из широко распространенных рудных минералов является моноклинный пирротин, который наряду с магнетитом обладает наиболее высокой магнитной восприимчивостью. Поэтому золоторудные объекты Енисейского кряжа, как правило, сопровождаются магнитными аномалиями интенсивностью от первых десятков до сотен нТл.

Процессы химического выветривания, широко проявленные на площади приводят к заметному снижению интенсивности магнитного поля. Магнитный пирротин в процессе корообразования достаточно легко переходит в гидроокислы железа и теряет свои магнитные свойства.

### **Электрические свойства**

Электрические свойства пород определяется литологическим составом первичных неизменных пород, характером наложенных вторичных эндогенных и гипергенных процессов, обводненностью и составом грунтовых вод.

Сводная таблица электрических свойств пород, составленная по материалам ранее проведенных работ представлена ниже (табл. 2.2).

Таблица 4. Сводная таблица электрических свойств горных пород Рыбинской рудной зоны (по данным В.В. Бобыкина и Р.Ф. Гибадуллина, 1977; Ф.Б. Бакшта, 1984; А.Ф. Целыковского 1985; В.В. Бобыкина, 1988; А.М. Кондратенко, 1990; М.Г. Пустозерова, 1995)

Таблица 2.12

Наименование пород	Электрические свойства	
	Уд. сопротивление, Ом/м	Поляризуемость, %
Четвертичная система		
Суглинки, глины, песчано-глинистые отложения с обломочным материалом	50-400	0,2 - 1,2
Неогеновая система		
Глины, суглинки, супеси, гравийники, галечники	100-700	0,1-1,3
Удере́йская свита		
Сланцы сидеритсодержащие филлитизированные	1000	0,15
Аппопелиты хлорит-сидерит-серицитовые, хлорит-серицит-кварцевые	1000-1500	0,2-0,8
Сланцы хлорит-сидерит-серицитовые, кварц-серицитовые, кварц-хлорит-серицитовые	1000-3000	0,3-1,2
Тоже с тонкой вкрапленностью пирита	1000-2500	0,8-3,5
Сланцы алеврито-глинистые	500-1500	0,2-0,7
Филлиты кварц-серицитовые, кварц-хлорит-серицитовые	1000-2000	0,2-0,8
Сланцы, филлиты углеродистые	50-2000	0,5-4,0
Кварциты, кварцито-песчаники	2000-5000	0,1-0,6
Горбилоская свита		
Сланцы кварц-хлорит-серицитовые	1000-3000	0,2-0,9
Сланцы сидеритсодержащие филлитизированные	1000-1500	0,1-0,7
Алевролиты	500-700	0,1-0,8
Песчаники	500-1500	0,2-1,1
Сланцы алевролитоглинистые	500-1000	0,2-1,2
Кординская свита		
Филлиты кварц-серицит-хлоритовые, хлоритовые	1000-1500	0,2-1,3
Филлиты углеродистые	100-1500	0,6-4,2
Сланцы глинистые, алеврито-глинистые	500-1500	0,2-0,9
Сланцы кварц-серицитовые, кварц-слюдисто-глинистые,	1000-2500	0,1-0,7
Сланцы углеродистые	100-1500	0,5-3,2
Кварциты, кварцито-песчаники	2000-4000	0,1-0,6
Доломиты, известняки	1000-5000	0,1-0,5

Рыхлые образования четвертичной системы и неогена, широко развиты в пределах Рыбинской рудной зоны, обладают удельными сопротивлениями от 100 до 1000 Омм при средних значениях 200-400 Омм. Поляризуемость их равна 0,1-1,3%. По материалам выполненных электроразведочных работ значения кажущегося сопротивления и поляризуемости в сильной степени зависят от обводненности горных пород. Выше уровня грунтовых вод кажущиеся сопротивления могут возрастать до 1000-3000 Ом.

Разнообразные по составу сланцы и филлиты, слагающие толщу удере́йской, горбилоской и кординской свит характеризуются сопротивлениями от 500 до 3000 Омм и поляризуемостью от 0,1 до 1,3%. Горизонты доломитов, известняков, а также кварцитов и кварцито-песчаников, известные в разрезе толщи, имеют несколько повышенное

сопротивление – до 3000-5000 Ом. Углеродистые сланцы и филлиты характеризуются пониженными удельными сопротивлениями (до 50-100 Ом) и повышенными значениями поляризуемости (до 3-4%). Также повышенной поляризуемостью обладают горизонты пиритизированных пород.

Зоны регионально пиритизированных пород сопровождаются отрицательными аномалиями естественного электрического поля.

Процессы выветривания, за счет разрушения породообразующих минералов и их глинизации приводят к уменьшению электрического сопротивления пород. По этой же причине пониженными сопротивлениями характеризуются и зоны разрывных нарушений.

Гидротермально-метасоматические процессы, с которыми связано образование коренных золоторудных объектов района, приводят к существенным изменениям физических свойств рудовмещающих толщ. Так в процессе объемного окварцевания пород происходит значительное (в разы) увеличение их кажущегося сопротивления. Сульфидизация и пород приводит к увеличению поляризуемости горных пород до 1-1,5%.

### 3 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

К настоящему моменту на площади исследования проведена серия геологоразведочных, геолого-съемочных, тематических работ, позволивших выделить данный район как наиболее перспективный на обнаружение коренного золотого оруденения. С начала 70-х годов прошлого столетия на данной площади выявлено два месторождения (Боголюбовское и Попутнинское), ряд рудопроявлений коренного золота (Светлое, Антониновское, Змеиное, Перевальное и др.) и перспективных геохимических аномалий.

1. На Раздолинской площади проведены площадные геофизические работы масштаба 1:10 000 на площади 20.2 кв. км и профильные в объеме 59,6 п. км. Площадные работы выполнены методами магниторазведки и электроразведки ЕП, профильные - методами ВП СЭП и электротомографии.

2. Также был проведен комплекс аэрогеофизической съемки масштаба 1:10 000, что являлось наиболее эффективным средством исследования значительных труднодоступных территорий.

3. Построены карты физических полей масштаба 1:10 000 в виде графиков и изолиний. Проведена геологическая интерпретация материалов выполненных работ. Построены геолого-геофизические разрезы, схема геологической интерпретации и схема поисковой перспективности площади.

4. По результатам выполненных работ уточнено положение минерализованных рудных зон Попутнинского месторождения, проявлений Светлое, Рудничное, Змеиное, Антониновское. В качестве перспективного выделен Нижне-Боголюбовский участок. Даны рекомендации по заложению поисковых скважин.

5. Рассматривая эффективность выполненных геофизических работ необходимо отметить следующие моменты:

- геологические задачи, поставленные перед геофизическими работами, выполнены;
- в целом поисковая эффективность примененного геофизического комплекса высокая;

- эффективность площадной магниторазведки и электроразведки ЕП на стадии поисково-оценочных работ в условиях Рыбинской рудной зоны не достаточна, в комплекс площадных работ масштаба 1:10 000 необходимо включать электроразведку ВП СЭП, первую очередь, с целью выделения и трассировки рудных минерализованных зон и зон сульфидизации;



– эффективность метода электротомографии в условиях Раздолинского рудного узла очень высока (не имеет аналогов среди геофизических методов). Она позволяет не только локализовать рудные минерализованные зоны на глубину, но и характеризует их внутреннее строение (зоны сульфидизации, линейные и площадные коры выветривания, зоны окварцевания пород, зоны тектонического дробления). Расстояние между профилями электротомографии в пределах рудного поля изучаемого золоторудного объекта, в связи с высокой изменчивостью строения рудной зоны, не должно превышать 200 м.

Далее, в 2009 г. компанией ООО «Гео Сервис» был проведен комплекс геофизических исследований, в состав которого входили магниторазведка, электроразведка методом ВП.

#### Магниторазведка

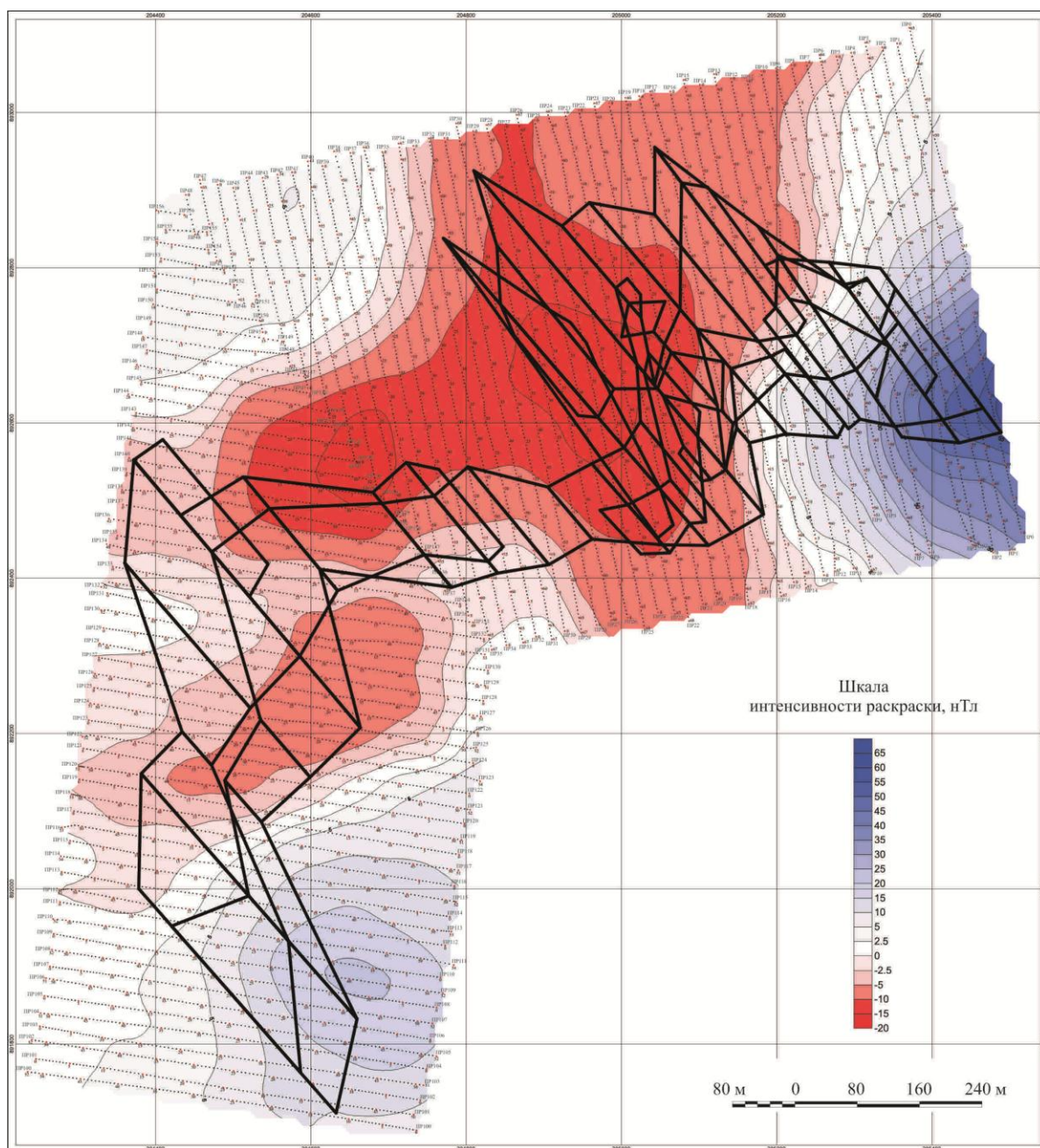
Поскольку магниторазведочные работы проводились во время детальной разведки, зараженность участка железом была весьма велика. Поэтому перед построением, из наблюденных значений были удалены все значения, полученные за счёт непосредственного влияния железа (буровые, скважины, вахтовый посёлок и т.д.). Тем не менее, не всегда можно разделить аномалии, имеющие техногенную и естественную природу.

Характерной особенностью магнитного поля Попутнинского участка является небольшой перепад значений – 200 нТл. Подобная интенсивность поля позволяет говорить о полном отсутствии или присутствии в малых количествах магнитного пирротина в пределах участка. Об этом же говорил и Пустозёров, 1994 ф, который считал, что структура магнитного поля площади обусловлены в первую очередь, особенностями перераспределения пирита.

В магнитном поле участка отчётливо просматривается центральная область пониженного магнитного поля, имеющая сложную конфигурацию, что особенно хорошо видно на плане изолиний осреднённого магнитного поля (рис. 3.1). С достаточно большой степенью уверенности можно говорить о том, что морфология этой области определяется пересечением двух разнонаправленных зон пониженного магнитного поля.

Первая имеет, скорее всего, дугообразную форму при северо-западном простирании и расположена в районе профилей 25-32. Она как бы «облекает» область повышенного магнитного поля, локализованную в восточной части участка. Необходимо сказать, что эта дугообразность может быть кажущейся, в силу того, что описываемая зона разбита поперечным тектоническим нарушением и её простирание к северу и югу от него различно. Ширина этой зоны достаточно велика, особенно в её северной части – более 100 метров. При этом, поле достаточно спокойное и интенсивно отрицательное. В южной части она

разбивается на две достаточно интенсивные узкие субпараллельные зоны, причём их продолжение просматривается и на севере, но там они значительно менее дифференцированы. Это позволяет говорить о разной интенсивности гидротермальных процессов в её южной и северной частях.



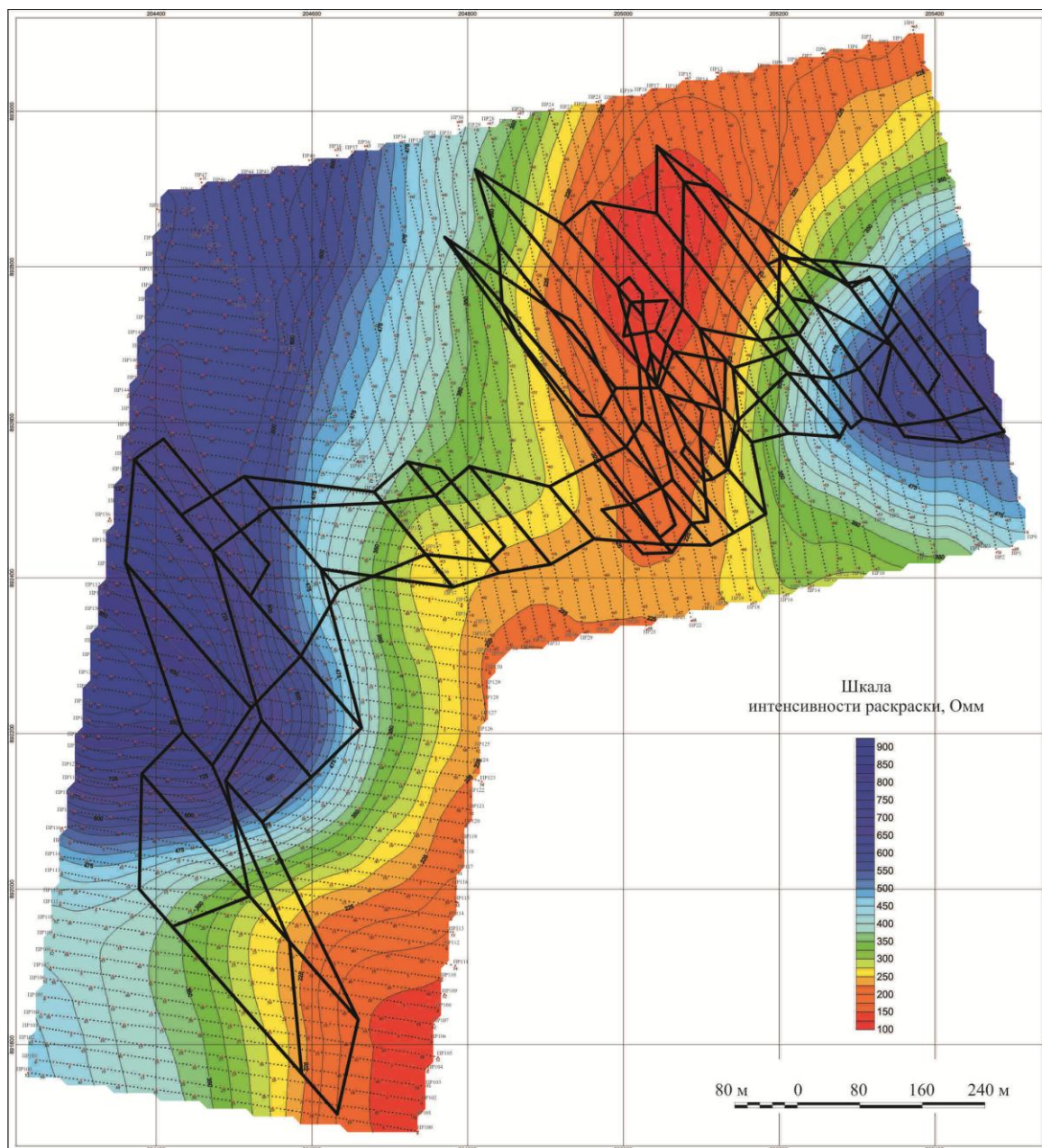
*Рисунок 3.1. Сопоставление плана изолиний осреднённого магнитного поля Попутнинского участка с контуром рудного тела*

Вторая зона также состоит из двух субпараллельных подзон, имеющих дугообразную форму и генеральное северо-восточное простираие и также «облекая» область повышенного магнитного поля, но уже на юге и юго-западе участка. Обе подзоны (особенно южная) характеризуются несколько меньшими мощностью, интенсивностью и

однородностью. К югу они вырождаются и на юго-восточном фланге участка практически не видны.

### Кажущиеся удельные электрические сопротивления

План изолиний кажущегося удельного электрического сопротивления на рис. 3.2.



*Рисунок.3.2 Сопоставление плана изолиний осреднённых значений кажущегося удельного электрического сопротивления Попутнинского участка с контуром рудного тела*

Для кажущегося электрического сопротивления пород Попутнинского участка характерен достаточно небольшой перепад значений – менее 2000 Ом. Поле можно уверенно разделить на 3 основные области – восточную и западную – с повышенным сопротивлением и центральную – с пониженным сопротивлением. Они все имеют северо-восточное простираие. Хорошо они видны на плане изолиний осреднённых значений (рис.

3.9). Интересно, что в магнитном поле структур этого простирания практически не видно. В то же время, в юго-западной части участка, область пониженных сопротивлений достаточно хорошо совпадает с областью повышенной магнитности, но, далее, к северу это соответствие пропадает. Складывается впечатление, что область пониженных значений (а именно она является аномальной, поскольку значения сопротивлений 1200-1700 Омм вполне обычны для сланцевых толщ) картирует какую-то крупную тектоническую зону, которая в своей северной части претерпела преобразования.

#### Угол сдвига фазы

План изолиний угла сдвига фазы приведены на рис. 3.3.

В структуре поля угла сдвига фазы отчётливо видна крупная повышено поляризуемая зона (отрицательный угол сдвига фазы), локализованная в центральной части участка и имеющая дугообразную форму. Особенно хорошо она видна на плане изолиний осреднённых значений угла сдвига фазы. Можно уверенно говорить, что её появление обусловлено рассеянной сульфидизацией (и прежде всего пиритизацией). В центральной части участка также хорошо просматривается достаточно широкая зона северо-западного простирания, с фоновыми значениями поляризуемости.

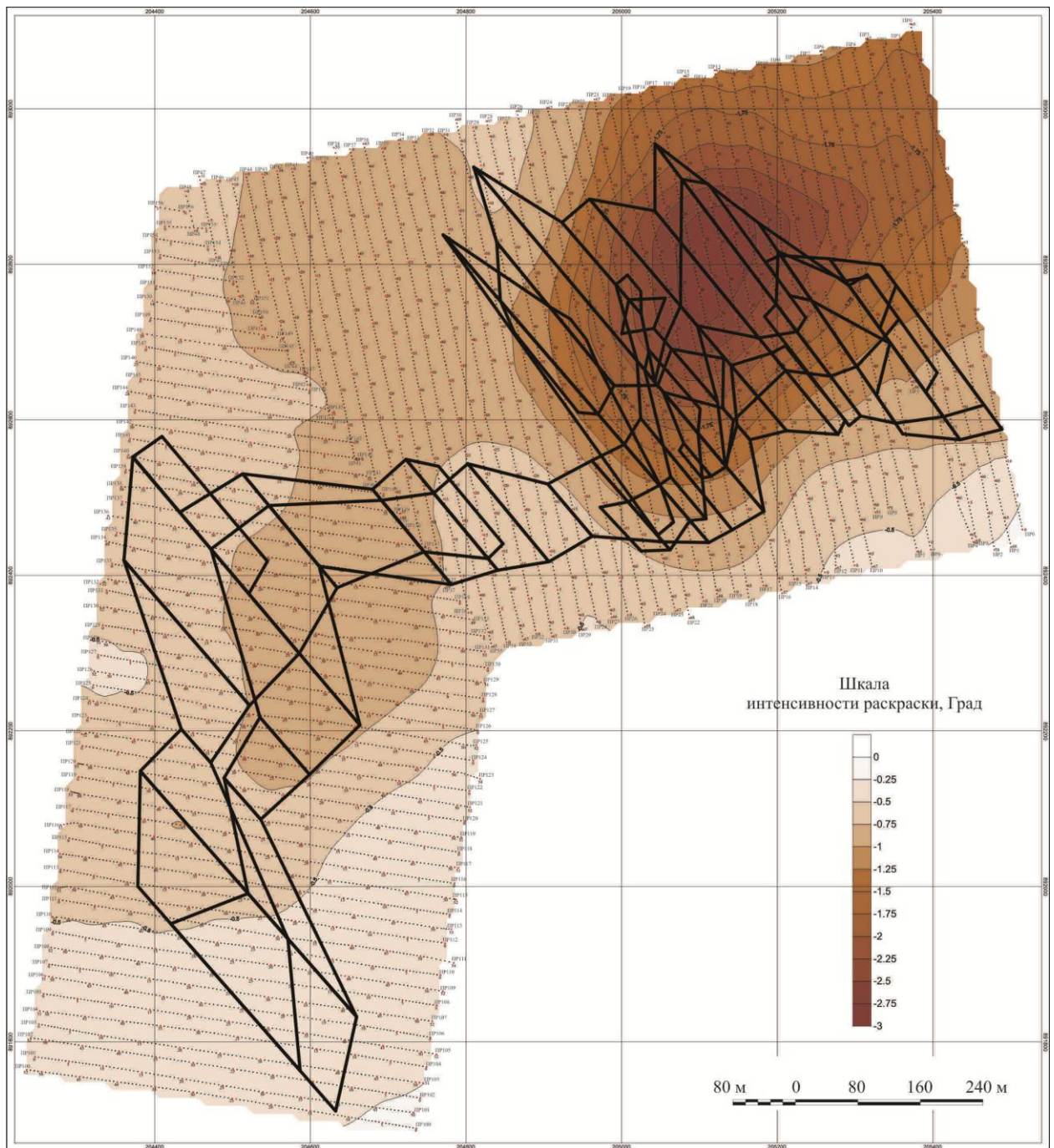


Рис.3.3 Сопоставление плана изолиний осреднённых значений угла сдвига фазы Попутнинского участка с контуром рудного тела

Очевидно, что в её пределах интенсивная сульфидизация отсутствует. Сопоставление плана изолиний осреднённых значений угла сдвига фазы с контуром рудного тела (его проекцией на дневную поверхность) наблюдается достаточно хорошее соответствие. Однако нельзя говорить о прямой связи между интенсивностью сульфидизации и оруденением. Как и на ряде других золоторудных месторождениях, золоторудная минерализация приурочена к участкам относительно повышенной сульфидизации, формирующих зоны опять же относительно повышенной поляризуемости.

## 4. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

### 4.1. Обоснование объекта исследований

Исходя из выявленных геофизических поисковых критериев рудоносности Раздолинского рудного узла, установленных в ходе анализа геофизических работ прошлых лет, выбран участок Змеинный, как наиболее перспективный для проведения дальнейших наземных геофизических работ. Он располагается в 20 км от с. Мотыгино по направлению к Раздолинску. Площадь данного участка составляет 1,8 кв. км., масштабом 1:2000 (рис. 4.1).

Его выбор обусловлен рядом причин.

Во-первых, по материалам комплексной аэрогеофизической съемки масштаба 1:10000.

Во-вторых, имеются подсечения пород, в которых возможно содержание золота.

В-третьих, встречаются литогеохимические ореолы золота и мышьяка.

Предлагаемый к изучению участок, целиком охватывает аномалии, его границы выходят в спокойное поле.

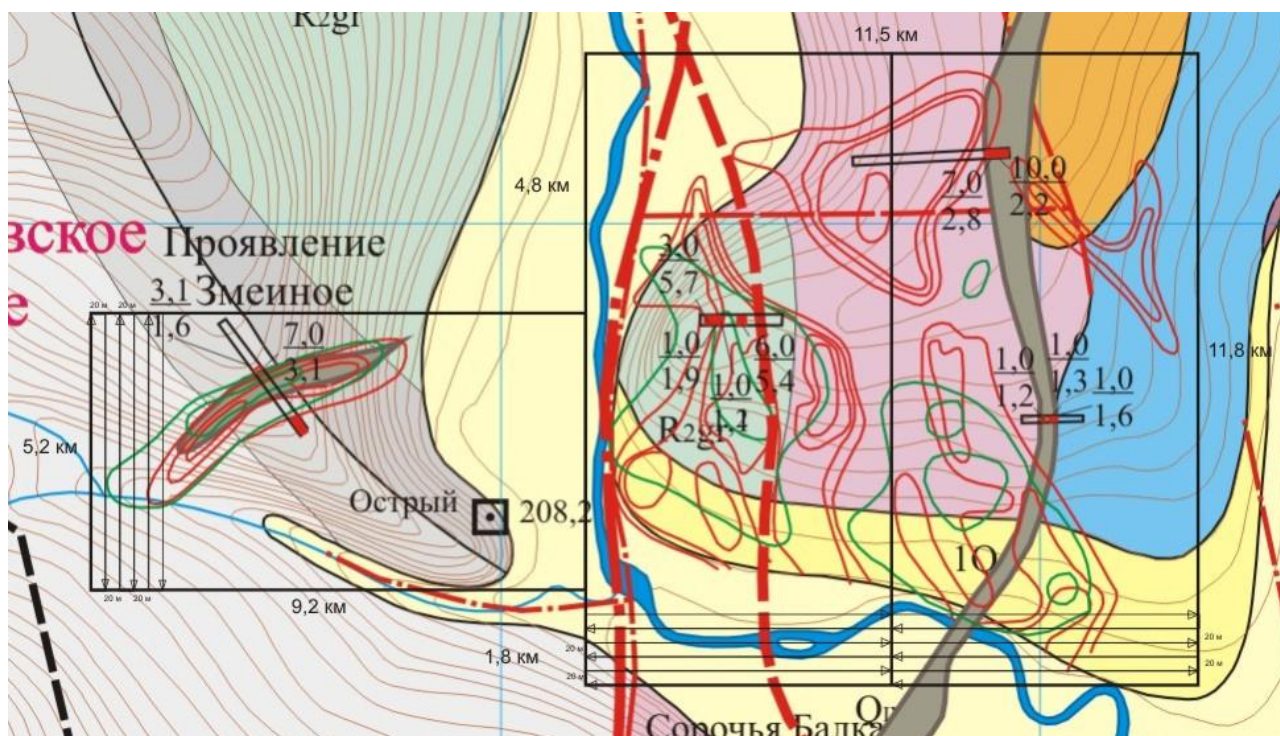


Рисунок 4.1 Схема отработки участка.

Выбор направления профилей на участке Змеинный обусловлен тем, что, как правило, профили направляют вкрест предполагаемого простирания прослеживаемых объектов. Также выбор направлений может отталкиваться от ранее проведенных работ на предполагаемом участке. Расстояние между профилями зависит от масштаба съемки.

#### **4.2. Физико-геологическая модель объекта исследования и задачи геофизических исследований**

Особенность и сложность петрофизической обстановки на Попутнинском месторождении выражается в том, что оруденение имеет полигенный и полихронный характер. Соответственно, наблюдаемая на сегодняшний день картина распределения физических свойств пород в пространстве (как по латерали, так и по вертикали), сформирована наложением друг на друга результатов различных как по времени, так и по сути результатов гидротермально-метасоматических преобразований, что значительно её усложняет. Предрудноизмененные породы образовались за счет пород, претерпевших ранее метаморфогенно-метасоматическое расслоение. В свою очередь они послужили субстратом для развития петрофизических зон рудного этапа. На все эти зоны позднее были наложены результаты более поздних гидротермально-метасоматических процессов. Все это создает весьма сложную картину петрофизической зональности. Необходимо также отметить, что зональность, накладывается на различные породы, отчасти сохраняя их особенности. В силу этого, одна и та же зона, развитая по различным породам может выглядеть несколько по-разному для этих случаев. Также надо иметь в виду, что зональность захватывает значительно больший объём среды, нежели непосредственно оруденение.

Для построения физико-геологической модели Попутнинского месторождения были использованы результаты анализа данных ГИС по 59 скважинам ООО «Геокомп» (комплекс ГИС выполнен в 33 скважинах, а в 26 проведён только гаммакаротаж), а также 103 скважин АГРЭ «Полус» (комплекс ГИС выполнен в 49 скважинах, в 44 проведён только гаммакаротаж, а в 10 скважинах комплекс ГИС не выполнен совсем, либо выполнен только в незначительной части ствола скважины).

Кроме того, были проведены сопоставления физических полей с геологоразведочным планом. В результате исследований были выявлены закономерности изменения физических свойств пород как по латерали, так и по вертикали. Отчасти, реконструирована объёмная петрофизическая зональность, а также сделаны предположения о природе этих изменений. Установлено, что на месторождении физические свойства пород изменяются зонально. При выделении петрофизических зон нами учитывались изменения физических свойств как по горизонтали, так и по вертикали.

Дорудно- и предрудноизменённые породы в пределах участков работ практически невозможно выделить, в силу того, что работы выполнялись в масштабе 1:2 000 и только в пределах рудной зоны. В то же время охарактеризовать их необходимо для того, чтобы стали ясны отличия рудных зон и, соответственно, появилась бы возможность выделять участки,

имеющие признаки гидротермальных преобразований. Поэтому их характеристика приведена по результатам изучения Олимпиадинского месторождения.

Основным отличием дорудноизмененных углеродистых сланцев от более поздних продуктов их преобразования являются одновременно повышенные значения их магнитности и естественной радиоактивности. Для углеродистых сланцев, измененных на более поздних этапах характерны либо повышенная магнитность, либо повышенная радиоактивность. Для слюдисто-кварцевых пород дорудного этапа характерны в целом повышенные значения удельного электрического сопротивления и естественной радиоактивности при обратной связи между их изменениями.

Петрофизическая зональность предрудноизмененных пород отражает прежде всего наступление слюдисто-кварцево-карбонатного метасоматоза по повышенно проницаемым зонам на дорудноизмененные породы. В зависимости от состава исходных пород и расстояния от центра зональности, изменения пород в пределах этой зоны могут быть различными. В зависимости от дорудного разреза отмечаются практически безсульфидные, понижено радиоактивные, либо сульфидсодержащие – повышенно радиоактивные породы. В целом, для образований этой зоны характерно повышенное до 5000 Ом удельное электрическое сопротивление – в силу проявления слюдисто-кварц-карбонатного метасоматоза. Гидротермально-метасоматические процессы рудного этапа, развитые по предрудноизмененным породам, как правило, приводят к образованию надрудных, рудных, и подрудных петрофизических зон (рис. 4.1).

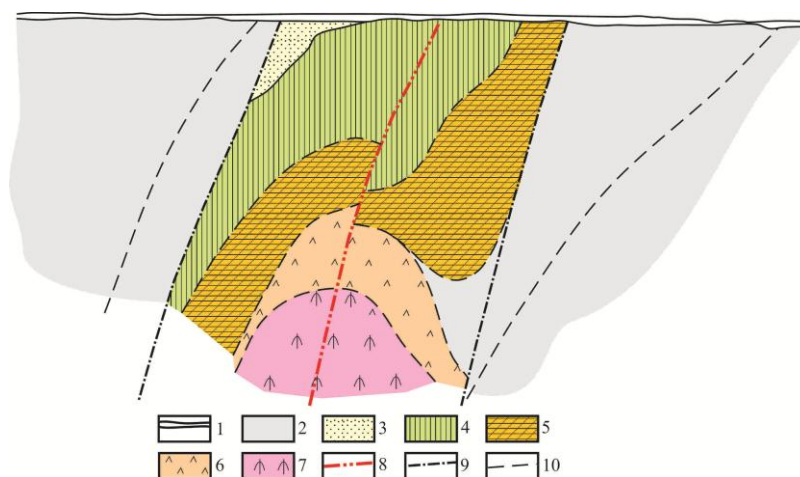


Рисунок 4.2 Обобщённая петрофизическая модель Попутнинского месторождения

1-четвертичные отложения; 2-породы за пределами рудных изменений; 3-кора выветривания; 4-надрудная повышенно радиоактивная, немагнитная, сульфидизированная зона; 5-рудная пирит-арсенопиритовая подзона; 6-рудная кварц-карбонатная подзона; 7-ядерная зона; 8-центральная тектоническая зона; 9-краевые тектонические зоны; 10-другие тектонические нарушения



### 4.3 Выбор методов и обоснование геофизического комплекса

Проектируемые наземные геофизические работы являются составной частью комплекса поисковых работ и предполагают решение следующих задач:

Детальная геофизическая характеристика участков Раздолинского рудного узла на площади Красноярского края Мотыгинского района;

Изучение внутреннего строения и оценка перспектив рудоносности аномальных участков;

Одной из составляющих гидротермально-метасоматических процессов, с которыми связано образование золоторудных объектов, является сульфидизация. Одним из широко распространенных рудных минералов является моноклинный пирротин, который наряду с магнетитом обладает наиболее высокой магнитной восприимчивостью. Поэтому золоторудные объекты Енисейского кряжа, как правило, сопровождаются магнитными аномалиями интенсивностью от первых десятков до сотен нТл.

Трещинная тектоника в геологическом строении района играет весьма существенную роль, и с ней связаны зоны окварцевания с золото-сурьмяной минерализацией, интенсивные зоны расланцевания с золото-сульфидной минерализацией, сопровождающиеся незначительным прокварцеванием пород в виде сети мелких жил и прожилков.

Так в процессе объёмного окварцевания пород происходит значительное (в разы) увеличение их кажущегося сопротивления. Сульфидизация пород приводит к увеличению поляризуемости горных пород до 5-10% и более.

Следовательно проанализировав работы прошлых лет и геологическое строение района можно выбрать наиболее эффективный комплекс геофизических методов, который включает в себя электроразведку методом ВП, магниторазведку и гамма-спектрометрию.

Предлагаемый комплекс геофизических методов апробирован при проведении поисковых работ на золото в аналогичных геолого-структурных условиях.

Метод ВП применяется для поисков и разведки вкрапленных сульфидных руд, графита, графитизированных сланцев, антрацита.

Магниторазведочные работы выполнялись с целью детального картирования пород, различающихся по магнитным свойствам. В т.ч. для выделения и прослеживания рудовмещающих структур, рудных зон и отдельных рудных тел.

Исследование по наземной гамма-спектрометрической съемки (ГСМ) проектируется с целью поисков зон гидротермальной проработки пород и зон «калиевого метасоматоза» перспективных на золотое оруденение. Наблюдения проводятся спектрометром типа РКП-305М, позволяющей определить концентрации урана, тория и калия в породах.

## 5 МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

### 5.1 Методика и техника полевых работ

#### 5.1.1 Геофизические работы

Проектируемые наземные геофизические работы являются составной частью комплекса поисковых работ и предполагают решение следующих задач:

Детальная геофизическая характеристика участков Раздолинского рудного узла на площади Красноярского края Мотыгинского района;

Изучение внутреннего строения и оценка перспектив рудоносности аномальных участков;

Одной из составляющих гидротермально-метасоматических процессов, с которыми связано образование золоторудных объектов, является сульфидизация. Одним из широко распространенных рудных минералов является моноклинный пирротин, который наряду с магнетитом обладает наиболее высокой магнитной восприимчивостью. Поэтому золоторудные объекты Енисейского края, как правило, сопровождаются магнитными аномалиями интенсивностью от первых десятков до сотен нТл.

Трещинная тектоника в геологическом строении района играет весьма существенную роль, и с ней связаны зоны окварцевания с золото-сурьмяной минерализацией, интенсивные зоны рассланцевания с золото-сульфидной минерализацией, сопровождающиеся незначительным прокварцеванием пород в виде сети мелких жил и прожилков.

Так в процессе объёмного окварцевания пород происходит значительное (в разы) увеличение их кажущегося сопротивления. Сульфидизация пород приводит к увеличению поляризуемости горных пород до 1-1,5% и более.

Следовательно проанализировав работы прошлых лет и геологическое строение района можно выбрать наиболее эффективный комплекс геофизических методов, который включает в себя электроразведку методом ВП, магниторазведку и гамма-спектрометрию.

Предлагаемый комплекс геофизических методов апробирован при проведении поисковых работ на золото в аналогичных геолого-структурных условиях.

Метод ВП применяется для поисков и разведки вкрапленных сульфидных руд, графита, графитизированных сланцев, антрацита.

Магниторазведочные работы выполнялся с целью детального картирования пород, различающихся по магнитным свойствам. В т.ч. для выделения и прослеживания рудовмещающих структур, рудных зон и отдельных рудных тел.

Исследование по наземной гамма-спектрометрической съемки (ГСМ) проектируется с целью поисков зон гидротермальной проработки пород и зон «калиевого метасоматоза»

перспективных на золотое оруденение. Наблюдения проводятся спектрометром типа РКП-305М, позволяющей определить концентрации урана, тория и калия в породах.

### Методика и техника полевых работ

Многофункциональный электроразведочный измеритель "МЭРИ-24":



Рисунок 5.1 Внешний вид измерителя Рисунок 5.2 Правая боковая панель

Измеритель МЭРИ предназначен для измерения параметров постоянного и переменного напряжения в полевых условиях при электроразведочных работах.

Прибор позволяет проводить работы следующими методами:

- методом сопротивлений (измеряется амплитуда основной гармоники сигнала);
- ЧЗ-ВП (измеряются амплитуды гармоник сигнала, а также дифференциальные фазовые параметры на выходе электрического и магнитного датчиков в широком диапазоне частот);
- ВП (измеряются амплитуды гармоник сигнала, а также дифференциальные фазовые параметры на выходе электрического и магнитного датчиков в широком диапазоне частот);
- ЭМКПК (измеряются поля промышленной частоты и катодной защиты с целью картирования и изучения состояния подземных коммуникаций).

Прибор снабжен графическим ЖК-индикатором и клавиатурой, питание осуществляется от встроенных аккумуляторов или от внешнего источника питания.

В процессе наблюдений прибор измеряет входной сигнал, выполняет его обработку, выдает значения определяемых параметров на индикатор и записывает их в память.

Таблица 5.1

### Основные технические характеристики

Разрядность АЦП	24 бита.
Уровень собственных шумов	не более 1 мкВ.
Максимальное входное напряжение	не более 2 В.
Входное сопротивление	5 Мом.
Встроенная энергонезависимая память	8 Мбайт.
Интерфейс синхронизации с ПК	USB 1.1
Максимальная потребляемая мощность	2 Вт.
Внутренний источник питания	6 В, 3 А. часов.
Внешний источник питания	12 В.
Минимальное время работы от внутренних батарей	10 часов
Рабочие частоты, Гц	Первый ряд частот: 0.019, 0.038, 0.076, 0.153, 0.305, 0.610, 1.221, 2.441, 4.883, 9.766, 19.53, 39.06, 78.13, 156.3, 312.5, 625.0 Второй ряд частот: 0.021, 0.032, 0.042, 0.063, 0.083, 0.125, 0.167, 0.250, 0.333, 0.500, 0.667, 1.000, 1.333, 2.000, 2.667, 4.000, 5.333, 8.000, 10.67, 16.00, 21.33, 32.00, 42.67, 64.00, 85.33, 128.0, 170.7, 256.0, 341.3, 512.0
Дополнительный ряд частот	50, 60, 100, 120
Диапазон рабочих температур	-20 - +600 С.
Габариты	190x150x80 мм.
Масса	1.5 кг.

### Электроразведочный генератор "Астра-100":

Электроразведочный генератор "АСТРА-100" используется для создания электромагнитного поля при проведении геофизических работ методами постоянного тока, вызванной поляризации, частотного зондирования (в том числе импедансного) и другими методами.

Эксплуатация генератора не влечет отрицательных экологических последствий.

## Основные технические характеристики:

Максимальная выходная мощность	100 Вт.
Максимальное выходное напряжение	250 В.
Значения выходного тока и соответствующие диапазоны значений сопротивлений RAB	1.00 мА, 5.0 - 250 кОм. 3.16 мА, 1.5 - 80 кОм. 10.0 мА, 0.5 - 25 кОм. 31.6 мА, 150 - 8000 Ом. 100 мА, 50 - 2500 Ом. 316 мА, 15 - 800 Ом. 1000 мА, 5 - 100 Ом.
Форма выходного тока	"меандр" (прямоугольные разнополярные импульсы без паузы).
Рабочие частоты	Первый ряд частот: 0.076, 0.153, 0.305, 0.610, 1.22, 4.44, 4.88, 9.77, 19.5, 39.1, 78.1, 156, 313, 625, 1250, 2500 Гц. Второй ряд частот: 0.042, 0.063, 0.083, 0.125, 0.167, 0.250, 0.333, 0.500, 0.667, 1.00, 1.33, 2.00, 2.67, 4.00, 5.33, 8.00, 10.7, 16.0, 21.3, 32.0, 42.7, 64.0, 85.3, 128, 171, 256, 341, 512, 683, 1024, 1365, 2048 Гц.
КПД	до 80 %
Погрешность стабилизации на активной нагрузке	0.5 %
Длительность фронта на активной нагрузке	2 микросекунды.
Диапазон рабочих температур	от - 20 ОС до + 50 ОС.
Напряжение питания	12 В (минимум 9.5 В, максимум 15.5 В).
Вес (без аккумулятора)	2 кг.
Габариты	200 x 173 x 113 мм.
Текстовый ЖКИ	4 строки x 16 символов.
Текстовая индикация	- рабочей частоты. - величины выходного тока. - напряжения аккумулятора. - статуса (ожидание, работа, разрыв в АВ, низкое напряжение питания). - сопротивления нагрузки.
1	2
Звуковая индикация	- работа- разрыв в АВ. - низкое напряжение питания.
Клавиатура	12 кнопок
Разъемы	- АВ. - шунт 1 Ом. - синхронизация. - питание.
Корпус	герметичный.

## Особенности методики работ ВП:

Задачи электроразведочных работ:

- расчленения различных (по удельному электрическому сопротивлению и поляризуемости) образований;
- для выявления областей окварцевания, сульфидизации;
- для картирования тектонических нарушений по особенностям структуры электрических полей.

Перед этими работами ставится задача оценки кажущихся удельных электрических сопротивлений, а также выявление электронных проводников (отрицательный угол сдвига фазы) и зон сульфидизации и окварцевания. Работы проводились с выше описанной аппаратурой. Измеритель «Мэри-24» и генератор «Астра-100», во всей установке в качестве электродов используются сальные шпильки.

Размеры установки выбираются в результате опытных работ в пределах участка Попутнинский. Установка должна удовлетворять следующим условиям:

- обеспечить дифференциацию полученных параметров электрических полей;
- обеспечить необходимую глубинность;
- обеспечить необходимую разрешающую способность;
- иметь минимально возможные размеры, в связи с пересечённым рельефом (в пределах участка Змеиный).

Шаг по профилю, составляет 20 м. Установка смонтирована из провода ГПСМП. Также на протяжении работ необходимо учитывать погрешности съёмки для кажущихся сопротивлений и для угла сдвига фазы по всей площади. Объем контрольных наблюдений – 5%. Погрешности должны быть не более  $0,15^\circ$  для  $\varphi_k$  и 10% для  $\rho_k$ .

В течение съёмки кажущихся УЭС и угла сдвига фазы задействована бригада в количестве 5 человек:

- 3 рабочих, заземляющие электроды (питающие и приемный)
- оператор на измерителе (инженер)
- рабочий на генераторе

За правильное направление цепи из 5 человек отвечает рабочий с GPS-навигатором. Бригада должна максимально четко придерживаться направления по заданному профилю. Так как в связи с горной местностью и неровностью рельефа допускается вероятность пересечения профилей, что недопустимо при съёмке ВП.

## **Методика работ магниторазведки:**

Задачи магниторазведочных работ:

- расчленения различных (по магнитным свойствам) образований;
- картирования областей развития метасоматоза;
- картирования тектонических нарушений по особенностям структуры магнитного поля.

Работы выполняются в соответствии с нормативными документами [7] магнитометрами МИНИМАГ. Перед началом и после окончания работ рабочим магнитометром и магнитометром, использовавшимся в режиме МВС, проходят увязочные профили. В качестве МВС используется магнитометр МИНИМАГ. Магнитовариационные станции оборудуются вблизи полевых лагерей в спокойном, неаномальном поле. Вариации измеряются каждую минуту в течение всего рабочего дня. Перед началом работ каждый день осуществляется проверка работоспособности рабочего прибора и МВС на КП, который совмещён с пунктом, где оборудована МВС. Одновременно с этим осуществляется согласование часов оператора рядовой съёмки и МВС. Шаг съёмки составляет 2,5 метров.

### **Аппаратура:**

МИНИМАГ - портативная модель одноканального протонного магнитометра с упрощенной схемой управления, предназначенная для широкого производственного применения при поисках и разведке МПИ. Магнитометр также может быть использован для записи вариаций значения модуля индукции магнитного поля Земли. Отличительная особенность этого магнитометра состоит в том, что каждому измерению присваивается порядковый номер, по которому он будет привязываться к пункту наблюдения на местности. Это позволило упростить конструкцию этого магнитометра и тем самым улучшить его основные эксплуатационные параметры – надежность, массу, габариты и энергопотребление, а также понизить требования к квалификации оператора.

#### *Принцип работы МИНИМАГ:*

Наблюдения производились магнитометром МИНИМАГ. Для учета вариаций магнитного поля Земли, предполагается использовать вариационную станцию на базе магнитометра МИНИМАГ с автоматической регистрацией вариаций с интервалом 1 мин.

Магнитометры должны быть увязаны то есть показывать равные значения поля, в пределах погрешности, в одинаковых точках профиля. Вариационная станция устанавливается вдали от объектов влияющих на показания прибора а так же в таком месте где геомагнитное поле спокойное. Проверить это можно путем нескольких измерений подряд на точке и условием спокойного поля будет одинаковые значения (в пределах

погрешности). Точность работ оценивается по пределу среднеквадратической погрешности измерения магнитной индукции равной 0,07 нТл в диапазоне от 30000 до 100000 нТл.

Работы проводятся по регулярной сети 20x5 м.

Таблица 5.3

*Основные технические характеристики:*

Диапазон измерения магнитной индукции	20000-100000 нТл.
Предел основной систематической погрешности измерения магнитной индукции	2 нТл.
Предел средней квадратической погрешности измерения магнитной индукции, нТл	0,07 в диапазоне от 30000 до 100000 нТл. 0,09 в диапазоне от 20000 до 100000 нТл.
Среднеквадратичный уровень шума	0,1нТл.
Время установления рабочего режима	5 мин.
Минимальная длительность одного цикла измерения	2 с.
Средняя потребляемая мощность при цикличности работы	1 изм\ 10с - 1,0 Вт.
Магнитометр имеет режим ручного управления и режим автоматических измерений с программируемым циклом работы	от 2 с. до 24 часов с шагом 1 с.
В памяти магнитометра хранится следующая информация:	- значение магнитной индукции в каждой точке измерения. - порядковый номер измерения - время каждого измерения - служебная информация, введенная оператором (дата, номер участка)
1	2
Ёмкость памяти	62000 измерений (пешеходная съёмка). 125000 измерений (запись вариаций).
Диапазон рабочих температур	- 20 /+50 °С
Изменение показаний магнитометра в диапазоне рабочих температур	0,5 нТл.
Масса рабочего комплекта	5,0 кг.

**Гамма-спектрометр-концентратор переносной РКП-305**

Концентратор РКП-305 является средством измерения и при выпуске с предприятия-изготовителя подвергается первичной калибровке. Встроенное запоминающее устройство позволяет запоминать не менее 2000 результатов измерения аналитических параметров и обеспечивает вывод массива измеренной информации на внешнюю ЭВМ через встроенный интерфейс в стандарте RS-232C. Концентратор РКП-305 используется для



измерения массовой доли основных естественных радионуклидов калия, радия (в эквиваленте урана) и тория в горных породах, рудах и почвах при геологических и других работах.

Условия эксплуатации РКП-305:

- температура окружающего воздуха от минус 10 до плюс 40°C;
- относительная влажность 80 % при температуре 25 °С;
- мощность эквивалентной (экспозиционной) дозы гамма-излучения не более 150 мкР/ч

Диапазон измерения концентрации (массовых долей) в калиевых, урановых и ториевых равновесных рудах породы:

Таблица 5.4

Элемент	Диапазон измерения концентрации, %
Калий	от 2,0 до 40,0
Уран Торий	от $20 \cdot 10^{-4}$ до $400 \cdot 10^{-4}$

Таблица 5.5

Диапазон измерения плотности радиоактивного загрязнения радионуклидом цезий	от 0,1 до 25 Кюри/км <sup>2</sup>
Диапазон измерения эффективной удельной активности естественных радионуклидов	от 200 до 5000 Бк/кг
Время установления рабочего режима	не более 15 мин.
Время непрерывной работы	не менее 8 ч
Ресурс энергоснабжения от аккумуляторной батареи	не менее 10 ч.
Основная погрешность измерения параметров от измеряемой величины при интервале измерения равном 100 с.	не более 15 %
Габариты, мм / Масса, кг блока детектирования	ø 145 x 350 / 4,5
Габариты, мм / Масса, кг пульта измерительного	265 x 150 x 110 / 2,6
Средний срок службы прибора	не менее 6 лет
Средняя наработка на отказ прибора	не менее 1000 ч
Средний ресурс работы прибора	не менее 5000 ч.

#### Методика полевых работ гамма-спектрометрии:

Работы проводятся по регулярной сети 20x10 м.

Методика полевых наблюдений гамма-спектрометром-концентратометром типа РКП-305М включает в себя:

- настройку и градуировку приборов;
- проведение полевых наблюдений, обработку и оформлению результатов съемки;
- систему контроля аппаратуры и конечных результатов определения концентрации урана, тория и калия.

Объем контрольных измерений должен составить – 5%. Среднеквадратические погрешности в измерительных каналах должны быть не хуже:

- концентрация урана (U) -  $\pm 0,5 \times 10^{-4}\%$ ;
- концентрация тория (Th) -  $\pm 1,5 \times 10^{-4}\%$ ;
- концентрация калия (K) -  $\pm 0,3 \%$ .

Полученные в результате радиогеохимической съемки данные проходят многоцелевую статистическую обработку. Значения интенсивности термолюминесценции градуируются и нормализуются. Строятся карты дозовых вариаций поля радиоактивности и распределения радиоактивных элементов, но, как правило, эти карты носят вспомогательный характер.

### **5.1.2 Топогеодезические работы**

Топографо-геодезические работы выполняются с целью создания на местности сети пунктов наблюдения  $20 \times 5$  м, обеспечивающей площадные геофизические работы масштаба 1:2 000.

Работы выполняются в соответствии с требованиями «Инструкции по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ» 1997 г.

Вынос в натуру исходных пикетов магистралей выполняется с помощью GNSS приемника South S82-v, который служит для получения плановых координат и высот точек местности сантиметровой точности с помощью спутниковой системы навигации посредством получения поправок с базовой станции, принимаемых аппаратурой пользователя во время съёмки. Данный навигатор необходим для детальной съемки магниторазведочных работ, в связи с тем, что у стандартных навигаторов, к примеру, модели GARMIN, вероятность погрешности составляет до 10 метров. При таких отклонениях от маршрута есть вероятность пересечения профилей.

Определение координат пунктов выполняется персональными навигаторами в автономном режиме осреднения до стабилизации СКП в системе координат 1942 г.

Определение координат концов профилей и пунктов пересечения магистралей и профилей выполняется дважды в разные дни. По координатам профили выносятся на топооснову, на основании пикетажных журналов разбивается пикетаж и вычисляются координаты профильных пикетов.

С целью контроля координат профильных пикетов выполняются единичные определения координат GPS навигаторами профильных пикетов в объеме 249 определений. Размещение контрольных пунктов по площади работ равномерное. Средняя квадратическая погрешность определения координат профильных пикетов вычисляется по формуле:

$$m_{xy} = \pm \sqrt{\frac{\sum(\Delta x^2 + \Delta y^2)}{2n}} \quad (5.1)$$

где  $\Delta x, \Delta y$  - разности координат вычисленные по результатам плановой привязки профилей пикетажных журналов и контрольных определений, по инструкции  $\pm 10,0$  м.

$n$  - количество контрольных пунктов.

Закрепление пунктов выполняется столбами-пнями свежесрубленных деревьев, так же закрепляются пересечения магистралей и профилей, начальные и конечные пикеты профилей. Промежуточные магистральные и профильные пикеты закрепляются кольшками.

### 5.1.3 Метрологическое обеспечение работ

Для обеспечения правильности измерений, вся используемая при производстве геофизических работ аппаратура проходит метрологические поверки.

Электроразведочная аппаратура проходит проверки в г. Москва ООО «Северо-Запад».

Магниторазведочная и спектрометрическая аппаратура проходит проверку в г. Санкт-Петербург ВИРГ «ГЕОЛОГОРАЗВЕДКА».

Топогеодезические средства измерений были подвергнуты метрологическому контролю до начала полевых работ. Мерные ленты прошли метрологическую поверку в Красноярском центре метрологии и стандартизации (КЦСМ).

Основные сведения по средствам измерения и метрологическим параметрам приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6

## Сводная таблица методов, средств измерений и метрологических параметров результатов измерений

№ п/п	Объект измерений	Изм. вел. или параметр	Ед. измерения	Требования по проекту		Характеристика используемых методов и средств измерения				Знач. систем. погр.	Установленная НТД периодичность и проверка метр. парам.
				Доп. погр. (в ед. измерения)	Метод измерений рекомендуемый	Метод измерения	Средство измер., его тип и зав. номер.	Диапазон измер.	Знач. случ. погрешности по интерв. опред. велич.		
1	горная порода	индукция магнитного поля	нТл	$\pm 5$	полевые измерения		МИНИМАГ № 070916	20-100 мкТл	не более 0,2	не более 2,5	1 раз в год (гарантия 1,5 года с момента ввода в эксплуатацию – с января 2008 г.)
2	горная порода	$\rho_k$	Ом*м.	7%	полевые измерения ЭП-ВП	ЭП-ВП	Измерит. «МЭРИ-24» № 074, 082	0,03-10000	не более 2 не более 0,06		1 раз в год В соответствии с «Инструкцией по эксплуатации»
		$\varphi_k$	град.	0,1				-90÷90			
3	горная порода	концентрации К U(Ra) Th	% % %	$\pm 0,3$ $\pm 0,5 \cdot 10^{-4}$ $\pm 1,5 \cdot 10^{-4}$	полевые измерения		РКП-305 №204011	0,2 -40 до 400* $10^{-4}$	не более 15%		1 раз в год

## 5.2 Интерпретация геофизических данных

### Интерпретация данных магниторазведки

Интерпретация результатов магниторазведки включает геофизическую интерпретацию и геологическое истолкование, тесно связанные между собой. Первым этапом является качественная интерпретация аномалий магнитного поля, позволяющая по морфологии аномального поля судить о плановом положении тех или иных геологических или структурных элементов, а имея общие сведения о магнитных свойствах горных пород и геолого структурном строении, установить их природу.

Второй этап – количественная интерпретация или решение обратной задачи магниторазведки имеет целью определение количественных параметров разведываемых геологических объектов. В целом подход к геологической интерпретации магнитных аномалий с учетом отмеченных особенностей тот же, что и в гравитразведке.

Качественная интерпретация. При качественной интерпретации карт, карт графиков и графиков  $\Delta Ta$  и  $\Delta Za$  ведут их визуальное описание и сравнение с геологическими данными, а результаты используют для дальнейшей количественной интерпретации или дополнительных геофизических работ. На картах изодинам выявляют и коррелируют аномалии, соответствующие одним и тем же объектам, намечают плановое расположение контактов различных пород, прослеживают контуры тех или иных структур или включений. Изометрическим аномалиям (аномалии с примерно одинаковыми поперечными размерами на карте) соответствуют изометрические в плане геологические объекты, вытянутым изодинамам (длина аномалий в 5 раз и более превышает ширину) соответствуют геологические структуры и отдельные слои вытянутой формы.

Количественная интерпретация. Определение глубины, размеров, точного местоположения, углов падения геологических тел, создавших магнитные аномалии, является основной целью количественной (расчетной) интерпретации или решения обратной задачи магниторазведки. Математическое решение обратной задачи магниторазведки неоднозначно, так как похожие аномалии могут быть созданы геологическими телами разной формы, размеров и интенсивности намагничивания. Для однозначной интерпретации магнитных аномалий и, в частности, приближенного определения размеров тел необходимо априорно знать интенсивность и направление намагничивания тел.

### Интерпретация данных электроразведки методом ВП

Полученные съемочные материалы переносятся на жесткий диск ПК. Далее, при камеральной обработке рассчитываются: коэффициент установки, кажущиеся удельные электрические сопротивления ( $\rho_k$ ), а также набор производных параметров. Угол сдвига фазы изучается при измерениях ВП на переменном токе и является аналогом поляризуемости,

которая изучается при измерениях ВП на постоянном токе. Строятся планы графиков и планы изолиний по участкам. Рассчитывается погрешность съёмки.

При интерпретации аномалий кажущейся поляризуемости необходимо использовать два основных способа выделения локальных аномалий. Первый – это разложение графика  $\eta_k$  на составные части, соответствующие элементам реальной сложной структуры, и в последующей количественной интерпретации каждой части. Второй – статистическое выявление общих черт графиков  $\eta_k$ , принимаемых в дальнейшем за региональный фон.

Далее, интерпретируя полученные данные необходимо определить форму и размеры поляризуемых тел, направления их простираний. Данные параметры оцениваются при построении графиков.

#### Интерпретация данных гамма-спектрометрии

На полевом этапе, при съёмке гамма-спектрометром, оператор регистрирует показания урана и тория в блокнот на каждой точке измерения. Затем эти записи необходимо оцифровать путем переноса данных в формат .xls.

При камеральной обработке рассчитываются трансформанты, статистические параметры распределения концентраций ЕРЭ. Строятся планы графиков и планы изолиний по участкам. Рассчитывается погрешность съёмки.

## 6. ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В КОМПЛЕКС ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПОИСКОВ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ.

Комплекс выбранных методов при проведении геофизических работ на поиски драгоценных металлов на флангах Раздолинского рудного узла, показал хорошие информативные результаты. Но, для дополнительной оценки участка целесообразно было бы ввести еще один метод. В качестве дополнительного метода рассматривается один из индукционных методов МПП – метод переходных процессов. В данной главе описываются теоретические и методические особенности метода, его сущность и применение для поиска аналогичных оруденений.

### 6.1 Теоретические сведения

Сущность метода переходных процессов заключается в изучении неустановившегося магнитного поля вихревых токов, которые возникают во всех проводящих электрический ток геологических образованиях при ступенчатом изменении тока в контуре, расположенном на поверхности земли либо в воздухе. Скорость затухания вихревых токов определяется тепловыми потерями в проводнике и его размерами. Чем крупнее проводящее тело и больше его электропроводность, тем дольше длится переходный процесс. Поэтому по крутизне переходной характеристики можно судить о качестве проводника (его размерах и электропроводности). С другой стороны, можно подобрать такой промежуток времени для регистрации переходного процесса, когда существует вторичное поле, вызванное в основном крупными, хорошо проводящими рудными телами, а поле относительно слабых проводников (поверхностные зоны и т. п.) уже исчезло.

По способу создания первичного поля и регистрации вторичного поля МПП относится к индуктивным методам электроразведки.

МПП заключается в измерении магнитных компонентов нестационарного электромагнитного поля, индуктивно возбужденного с помощью незаземленного контура. Электромагнитные измерения МПП базируются на изучении неустановившегося ЭМ поля после включения тока в источнике:

$$I(t) = I \cdot l(t), \quad (6.1)$$

или выключения:

$$I(t) = I \cdot [1 - l(t)], \quad (6.1)$$

т.е. на изучении реакции исследуемой системы на ступенчатое возбуждение, описываемой функцией Хевисайда:

$$l(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0, \\ 1 & \text{при } t > 0. \end{cases} \quad (6.3)$$

Обладая всеми достоинствами индуктивных методов (отсутствие гальванических

заземлений, направленность излучений и т. д.), МПП выгодно отличается от большинства из них: метод переходных процессов в значительно меньшей степени подвержен мешающему влиянию хорошо проводящих нерудных образований, чем методы, использующие гармонические поля; измерение переходных характеристик производится в момент отсутствия первичного поля, что позволяет измерять полезные сигналы весьма малых амплитуд, а возможность изучения поздних стадий переходного процесса делает его одним из наиболее глубоких методов электроразведки.

На раннем этапе развития метод переходных процессов применялся для решения рудных задач:

- поиски хорошо проводящих массивных сульфидных руд
- картирование графитизированных пород.

В результате развития измерительной техники и совершенствования программно-математического обеспечения, круг решаемых задач значительно расширился. В настоящее время МПП используется не только для решения рудных задач но и для решения структурных задач:

- картирование осадочных разрезов до глубины 1000 м
- поиск и разведка месторождений подземных вод (пресные, минеральные и термальные воды)
- поиск и разведка кимберлитовых трубок

Главное достоинство данного метода - индуктивный способ возбуждения и приема поля, который обеспечивает возможность применения МПП в зимних условиях, в областях развития многолетней мерзлоты и высокоомных поверхностных отложений.

МПП имеет четыре модификации: аэроМПП, (АМПП), профилирование (ПМПП), зондирование ЗМПП и скважинный вариант МПП (СМПП).

Зондирования МПП основаны на изучении переходной характеристики в таком диапазоне времени, что позволяет наряду с поисковыми задачами решать структурные геологические задачи при изучении рудных полей и месторождений, т.е. осуществлять глубинное геоэлектрическое картирование рудовмещающих и рудоконтролирующих структур. Это существенно расширяет возможности метода при поисках глубокозалегающих рудных месторождений в сложных геоэлектрических условиях и при поисках слабоконтрастных твердых полезных ископаемых. При изучении ранних стадий переходных процессов ЗМПП позволяет изучить верхнюю часть геоэлектрического разреза, обеспечивая возможность решения гидрогеологических и инженерно – геологических задач.



## 6.2 Аппаратура МПП

Высокое качество измерений аппаратуры импульсной электроразведки для метода МПП должно обеспечиваться широким динамически диапазоном измерителя. Высокой точностью регистрации переходного процесса, малым дрейфом нуля и температурным дрейфом, крутизной тока выключения импульсов тока в генераторной петле, большой силой тока коммутируемой генератором, подавлением электромагнитных помех естественного и искусственного происхождения, технологичностью использования аппаратуры при проведении полевых работ.

В России для проведения электроразведочных работ методом МПП выпускается более пяти моделей аппаратуры: «Цикл-7» и «Цикл-8», «ТЕМ-FAST 48НРС», «FastSnap», «АИЭ-2», «Электротест-ТЕМ» и др.

Сравнительный анализ аппаратуры Цикл-7, FastSnap, ТЕМ-FAST 48НРС, АИЭ-2 и WalkТЕМ приведен в таблице 6.1.

Таблица 6.1

*Основные технические характеристики аппаратуры импульсной индуктивной электроразведки*

Параметр\Модель аппаратуры	Цикл-7	FastSnap	ТЕМ-FAST	АИЭ-2	WalkТЕМ		
<b>Измеритель</b>							
Начальное время регистрации переходного процесса, мкс	0.4мкс		4мкс	5мкс	2мкс		
Вес измерителя со встроенными аккумуляторами, кг	0.4мкс	2 кг	1.5 кг с генератором	3 кг	14 кг (с генератором)		
Рабочий диапазон температур от/до	от-40 <sup>0</sup> С до +40 <sup>0</sup> С	От -45 <sup>0</sup> С до +50 <sup>0</sup> С	От -45 <sup>0</sup> С до +50 <sup>0</sup> С		От -20 <sup>0</sup> С до +55 <sup>0</sup> С		
<b>Генератор</b>							
	Цикл Т1	Цикл Т4			Встроенный	ТХ-60	
Максимальный ток, коммутируемый генератором, А	20А	50А	10А	4А	10А	15А	60А

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Максимальное напряжение, коммутируемое генератором, В</b>	100В	300В	100В	24В	20В	34В	24-250В
<b>Масса генератора без проводов и внешнего источника питания, кг</b>	2 кг	6 кг	3 кг	1.5 кг	2.5 кг	14 кг	14 кг
<b>Синхронизация между измерителем и генератором</b>	GPS, по проводам	GPS, по проводам	по проводам	в одном корпусе	GPS, по проводам	в одном корпусе	по проводам
<b>Работа в однопетлевой модификации</b>	нет	нет	нет	есть	есть	нет	нет

#### «ТЕМ-FAST 48НРС»

Аппаратура предназначена для электромагнитных исследований массивов горных пород в пределах первых сотен метров. С ее помощью могут быть решены следующие задачи:

- задачи поиска и разведки месторождений полезных ископаемых или генетически связанных с ними структур;
- задачи структурной и картировочной геологии (определение геологического строения среды и литологического состава пород);
- гидрогеологические задачи (поиск подземных вод, в том числе термальных, оценка водонасыщенности пород и минерализации флюида);
- мерзлотно-гляциологические задачи (картирование и определение глубины залегания многолетнемерзлых пород, изучение динамики промерзания и оттаивания и др.);
- Комплекс «ТЕМ -Fast» позволяет:
- одновременно получать информацию, как о первых метрах, так и о глубинах в сотни метров;
- увидеть и оценить результаты зондирований непосредственно в полевых условиях и при необходимости скорректировать режимы измерений.

При этом в полной комплектации, включая антенны, батареи и РС, комплект аппаратуры «ТЕМ-Fast» занимает объем дипломат-кейса и весит 5 кг.

Таблица 6.2

Комплекс оптимален для малоглубинных исследований методом ЗСБ (МПП). Основные технические характеристики измерителя:

Допустимое постоянное напряжение на входе (мВ)	-2 — +5
Количество автоматически регистрируемых задержек	48
Динамический диапазон	10В /1 мкВ
Систематические погрешности	не более 1%
Время измерений (Stack=1), сек	18-30
Возможные размеры измерительных установок (м×м): однопетлевая «петля в петле»	15×15 — 400×400 (оптимально 18×18 — 100×100) размер генераторной петли не более 400×400

Таблица 6.3

Основные технические характеристики генератора:

Амплитуда импульсов тока	1 – 4 А
Рабочее напряжение питания петли	не более 100 В
время выключения токового импульса (I=1 А) (мкс) 25м×25м 50м×50м 100м×100м	не более 4 мкс не более 10 мкс не более 20 мкс
Форма импульсов тока	разнополярные прямоугольные импульсы с паузой (отношение импульс\пауза=3\1)
Активное сопротивление нагрузки	0-20 Ом
Индуктивность генераторной антенны	<0.01 Гн



Рисунок 6.1 Аппаратура TEM-FAST 48HPC

### Типовая комплектация TEM-FAST:

- 1) Генераторный, измерительный блок со штатной батареей в едином корпусе;
- 2) Кабель для подключения компьютера через порт RS 232;
- 3) Кабель для измерений с совмещенной приемо-генераторной антенной;
- 4) Кабель для измерений с приемной и генераторной антенной (4 жилы);
- 5) Кабель для подключения внешней батареи «Power 12V»;
- 6) Кабель для подключения внешней батареи «Power 24V»;
- 7) Тест-катушка;
- 8) Устройство для зарядки штатной батареи TEM-FAST 48;
- 9) Антенный кабель 50м×50м (100 м кабель  $r = 2 \text{ Ом}$  и  $2 \times 50=100\text{м}$ ,  $r = 4 \text{ Ом}$ );
- 10) Дополнительные разъемы для антенн (10 шт.);
- 11) Pocket PC HP iPaq с документацией, кабелем RS 232 и AC-адаптером;
- 12) Кабель для соединения Pocket PC с TEM-FAST 48HPC;
- 13) CD с программным обеспечением:
  - TEM-48 (DOS);
  - TEM-48WIN (Win95);
  - TEM-48HPC (Pocket PC);
  - TEM-48CONV;
  - TEM-RESEARCHER;
  - MS ActiveSync;
  - инструкциями по работе с карманным компьютером;
- 14) Защитный ключ USB Guardant Stealth с драйверами;
- 15) Сумка для транспортировки и хранения прибора;
- 16) Паспорт с гарантийными обязательствами.

#### «Цикл-7»

В комплексе «Цикл-7» разработана линейка генераторов тока, ориентированных на разные технологии полевых исследований. В базовый комплект аппаратуры «Цикл-7» входит измеритель, компьютер - Notebook или Pocket PC, генератор Цикл-Т1 (ГТЭ-1), позволяющий работать с токами до 20А и связанный с измерителем коротким (0.5 м) кабелем синхронизации, по которому передаются сигналы управления генератором и величина тока в генераторной петле. Для синхронизации генератора и измерителя от сигналов GPS дополнительно используется блок управления генератором. Он позволяет работать с любыми заранее предусмотренными соотношениями ток – пауза и менять в ходе работы временные диаграммы без необходимости синхронизации измерителя с генератором через кабель.

Подобный вариант используется, при проведении электроразведочных работ по технологии зондирования с закрепленным источником, когда измеритель и генератор разнесены на значительное расстояние, и обеспечивает возможность одновременной работы неограниченного количества измерителей от одного генератора. Можно использовать диаграмму работы генератора: импульс тока длиной 5 мс, измерение – 5 мс которая очень хорошо подавляет промышленные помехи частотой 50 Гц. Генератор Цикл Т4 (ГТЭ-4) позволяет коммутировать ток до 50 А.



Рисунок 6.2. Электроразведочная система Цикл.

#### «FastSnap»

Телеметрическая аппаратура «FastSnap» (рис. 6.3) производится специалистами компании СИБГЕОСИСТЕМЫ. Также как и у электроразведочной станции “Цикл-7”, аппаратура спроектирована по модульному принципу (рис. 6.3), что позволяет организовывать произвольные сети наблюдения с автономной работой нескольких измерителей. Синхронизация между измерителем, управляющим компьютером и генератором выполняется по проводам. Измеритель находится непосредственно у приемной петли, что уменьшает количество электромагнитных шумов. Необходимо отметить возможность одновременной регистрации формы тока в генераторной петле и сигналов становления на приемных петлях, это позволяет более качественно интерпретировать полученные материалы. Минимальный период следования импульсов в коммутаторе тока составляет 20 мс. Результаты измерений визуализируются в полевых условиях на ноутбуке.



Рисунок 6.3 Комплект аппаратуры «FastSnap» для малоглубинных исследований: коммутатор тока (1), пульт управления (2), измеритель (3).

#### «АИЭ-2»

Аппаратура **АИЭ-2** выпускается НПК "Элгео". Управление работой измерителя осуществляется с помощью карманного компьютера с операционной системой Windows Mobile, или с помощью переносного компьютера. Связь с измерителем осуществляется через беспроводной интерфейс Bluetooth или проводной интерфейс RS-232 (USB-COM адаптер). Задание режима работы генератора осуществляется с помощью клавиатуры и жидкокристаллического индикатора. Обеспечивается стабилизация амплитуды импульсов тока на уровне, заданном оператором.

#### «WalkTEM»

Электроразведочная аппаратура **WalkTEM** производится фирмой АВЕМ. Измеритель и коммутатор тока расположены в одном корпусе (рис 6.4), общая масса которого составляет 14 кг. Когда необходимо резко увеличить глубину исследований, можно использовать генератор ТХ-60, который выполнен в виде отдельного модуля и позволяет коммутировать, ток до 60 А. Измерения выполняются на частоте 1 МГц, временная шкала в дальнейшем пересчитывается к 200 временным отсчетам. Частота повторения генераторных импульсов изменяется от 500 Гц до 12.5 Гц.



Рисунок 6.4 Электроразведочная аппаратура WalkTEM

### 6.3 Методика и техника работ МПП

Поиски месторождений хорошо проводящих руд методом переходных процессов включают в себя два основных этапа: опоскование площадей и детализация аномалий. Кроме того, на стадии разведочных работ используются скважинные исследования. Последние могут применяться в сочетании с бурением, и для поисковых целей на глубинах недоступных наземным методам.

Поисковые работы проводятся однопетлевой (или с совмещенными петлями) модификацией МПП по сети профилей, расположенных вкрест предполагаемого простираия искомых объектов. Шаг наблюдений по профилю и расстояние между профилями выбираются равными стороне петли (т. е. петли располагаются вплотную одна к другой без пропусков и перекрытий). Петли раскладываются по заранее подготовленной, закрепленной на местности сети наблюдений.

Провода, применяемые для приемных и генераторных петель, должны иметь хорошую изоляцию, а для генераторных петель — и низкое сопротивление. При работах с одной генераторно-приемной петлей необходимо применять только медные провода (без стальных жил).

На выделенных аномальных участках проводятся детализационные работы с использованием модификаций МППР (или МППО). Детализация с помощью модификации МППР производится по профилям, расположенным в крест простираия аномалии (аномальной зоны). Генераторная петля располагается так, чтобы детализируемая аномальная зона находилась внутри петли в ее центральной части. Наблюдения обычно ведутся по сети 50 на 20 либо 100 на 50 м с необходимым сгущением в наиболее интересных участках профиля.

Результаты поисковой съемки представляются в виде графиков отношения ЭДС к силе тока ( $U/I$ ) в генераторном контуре вдоль профиля наблюдений на всех временах задержки и в виде планов изолиний тех же значений для наиболее характерных моментов времени. Для отдельных точек профиля строятся переходные характеристики, которые являются источником информации о физических характеристиках объекта.

Работа методом МПП осуществляется, в основном, для поиска крупных рудных тел. При помощи МПП решают задачи геологического картирования и поиск нефтегазовых месторождений. МПП применяют для поиска сульфидных руд с массивной и прожилково-вкрапленной текстурой. Метод может применяться также для поисков каменных углей, графита, шунгита.

#### 6.4 Обработка и интерпретация данных МПП

Целью обработки и интерпретации данных площадной поисковой съемки МППО является выделение петель с аномальным поведением неустановившегося сигнала и оценка перспективности аномалии по величине аномалии  $\alpha$ . Полный комплекс обработки и интерпретации материалов включает следующие операции.

1. Построение планов изолиний сигнала  $E(t)/J$  на разных временах.
2. Трансформация кривых  $E(t)/J$  в кривые кажущейся электропроводности  $\gamma_k(t)$ .

Такие построения необходимы в сложных геоэлектрических условиях при наличии мощных покровных и хорошо проводящих рудовмещающих пород. Выделение полезного сигнала от рудной залежи на фоне сигнала – помехи от нерудных образований может быть проведено с использованием кажущейся проводимости  $\gamma_k(t)$  и ее зависимость от времени регистрации.

$$\gamma_k(t) = \frac{800}{l^2} \cdot \frac{t}{\tau_r} \quad (6.4.1)$$

$$\text{где } \tau_r = \frac{(111,4)^{2/3}}{E(t)/J} \quad (6.4.2)$$

Здесь:  $E(t)$  в мкВ,  $J$  в А,  $t$  в мсек,  $l$  в м (сторона петли).

Результаты вычислений рекомендуется представлять в виде плана расположения петель, внутри каждой, из которой изображаются кривые  $\gamma_k(t) = f(t)$



## Программа «TDEM Geomodel»

В качестве примера интерпретации данных МПП рассмотрим программу TDEM Geomodel.

Программа TDEM Geomodel предназначена для редактирования, инверсии и интерпретации данных электроразведки методом переходных процессов (МПП). Она работает online с полевыми данными электроразведочной аппаратуры Цикл-5, Цикл-7, TEM-FAST 48HPC, аэроэлектроразведки VTEM и др. Результатом обработки данных являются геоэлектрические разрезы и карты. Программа TDEM Geomodel разработана на основе современных стандартов программирования - HTML5, поэтому при работе с программой необходимо использовать только новые версии браузеров. Рекомендуется использовать браузер Google Chrome ([www.geomodel.info/tdem/index.php](http://www.geomodel.info/tdem/index.php)).

Интерфейс программы (рис 6.5) состоит из пяти основных вкладок:

- Карат работ
- Google maps
- Таблица
- Графики
- Инверсия

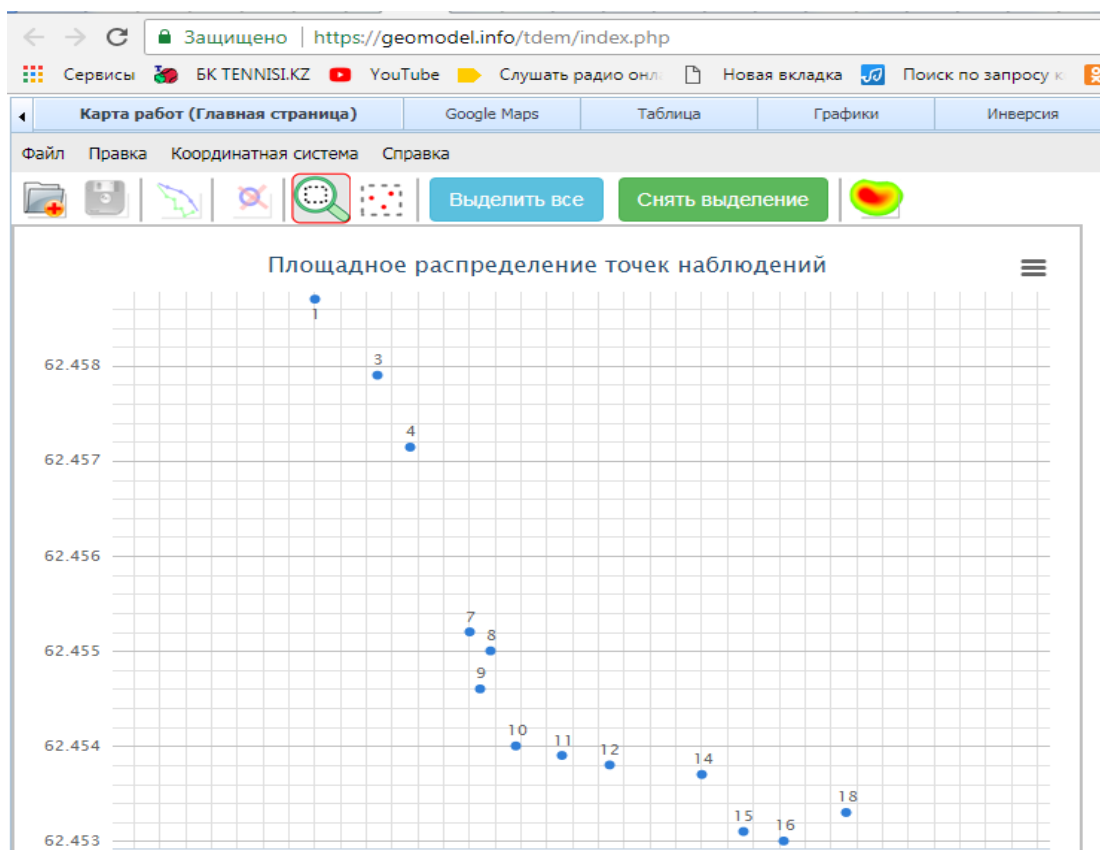


Рисунок 6.5 Интерфейс программы «TDEM Geomodel»

Программа позволяет:

- импортировать данные измеренные с аппаратурой Цикл-5, Цикл-7, TEM-FAST 48НРС, WalkTEM, TerraTEM, ProTEM, аэроэлектроразведки и др.
- импортировать геоэлектрические модели в формате mdl, а также экспортировать геоэлектрические модели в текстовом формате txt;
- обрабатывать результаты измерений с различными видами электроразведочных установок: петля - датчик, совмещенная генераторная и измерительная петля, закрепленная генераторная петля, результаты наземных измерений и аэроэлектроразведки;
- учитывать при расчете прямой задачи и инверсии форму импульса тока, в том числе, длительность фронта выключения тока;
- просматривать полевые данные и анализировать их, используя трансформанты  $go(t)$ ,  $go(h)$ ;
- легко и быстро редактировать, как отдельные кривые переходных процессов, так и десятки кривых сразу;
- выполнять 1D инверсию и строить геоэлектрические разрезы;
- строить планы удельного электрического сопротивления, кажущегося электрического сопротивления и измеренного сигнала;
- экспортировать полученные геоэлектрические разрезы и планы в различных растровых (pdf, jpg, png, Golden Software Surfer 7 Binary Grid File (.grd), GeoTIFF (.tif),) и векторных (ESRI Shapefile, svg) форматах для написания отчета;
- экспортировать результаты в виде текстовых файлов для последующей обработки в программах Surfer, Autocad и др.;

**В окне «Карта работ» (рис 6.6) выполняется:**

- импорт (экспорт) в промышленных форматах обмена электроразведочных данных ЗМПП: USF (универсальный формат зондирований) и AMIRA TEM + CHN, а также файлов, полученных при измерениях с аппаратурой Цикл-5, Цикл-7, TEM-FAST 48НРС и аэроэлектроразведки;
- импорт (экспорт) геоэлектрических моделей в формате mdl;
- изменение положения точек измерений перетаскиваем зондирования на карте работ или картах Google maps с помощью мыши или стрелками;
- удаление отбракованных зондирований;
- выделение группы зондирований для их просмотра в окне Графики и выполнения автоматической инверсии по профилю;
- выбор координатной системы: wgs-84 или другая, которая может быть относительной.

Если используется координатная система wgs 84 градусы, точки измерений помещаются на карты Google maps.

- построение карт удельного электрического сопротивления от глубины экспорт результатов расчета карт в формате ESRI Shapefile, Golden Software Surfer 7 Binary Grid File (.grd), PNG, GeoTIFF (.tif) и файл xyz формата csv.

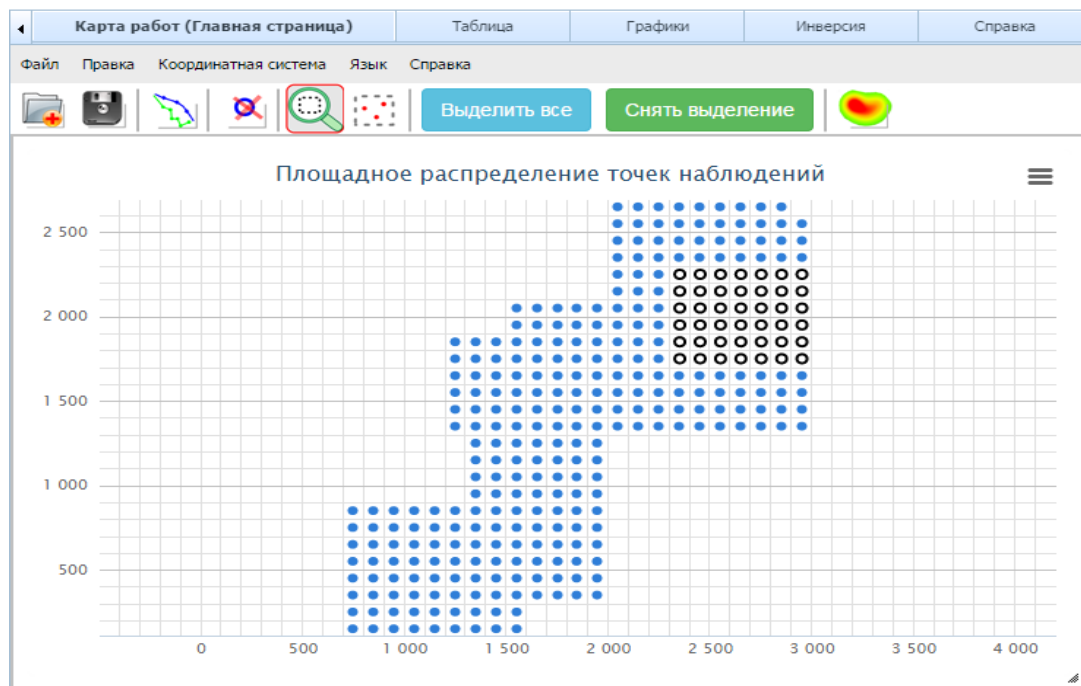


Рисунок 6.6 Пример карты распределения точек электроразведочных наблюдений

**В окне «Таблица» (рис 6.7) выполняется:**

- редактирование названия файла, профиля, пикета и параметров электроразведочной установки;
- выделение необходимых зондирований для их просмотра в окне 'Графики' и выполнения инверсии;
- удаление отбракованных зондирований;

		Карта работ (Главная страница)	Google Maps	Таблица	Графики					
		<input type="button" value="Выделить все"/> <input type="button" value="Снять выделение"/>								
		профиль	пикет	файл	X	Y	Z	ток	МГ	МИ
1	<input type="checkbox"/>	1	7	2-6.pod	113.764	62.4552	383	18.3	10000	400
2	<input type="checkbox"/>	1	8	3-3.pod	113.7644	62.455	383	18.6	10000	400
3	<input type="checkbox"/>	1	9	3-4.pod	113.7642	62.4546	383	18.6	10000	400
4	<input type="checkbox"/>	1	10	3-5.pod	113.7649	62.454	383	18.5	10000	400
5	<input type="checkbox"/>	1	11	3-6.pod	113.7658	62.4539	383	18.5	10000	400
6	<input type="checkbox"/>	1	12	4-3.pod	113.7667	62.4538	383	17.48	10000	400
7	<input type="checkbox"/>	1	14	14-1.pod	113.7685	62.4537	383	16.4	10000	400
8	<input type="checkbox"/>	1	18	14-6.pod	113.7713	62.4533	383	16.7	10000	400
9	<input type="checkbox"/>	1	16	14-7.pod	113.7701	62.453	383	16.3	10000	400
10	<input type="checkbox"/>	1	15	14-8.pod	113.7693	62.4531	383	16	10000	400
11	<input type="checkbox"/>	1	1	21-3.pod	113.761	62.4587	383	18	10000	400
12	<input type="checkbox"/>	1	3	21-5.pod	113.7622	62.4579	383	17.9	10000	400
13	<input type="checkbox"/>	1	4	21-6.pod	113.762859	62.457143	383	17.7	10000	400

Рисунок 6.7 Скриншот вкладки «Таблица» с различными конфигурациями электроразведочных установок

### В окне «Графики» выполняется:

Редактирование полевых данных МПП с целью их подготовки для проведения инверсии и построения планов интенсивности электрического сопротивления. Возможно выполнение следующих операций:

- удаление отдельных выскакивающих точек на кривой, зашумленных хвостов и начала кривых, искаженных зашкалом АЦП измерителя;
- осреднение нескольких дублей с медианной фильтрацией;
- ввод временной поправки за фронт выключения тока и задержку измерительного датчика;
- сшивка кривых, измеренных с различной величиной тока зондирующего импульса;
- изменение знака ЭДС на противоположный;

#### Удаление зашумленных хвостов:

Стандартной процедурой предварительной обработки полевых данных ЗСБ является удаление зашумленных участков кривых - 'хвостов' (рис 6.8). Для этого выделяем точку, после которой участок кривой необходимо удалить, и нажимаем на кнопку (отсечь все точки после выделенной). Для увеличения производительности можно одновременно редактировать группу однотипных кривых.

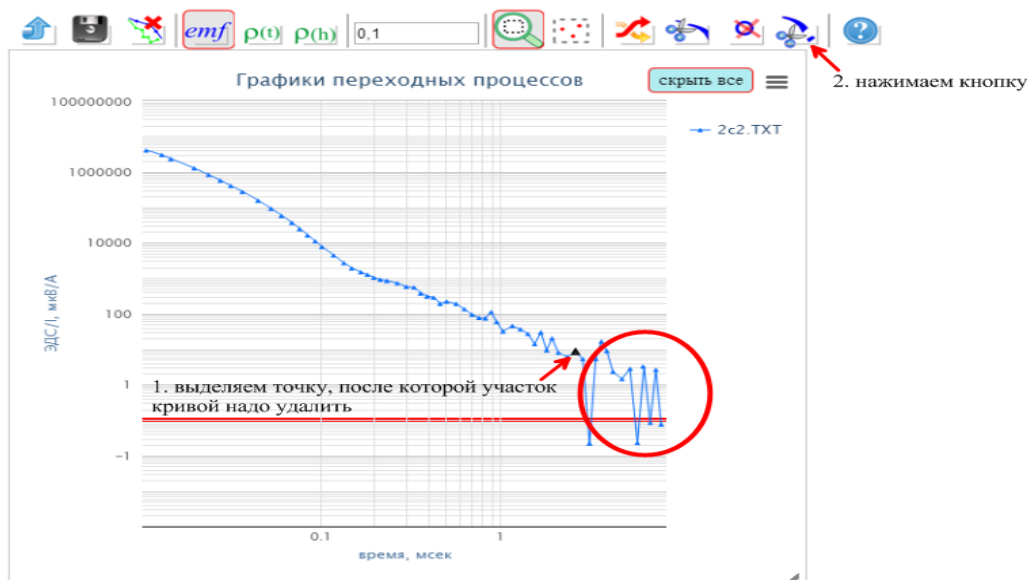


Рисунок 6.8 Пример удаления зашумленной части кривой.

#### В окне 'Инверсия' проводится:

- инверсия одиночных зондирований или группы зондирований выделенных на профиле с построением геоэлектрического разреза;
- выполняется экспорт построенного геоэлектрического разреза в различных графических форматах (png, jpeg, pdf, svg) или текстовом формате для построения геологических разрезов в программах Surfer, Autocad и др.;

**Инверсия** – эта процедура подбора параметров модели среды, обеспечивающая наименьшее расхождение между измеренным и рассчитанным электромагнитным полем. Результатом инверсии является геоэлектрический разрез (рис 6.9).

В зависимости от геологической ситуации, а также наличия опорных скважин на участке исследований инверсию проводят с параметрами среды, которые могут свободно изменяться в процессе автоматического подбора, или, исходя из геологической информации, параметры среды закрепляют. Использование априорной геологической информации при инверсии является более трудоемким процессом, однако, позволяет значительно увеличить качество и точность геоэлектрических разрезов, которые рассчитываются в результате инверсии.

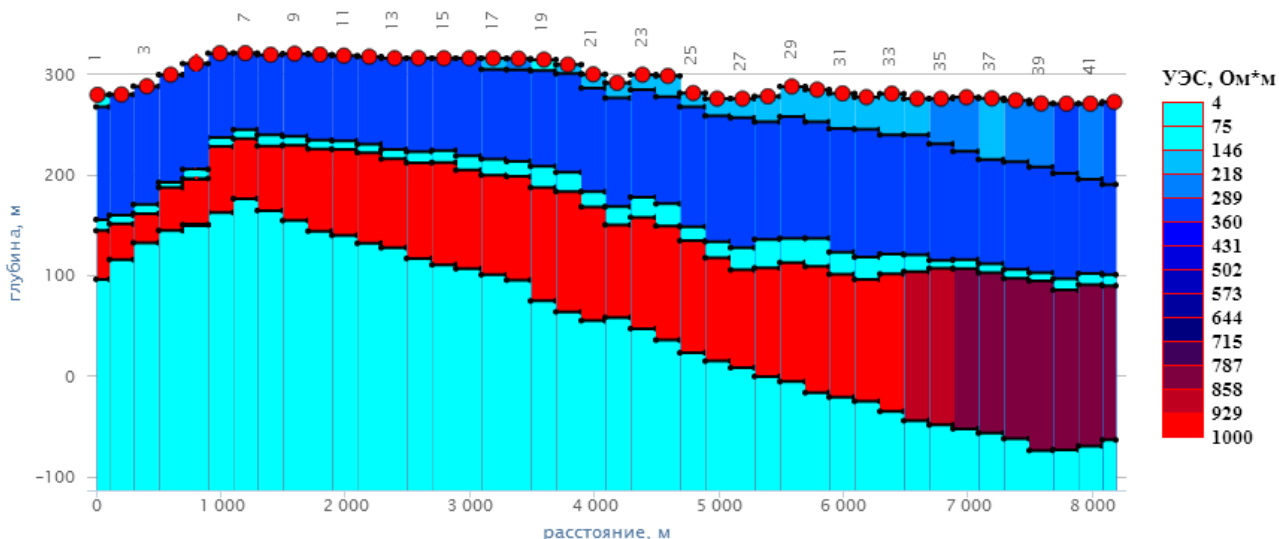


Рисунок 6.9 Пример геоэлектрического разреза, полученного при инверсии в программе TDEM Geomodel.

Процесс обработки в программе TDEM Geomodel позволяет качественно выполнить огромный объем работ в сжатые сроки, подготовив для технического отчета необходимую документацию. Особое внимание уделено скорости работы программы, которая позволяет обрабатывать сотни зондирований в течение нескольких секунд.

### 6.5 Практическое применение метода МПП

Аномалии магнитного поля, присущи для наиболее удаленных от рудных тел, участков в кварц-углеродистых сланцах. Они вызываются рассеянной пирротиновой минерализацией и отвечают крайней зоне гидротермально-метасоматических преобразований. В рассеянном распределении сульфидной минерализации отсутствие графитоида приводит к тому, что над этой зоной не отмечаются аномалии естественного электрического поля и удельного электрического сопротивления. Тем не менее, именно такое распределение минералов-полупроводников в породе приводит к повышению ее объемной проводимости, что может привести к наличию над ней аномально повышенные значения приведенного импеданса, которые возможно выявить в результате внедрения метода МПП.

Зондирования МПП выполняются для решения следующих задач:

- изучение разреза на глубину;
- расчленение разреза по проводимости.

В МПП в основу измерений положены методические разработки электроразведочного метода зондирования становлением поля (ЗС), где геологический разрез изучается благодаря приёму вторичного (наведённого) поля после зондирования почвы электромагнитным сигналом. Вторичное (наведённое) поле является откликом геологической среды и носителем информации о строении геологического разреза. Измерения сигнала (отклика) в данном

методе происходят в паузах после отключения питающего импульса в соотношении импульс-пауза 3:1, поэтому исключаются основные наводимые питающим сигналом помехи.

При измерениях в качестве приёмно-излучающей системы использовалась индукционная антенна прямоугольной формы, от размеров которой зависит глубина исследования. В такой приёмно-передающей системе точка записи относится к центру установки. Использование небольших антенн позволяет детально изучать разрез, начиная с глубин 0.4-0.5 м. Зондирования с соосными или совмещёнными петлями в методическом отношении имеют много общего с профилированием. Основным отличием является изучение переходной характеристики в более широком диапазоне времени, что позволяет наряду с поисками проводящих тел изучать рудовмещающие и рудоконтролирующие геологические структуры. Это существенно расширяет возможности метода при поисках глубокозалегающих рудных месторождений в сложных геоэлектрических условиях, или при поисках слабоконтрастных объектов. При изучении ранних стадий переходных процессов МПП позволяет исследовать верхнюю часть геоэлектрического разреза (ВЧР), обеспечивая возможность решения гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических, геоэкологических и археологических задач.

Камеральная обработка полученных данных МПП производилась по специальной программе TEM-RESEARCHER (TEM-RES), позволяющей выполнять качественную и количественную обработку в несколько этапов, от первичного просмотра полевого материала с построением электромагнитных образов по данным наблюдений, до окончательной обработки с геолого-геофизической интерпретацией полученных результатов. По результатам обработки были построены геоэлектрические разрезы на выполненных маршрутах. Вертикальные геоэлектрические разрезы представляют собой геофизическую модель построения геологического разреза, где по распределению кажущегося электрического сопротивления отображается структурно - геологическое построение толщ пород по вертикали в глубину.

Анализируя полученные разрезы можно сделать вывод, что зоны проводимости сульфидизации, которые могут быть генетически связаны с рудным процессом, выделяются в разрезах с пониженным сопротивлением. На примере профиля 56 (рис 6.10) можно сказать, что зона оруденения выделяется по всей поверхности разреза. Мощностью от 10 до 40 м и длиной до 900 м. Также на глубине 40 м прослеживается зона проводимости на отметке 600 м. Сопротивления пород не превышают 20 – 30 Ом\*м. Области повышенной проводимости, связанные с золотым оруденением имеют значения сопротивлений – от 50 до 100 Ом\*м и распространяются в верхней части разреза вблизи предполагаемых рудных объектов.

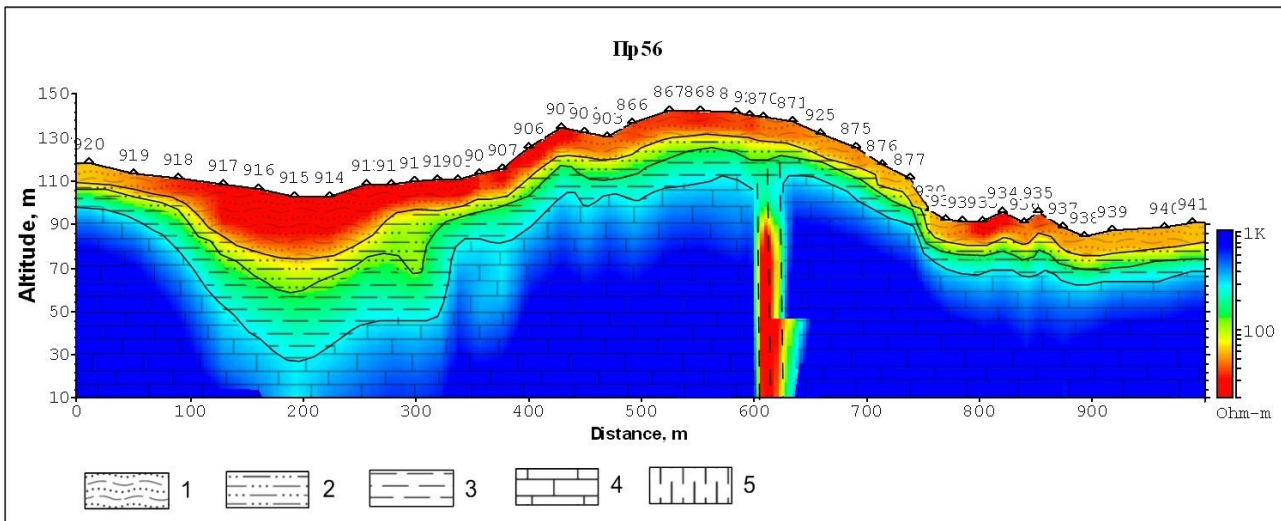


Рисунок 6.10 Разрез по профилю 56

При рассмотрении профиля 57 можно сделать вывод, что сульфидизация с рассеянным характером, с высокой проводимостью в данном разрезе (рис. 6.11) расположена на глубине 50 м, мощностью до 200 метров, длиной в 400 м.

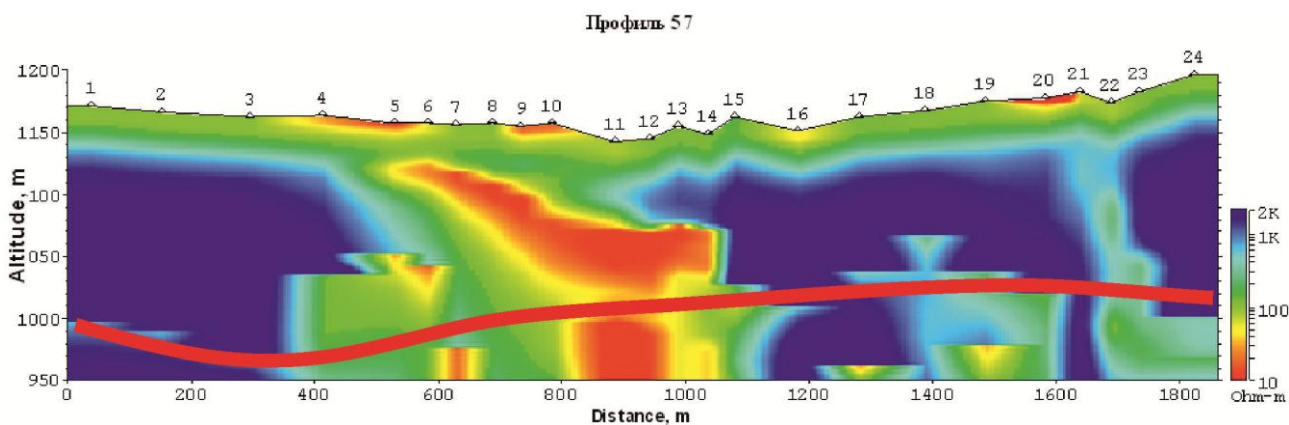


Рисунок 6.11 Разрез по профилю 57



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

### **7.1 Виды и объемы проектируемых работ**

Комплекс проектируемых работ зависит от геологической задачи, которая формулируется в геологическом задании.

Для определения денежных затрат, связанных с выполнением геологического задания, необходимо определить прежде всего время на выполнение отдельных видов работ по проекту, спланировать их параллельное либо последовательное выполнение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ по проекту.

Денежные затраты на производство геофизических работ будут зависеть от:

- видов и объемов работ;
- геолого-географических условий;
- материально-технической базы предприятия;
- квалификации работников;
- уровня организации работ.

Проектная площадь исследования – 1,8 км<sup>2</sup>.

Магниторазведка: геологической задачей магниторазведки является выявление локальных магнитных аномалий. Магнитная съемка масштаба 1:2000 будет проводиться на участке Змеиный общей площадью 1,8 км<sup>2</sup>. Участки будут подготавливаться по предварительно подготовленной на местности сети наблюдений 20x5 метров. Расстояние между съемочными профилями 20 метров. Пикетаж по профилям широтного направления разбивается через 5 метров.

Электроразведка методом ВП: геологической задачей электропрофилирования является выделение аномалий низкого УЭС и высокого значения поляризуемости. Для этого предусматривается сеть наблюдений 100x20 м. Съемка выполняется по предварительно подготовленной сети. Расстояние между профилями – 100 м, шаг съемки – 20 м.

Гамма-спектрометрия: геологической задачей гамма-съемки является выделение аномалий радиоактивных компонентов (K, U, Th). Сеть наблюдений – 20x5 м. Расстояние между профилями – 20 м, шаг по профилю – 5 м.

Виды и объемы проектируемых работ

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм	Кол-во		
1	Магниторазведка	Пог. км	91,7	Масштаб съемки 1:2000 Категория трудности – IV	Магнитометр МИНИМАГ
2	Электроразведка методом ВП	Пог. км	91,7	Масштаб съемки 1:2000 Категория трудности – IV	Измеритель «МЭРИ-24», генератор «Астра-100», эл./разведочные электроды, провод ГПСМПО
3	Гамма-спектрометрия	Пог. км	91,7	Масштаб съемки 1:2000 Категория трудности – IV	Гамма-спектрометр РКП-305

### 7.2 Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования

Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования производится для каждого проектируемого вида работ. Для расчета затрат времени по проектируемым видам работ будем использовать следующую формулу:

$$N = Q \cdot H_{вр} \cdot k$$

где  $N$ - затраты времени на проведение одного вида работ;

$Q$ - объем работ;  $H_{вр}$ - норма времени;  $k$ - поправочный коэффициент.

Таблица 7.2

## Расчет затрат времени на полевые работы

Метод	Нормативный объём	Ед. изм.	Норма	объём	затраты времени	Затраты времени с учётом коэффициентов (бр/см)	Затра- ты вре- мени, отр/мес
1. Магниторазведка, лето, проф. шаг 20 м., категория трудности IV (ССН-93, ч.3, т.30, н.49)	50	км	10,61	1,8	0,38	1,44	0,05
2. Наблюдение геомагнитных вариаций, работы за пределами населённого пункта, лето (ССН-93, ч.3, т.37)				1,8			0,05
3. Метод ВП, проф. шаг 40 м., лето, категория трудности V (ССН-93, ч.2, т.2.5, н.242)	200	км	141	1,8	12,7	14,9	0,57
4. Гамма- спектрометрия (ССН-93, ч.3-7, т.3.1, н 10)	10	км	5,9	1,8	1,06	1,25	0,04

Таблица 7.3

## Расчет затрат времени на камеральные работы

Метод	Нормативный объём	Единица измерения	Норма	Объём	Затраты времени (отр/мес)
1. Магниторазведка (ССН-93, ч.3, т.38)	17500	точка	1	917	0,05
2. Метод ВП (ССН-93, ч.2, т.5.1, н.12)	1	отрядо- месяц	0,7	0,57	0,4
3. Гаммаспектрометрия (ССН-93, ч.3-7, т.3.3, стр.12)	10	км	2,5	1,8	0,45

Таблица 7.4

## Расчет затрат времени на топогеодезические работы

Метод	Нормативн. объем	Единица измер.	Норма	объем	затраты времени	Затраты времени, отр/мес
1	2	3	4	5	6	7
1. Разбивка и вешение профилей, шаг. 20 м., категория трудности IV (ССН-93, ч.9, т.42, н.3)	1	км	0,2	18,3	3,66	0,14
2. Изготовление вех (ССН-93, ч.9, т.92, н.1)	1	шт	0,02	183	3,66	0,14
3. Изготовление пикетов (ССН-93, ч.9, т.92, н.2)	1	шт	0,02	485,5	4,855	0,18
4. Перенесение на местность точек профиля, категория трудности IV (ССН- 93, ч.9, т.48, н.3)	1	точка	0,1	36,7	3,67	2,6
5. Аналитическая привязка точек, категория трудности IV (ССН-93, ч.9, т.50, н.4)	1	точка	0,18	57,3	10,31	0,39

## 7.3 Расчет затрат труда

Расчёт затрат труда проводим для каждого из методов и для дополнительных работ по разбивке профилей, перевозку отрядов и др.

Таблица 7.5

## Расчет затрат труда

Вид работ	Ед. изм.	Объем работ	Норма по ССН	Состав полевой бригады	Общие грузозатраты, чел/см
1	2	3	4	5	6
Магниторазведка	бр/см	1,44	ССН 3-3, табл. 32	2	2,88
Наблюдение вариаций (за пределами населённого пункта)	бр/см	1,44	ССН 3-3, табл. 37	1	1,44
Электроразведка ВП	бр/см	14,9	ССН 3-2, табл. 2.16, 2.17	7	104,3

1	2	3	4	5	6
Гамма-спектрометрия	бр/см	1,25	ССН 3-7, табл. 3.2	2	2,5
Разбивка и вешение профилей	бр/см	3,66	ССН 9, табл. 43, н.1	2	7,32
Изготовление вех	бр/см	3,66	ССН 9, табл. 93	0,5	1,83
Изготовление пикетов	бр/см	0,18	ССН 9, табл. 93	0,5	0,09
Перенесение на местность точек профиля,	бр/см	2,6	ССН 9, табл. 49, н.3	0,5	1,3
Аналитическая привязка точек	бр/см	0,39	ССН 9, табл. 51, н.4	0,5	0,2
Автотранспорт (водитель)	отр/см	15,45	ССН 10, табл. 44	1	15,45
<b>Всего</b>					137,3

#### 7.4 Расчет затрат основных средств

Расчёт затрат материалов и оборудования производим для геофизических работ, проводимых в полевых условиях.

Расчёт затрат материалов для геофизических работ, проводимых в полевых условиях приведён в таблице 7.6.

Таблица 7.6

#### Материалы

№	Наименование материала	Ед. изм.	Норматив.колич. на партию в месяц
1	2	3	4
1	Блокнот (твёрдый переплет)	шт.	10
2	Бумага для множительных аппаратов	рул	5
3	Бумага наждачная	м <sup>2</sup>	1
4	Веник-сорго	шт.	2
5	Ветошь обтирочная	кг	2
6	Вилка электрическая бытовая	шт.	8
7	Выключатель	шт.	4
8	Гвозди	кг	0,5
10	Карандаши разные	шт.	20
11	Канифоль сосновая (А сорт 1)	кг	0,1
12	Лента изоляционная х/б	кг	7
13	Лента на ПВХ основе	рул.	7
14	Мыло хозяйственное	кг	0,4
15	Папка для бумаг	шт.	4
16	Патроны электрические	шт.	0,2

1	2	3	4
17	Полотенце	кг	8
18	Порошок стиральный	шт.	5
19	Припой	г	1
20	Розетка штепсельная	шт.	3
21	Ручка шариковая	шт.	15
22	Спирт технический	л	0,3
23	Тетрадь общая	шт.	5
24	Топорище	шт.	3
25	Черенки лопаты	шт.	4
26	Шпагат	кг	0,5
27	Шурупы разные	кг	1
28	Элемент 373 (батарейка)	шт.	20
29	Электролампы осветительные	шт.	2

### 7.5 Смета

Для выполнения работ по проекту необходимы денежные средства, которые обеспечивает заказчик. Авансовое финансирование геологоразведочных работ является их отличительной чертой. Смету рассчитывают сами будущие исполнители проектируемых работ. Оптимальные сметные затраты определяются узаконенными инструкциями, справочниками и другими материалами, имеющими для выполнения работ по проекту необходимы денежные силу закона. От полноты включенных затрат зависит в будущем экономика предприятия.

### 7.6 Сметные расчеты по видам работ. Расчёт суммы основных расходов по видам работ

В общую смету (таблица 7.8) заносятся все виды работ, организационные и подготовительные работы, а также заработная плата и резервный фонд.

## Общая смета для проектирования комплекса геофизических работ

Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Ед. расценка по СНОР- 93	Объем работ, всего	Сумма в ценах 1993 г.	Индекс к виду работ	Единичная сметная расценка в тек.ценах	Сметная стоимость работ в текущих ценах, руб.
							всего
1	2	3	4	5	6	7	8
I. Основные расходы (А+Б)	руб.			571 462			906 843
А. Геологоразведочные работы	руб.			490 947			835 346
1. Полевые работы, всего:	руб.			401 859			657 975
Магниторазведка	отр/мес	206821	0,05	10 341	1,493	308742	22439,19
Измерение вариаций магнитного поля	отр/мес	91803	0,05	4 590	1,219	111926	5595,393
Электроразведка методом ВП	отр/мес	581874	0,57	331 668	1,517	882587	503140,6
Гамма-спектрометрия	отр/мес	71769	0,04	2 871	2,16	155021	62009,842
Разбивка и вешение профилей	отр/мес	177751,9	0,14	24 885	1,57	278999	39069,87
Изготовление вех	отр/мес	62525,4	0,14	8 754	1,939	121249	16973,15
Изготовление пикетов	отр/мес	100839	0,09	9 076	1,901	191675	17252,54
Перенесение на местность точек профиля	отр/мес	192000,8	0,13	24 960	2,41	462645	20153,85
Аналитическая привязка точек	отр/мес	169075,9	0,2	33 815	1,574	266193	53225,09
2. Организация полевых работ	% от полевых работ		1,50	6 028			9869,63
3. Ликвидация полевых работ	% от полевых работ		1,20	4 822			7895,71

1	2	3	4	5	6	7	8
4. Камеральные работы				78 238			159 605
4.1. Камеральные магниторазведочные работы	отр/мес	73870	0,05	3 694	2,04	150694	30534,74
4.2. Камеральные электроразведочные работы ВП	отр/мес	176346	0,4	70 538	2,04	359745	90398,3
4.3. Камеральные гамма-спектрометрические работы	отр/мес	44074	0,45	19 833	2,04	89912	40459,93
Б. Сопутствующие работы и затраты	руб.			80 515			71 497
Транспортировка грузов и персонала	отр/см	1915	42,04	80 507	0,888	1701	71489,86
II. Накладные расходы (% от I)	%		10,0	57 146			90 684
III. Плановые накопления (% от I+II)	%		5	31 430			49876
Итого I+II+III	руб.			660 038			1 051
IV. Компенсируемые затраты	руб.			41 115			89571
Полевое довольствие	чел/см	150,0	236,18981	35 428	3	375	89571
Итого IV	руб.			35 428			88 571
Итого I+II+III+IV	руб.			695 467			1 381 187
VI. Резерв	%	3,0	3	20 864			27 205
Итого I-VI	руб.			716 331			1 408 392
VII. НДС	%		18	128 940			225 326
ВСЕГО по СМЕТЕ С НДС	руб.			845 270			1 633 904



**Вывод:** Используя сметные нормы провели расчеты затрат времени, труда, материалов и оборудования для каждого проектируемого вида работ, как для полевых, так и для камеральных. Также используя нормы основных расходов привели общую смету, в которую были занесены все виды работ, организационные и подготовительные работы, заработная плата и резервный фонд, доплаты и компенсации и др.

Итого сметная стоимость основных расходов по проекту составит 1 633 904 руб. Наиболее дорогостоящим методом является ВП-ЭП, чья сумма составит 503 140,6 руб. Рассматривая в совокупности все используемые методы в проекте, данный метод является наиболее эффективным, что покрывает его затраты.

## **8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ**

Площадь отчетных работ располагается в среднем течении р. Рыбной, правого притока р. Ангары. В горнопромышленном отношении площадь работ находится в пределах Южно-Енисейского золотоносного района, где уже на протяжении 150 лет ведется интенсивная разработка россыпного золота.

К настоящему моменту на площади исследования проведена серия геологоразведочных, геолого-съёмочных, тематических работ, позволивших выделить данный район как наиболее перспективный на обнаружение коренного золотого оруденения.

Проектируемые наземные геофизические работы предполагают решение следующих задач:

- Детальная геофизическая характеристика участков Раздолинского рудного узла на площади Красноярского края Мотыгинского района;
- Изучение внутреннего строения и оценка перспектив рудоносности аномальных участков;

Следовательно, проанализировав работы прошлых лет и геологическое строение района можно выбрать наиболее эффективный комплекс геофизических методов, который включает в себя электроразведку методом ВП, магниторазведку и гамма-спектрометрию.

Предлагаемый комплекс геофизических методов апробирован при проведении поисковых работ на золото в аналогичных геолого-структурных условиях.

Метод ВП применяется для поисков и разведки вкрапленных сульфидных руд, графита, графитизированных сланцев, антрацита.

Магниторазведочные работы выполняются с целью детального картирования пород, различающихся по магнитным свойствам. В т.ч. для выделения и прослеживания рудовмещающих структур, рудных зон и отдельных рудных тел.

### **8.1 Производственная безопасность**

Геофизические полевые работы имеют специфические особенности, связанные с постоянными переездами на автотранспорте, погрузочно-разгрузочными работами и применением электрической энергии. Это требует разработки специальных мероприятий по технике безопасности и противопожарной защите, ответственность за их соблюдение возлагается на начальника партий.

При производстве геофизических работ, как на полевом, так и на камеральном этапе, возможно столкновение с опасными и вредными факторами, которые могут нанести вред здоровью людей работающих в данных условиях или повлечь их смерть. К опасным воздействиям относятся поражение электрическим током, механические травмы, пожар. К вредным воздействиям относятся отклонение показаний микроклимата, превышение уровня шума, ионизирующих излучений, а также недостаточная освещенность рабочего места

Основные элементы полевых геофизических работ, формирующие опасные и вредные факторы приведены в табл.1

Таблица 8.1

*Основные элементы полевых геофизических работ, формирующие опасные и вредные факторы*

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74 [1])		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Полевые работы: Наземное исследование площади методами (ВП, Магнитная съемка, Гамма-спектрометрия)	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 2. Тяжесть и напряженность физического труда; 3. Превышение уровня шума;	1. Движущиеся машины и механизмы; 3. Электрический ток;	ГОСТ 12.1.019-2009 [2] ГОСТ 12.1.030-81 [3] ГОСТ 12.1.038-82 [4] ГОСТ 12.2.062-81 [5] ГОСТ 12.4.125-83 [6] ГОСТ 12.2.003-91[7] СП.52.13330.2011 [8] ГОСТ 12.1.005-88[9]
2. Камеральные работы: Интерпретация и обработка данных в ПК	1.Отклонение показателей микроклимата в помещении 2.Недостаточная освещенность рабочей зоны;	1.Электрический ток;	СанПиН 2..2/2.4.1340-03[11] СанПиН 2.2.4.548-96[12] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03[13] ГОСТ12.1.004- 91[15]

**Анализ вредных и опасных факторов**

Опасные производственные факторы – воздействия, которые при определенных условиях приводят к травме, острому отравлению или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, смерти. ГОСТ 12.0.003-74.

Полевые работы (вредные факторы)

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

Климатические условия в районе проведения работ можно считать суровыми, до – 50 °С зимой. Воздействие низкой температуры на организм человека может привести к обморожениям. Так же обморожению способствуют: ветер, влажный воздух, длительное воздействие холода, сдавливание конечностей тесной обувью, плохая защита тела одеждой. Чтобы предотвратить обморожение весь персонал должен быть снабжен теплой и удобной одеждой и минимизировать пребывание персонала на открытых площадях. Для проведения работ персонал снабжается средствами индивидуальной защиты (СИЗ): теплыми шапками, телогрейками, валенками, ватными штанами, рукавицами.

Согласно инструкции [15] о производстве работ на открытом воздухе при пониженных температурах, сказано, что запрещается производство работ на открытом воздухе при температуре:

-40°С без ветра;

- 35°С при скорости ветра до 5 м/с;
- 25°С при скорости ветра до 10 м/с;
- 15°С при скорости ветра свыше 15 м/с.

При температуре воздуха -36°С и ниже, лицам, работающим на открытом воздухе должны предоставляться перерывы в работе в течении 10 минут каждый час работы. Запрещается проводить полевые съемки во время сильных морозов, буранов, пурги, грозы т.к. при этих условиях с большой вероятностью могут произойти аварии, устранение которых будет осложнено метеоусловиями. Запрещается движение транспорта и пешеходов при туманах, снегопадах, пурге, видимости менее 40 метров.

#### Тяжесть и напряженность физического труда

Предусматриваемые данным проектом работы будут выполняться полевым отрядом. Спецификой полевых геофизических работ является то, что процесс съемки является длительным и энергозатратным, а персонал, занятый на данном виде исследований, работает вахтовым методом с ненормированным рабочим днем. Наряду с этим бытовые и природные полевые условия отражаются на физическом и нервно-эмоциональном состоянии рабочего персонала. Все это приводит к нервному и физическому истощению, что в конечном итоге сказывается на результате работы и качестве полевого материала.

Для профилактики утомления предусмотрены следующие мероприятия: применение рациональных режимов труда и отдыха, механизация и автоматизация трудоемких работ, своевременное прохождение профилактических медицинских осмотров и т.п.

Начальник отряда должен своевременно организовывать пересмены внутри отряда, во время непрерывного процесса исследований. Для полноценного отдыха после съемки данных геофизическая база должна располагать необходимыми удобствами: баней, по возможности бытовой и электротехникой.

#### Превышение уровня шума

Шум является не только причиной несчастных случаев, но и заболеваний. Шум снижает слуховую чувствительность, нарушает деятельность сердца, нервной системы и ритм дыхания. Предельно- допустимый уровень шума на рабочих местах нормирует ГОСТ 12.1.003–2014 [3]. В нем предусмотрены два метода нормирования шума: по предельному спектру шума и по интегральному показателю - эквивалентному уровню шума в дБА.

Основным источником шума при работе на буровых является дизельный генератор, обеспечивающий работу механизмов буровой установки и двигатель каротажной станции, обеспечивающий работу лебедки.

*Таблица 8.2*

*Допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентного уровня звука на рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий (ГОСТ 12.1.003-83[15]).*

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц)								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Уровни звука и эквивалентного уровня звука, дБ
Месторождения, буровые установки, скважинная съемка, полевые работы	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Основные мероприятия по борьбе с ударным и механическим шумом: удаление источника шума на расстояние; виброизоляция оборудования с использованием пружинных, резиновых и полимерных материалов (установка двигателя на резиновую подушку); экранирование шума преградами (деревянными щитами); звукоизоляция кожухами; использование звукопоглощающих материалов в конструкции каротажной будки; использование средств индивидуальной защиты (наушники, беруши, шлем и т. п.).

Полевые работы (опасные факторы)

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

При работе с полевым оборудованием происходят различные виды травматизма. Механические поражения происходят по причине неосторожного обращения с инструментами (электроды, бензопилы и т. д.), оборудованием (вездеход, генераторы, моторы), климатических факторов, стихийного бедствия. Геофизическое оборудование и их эксплуатация должны соответствовать нормативным документам (ГОСТ 12.2.062-81 [4], ГОСТ 12.4.125-83 [5], ГОСТ 12.2.003-91[6]).

К управлению геофизической аппаратурой допускаются лица, имеющие на это право, подтвержденное соответствующими документами. Ответственных лиц за безопасную эксплуатацию и исправное состояние оборудования назначает начальник партии. Все геофизическое оборудование и аппаратура, а так же инструменты должны содержаться в исправности и чистоте, соответствовать техническим условиям завода - изготовителя и эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации.

Конструкция производственного оборудования, приводимого в действие электрическим током, должна содержать средства для обеспечения электробезопасности. Технические средства и способы обеспечения электробезопасности должны устанавливаться в стандартах и технических условиях на производственное оборудование конкретных групп, видов, моделей (марок) с учетом

условий эксплуатации и характеристик источников электрической энергии. Части производственного оборудования, механическое повреждение которых может вызвать возникновение опасности, должны быть защищены ограждениями или расположены так, чтобы предотвратить их случайное повреждение работающими или средствами технического обслуживания

### Электрический ток

Электрическая опасность при проведении полевых работ заключается в поражении током от токоведущих частей электрооборудования, геофизической станции для регистрации, геофизических приборов.

При поражении человека электрическим током возникают:

- электрические удары – электрический ток проходит через живые ткани организма и это сопровождается судорожными сокращениями мышц.

- электрические травмы (механические повреждения, электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, электроофтальмия);

К основным причинам поражения электрическим током относятся: неисправность электроустановок, отсутствие заземления, повреждение изоляции электропроводки, случайное прикосновение к токоведущим частям находящимся под напряжением и др. Поэтому работа при полевой съемке требует строгого выполнения правил электробезопасности (ГОСТ 12.1.030- 81[7], ГОСТ 12.1.038-82[8], ГОСТ 12.1.019-2009[9]).

Перед проведением работ с геофизической аппаратурой, электроды, шпильки и другие устройства должны быть надежно заземлены. Для заземления следует выбирать преимущественно влажную почву, а также максимально глубоко заземлять электроды.

Соединения проводов, применяемых для сборки электросетей, должны быть ненадежно заизолированы, концы их должны быть снабжены изолирующими вилками, муфтами или колодками.

Разборка и сборка электрических схем разрешается только при выключенных источниках питания.

Кабель, соединяющий электрооборудование с электрической сетью, должен быть подвешен на высоте не менее 2 м и располагаться в местах, где нет проходов и где исключена возможность его повреждения.

Проверку работы или поиск неисправностей в каротажной станции, находящейся под напряжением, должны производить не менее, чем два исполнителя.

Камеральные работы (вредные факторы)

### Отклонение показателей микроклимата в помещении

Показатели микроклимата: температура, влажность, скорость воздуха, тепловое излучение. Метеорологические условия для рабочей зоны производственных помещений (пространство высотой до 2 м над уровнем пола) регламентируется СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [12]. ГОСТ устанавливает оптимальные и допустимые микроклиматические условия в зависимости от характера производственных помещений, времени года и категории выполняемой работы.

Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ПЭВМ (персональная электронно-вычислительная машина) и ВДТ (видеодисплейный терминал). В помещениях с такой техникой на микроклимат больше всего влияют источники теплоты, к ним относятся вычислительное оборудование, приборы освещения (лампы накаливания, солнечная радиация). Из них 80% суммарных выделений дают ЭВМ, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [12].

Таблица 8.3

Оптимальные параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры  
(СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный и переходный	Температура воздуха в помещении	22-24°C
	Относительная влажность	40-60%
	Скорость движения воздуха	До 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23-25°C
	Относительная влажность	40-60%
	Скорость движения воздуха	0,1-0,2 м/с

В таблице 8.3 приведены оптимальные нормы микроклимата для профессиональных пользователей в помещениях с ВДТ и ПЭВМ при легкой работе. Для поддержания вышеуказанных параметров воздуха в помещениях с ВДТ и ПЭВМ необходимо применять системы отопления или кондиционирования. Расчет потребного количества воздуха для местной системы кондиционирования воздуха ведется по теплоизбыткам от машин, людей, солнечной радиации и искусственного освещения, согласно СП 60.13330.2012 [9]. В помещениях с ВДТ и ПЭВМ ежедневно должна проводиться влажная уборка.

Норма подачи воздуха на одного человека, в помещении объемом до 20 м<sup>3</sup>, составляет не менее 30 м<sup>3</sup>/чел.\*час.

### Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещение камеральных помещений должно отвечать требованиям СП.52.13330.2011 [11]. Естественное освещение осуществляется через окна и обеспечивает коэффициент естественного освещения (КЕО). При выполнении работ высокой зрительной точности величина КЕО должна быть не ниже 1,5%. В СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03[13] рекомендуется располагать рабочие места и ПЭВМ с лева от окон. Искусственное освещение в помещениях должно осуществляться системой общего равномерного освещения, которое следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочего места.

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300 лк, комбинированная – 750 лк; при выполнении работ средней точности – 200 и 300 лк соответственно. Источниками искусственного освещения являются люминесцентные лампы типа ЛБ-40, которые попарно объединяются в светильники. Допускается применение ламп накаливания в светильниках местного освещения.

Рабочие места операторов, работающих с дисплеями, располагают подальше от окон. Если экран дисплея обращен к оконному проему, необходимы специальные экранизирующие устройства. Окна лучше оборудовать светорассеивающими шторами, регулируемыми жалюзи или солнцезащитной пленкой с металлизированным покрытием.

## **8.2 Экологическая безопасность**

Как и прочие производственные виды деятельности человека, геофизические работы наносят вред окружающей среде. Площадь работ в административном отношении Мотыгинскому району Красноярского края Сибирского федерального округа. Лесные массивы не отнесены к запасам лесов рубок главного пользования, и несут лишь биологическую и природоохранную деятельность.

При геофизических работах отрицательное воздействие на окружающую среду оказывают расчистка площадей, транспортные работы, а так же хозяйственно-бытовая деятельность персонала.



Таблица 8.4

*Вредные воздействия, оказываемые на окружающую среду, в результате проведения полевых геофизических работ и мероприятия по их устранению (ГОСТ 17.4.3.04-85 [13])*

Природные ресурсы и компоненты окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	1. Уничтожение и повреждение почвенного слоя, сельхозугодий и др. земель. 2. Засорение почвы производственными отходами и мусором. 3. Создание выемок и неровностей, усиление эрозионной опасности, уничтожение растительности.	1. При обработке запланированного объема работ производится временное отчуждение земель. 2. Работы будут проводиться только в летнее время, в том числе и топографические. 3. Применение технологического процесса и видов транспортных средств с минимальным влиянием на окружающую среду. 4. Проведение земляных и иных работ, нарушающих почвенный слой, запрещается.
Лес и лесные ресурсы	1. Уничтожение, повреждение и загрязнение почвенного покрова. 2. Лесные пожары. 3. Оставление недорубов, захламление лесосек. рубка древостоя при оборудовании коммуникаций, посёлков	1. Профили будут прокладываться, по возможности, по незалесенной местности или по редколесью, насколько это совместимо с задачами работ. 2. В залесенной местности профили будут максимально совмещаться с квартальными просеками лесхозов, дорогами и старыми отработанными профилями - таким образом будет отработано порядка 50% проектных профилей.

		3. Валка леса будет производиться только с помощью бензопил и ручную. Высота пней не должна превышать 1/3 диаметра среза, но не более 10 см.
Вода и водные ресурсы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Загрязнение сточными водами и мусором.</li> <li>2. Загрязнение бытовыми стоками</li> <li>3. Загрязнение сточными водами и мусором.</li> <li>4. Загрязнение бытовыми стоками</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В пределах водоохранной зоны запрещается обустройство стоянок отряда.</li> <li>2. В водоохраных зонах запрещаются: складирование древесины, мусора и отходов производства, стоянка, заправка топливом, мойка и ремонт тракторно-вездеходной техники, земляные работы.</li> <li>3. В пределах водоохранной зоны запрещается обустройство стоянок отряда.</li> <li>4. В водоохраных зонах запрещаются: складирование древесины, мусора и отходов производства, стоянка, заправка топливом, мойка и ремонт тракторно-вездеходной техники, земляные работы.</li> </ol>

Загрязнителями атмосферы на участке работ являются:

1. Токсичные продукты сгорания дизтоплива и бензина в ДВС технологического оборудования и транспортных средств;
2. Продукты сжигания дров (зола, оксиды углерода, азота).

Загрязнителями поверхностных вод являются хоз./бытовые стоки жилого комплекса и смыв атмосферными осадками нарушенного ПРС и разлитых ГСМ.

Для уменьшения объема вредных выбросов в атмосферу при работе ДВС предусматривается рациональное использование транспортных средств и оборудования с ДВС, а так же производилась тщательная регулировка топливной аппаратуры.

Загрязнителями поверхностных вод являются хоз./бытовые стоки жилого комплекса и смыв атмосферными осадками нарушенного ПРС. Вода потребляется только для хозяйственно-бытовых нужд.

Для транспортировки грузов в максимальной степени используются ранее проложенные дороги. После окончания работ, при необходимости, производится планировка поверхности для создания условий естественного лесовосстановления. Со всем персоналом производится инструктаж по пожарной безопасности.

Лесопорубочные остатки используются для топки печей или сжигаются в пожаробезопасный период. После завершения работ площадки очищаются от мусора.

### **8.3 Чрезвычайные ситуации и меры борьбы**

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [13].

ЧС делятся на две группы: техногенные и природные.

Техногенные ЧС, в свою очередь, включают в себя: транспортные аварии (катастрофы); пожары, взрывы, угроза взрывов; аварии с выбросом хим. веществ, радиоактивных веществ, биологически опасных веществ; гидродинамические аварии; внезапное обрушение зданий, сооружений; аварии на электроэнергетических системах; аварии на промышленных очистных сооружениях и аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения.

Учитывая климат, растительность и человеческие факторы, лесные пожары, на данный момент, являются наиболее частым случаем при проведении, как и геолого- разведочных работ в целом, так и геофизических работ в частности.

Лесные пожары – наиболее распространенная природная опасность для данной территории. Они приносят колоссальные убытки и порой приводят к человеческим жертвам. Лесные пожары – это неконтролируемое горение растительности, стихийно распространяющееся по лесной территории. При сухой погоде и ветре охватывают значительные пространства. При жаркой погоде, если дождей не бывает в течение 10 дней, лес становится настолько сухим, что любое неосторожное обращение с огнем вызывает пожар, быстро распространяющийся по лесной территории. В 90 – 97 случаях из 100 виновниками возникновения пожара оказываются люди, не

проявляющие должной осторожности при пользовании огнем в местах работы и отдыха. Доля пожаров от молний составляет не более 2% от общего количества.

Лесные пожары классифицируются по характеру возгорания, скорости распространения и размеру площади, охваченным огнем.

По характеру горения лесные пожары бывают в виде:

- отдельных пожаров, рассредоточенных по времени и по площади;
- массовых пожаров, т.е. отдельных пожаров, возникающих одновременно;
- сплошных пожаров, характеризующихся быстрым развитием и распространением огня, наличием высокой температуры, задымленности и загазованности;
- огненного шторма, или особо интенсивного пожара, в зоне сплошного пожара. В его центре возникает восходящая колонна в виде огненного вихревого столба, куда устремляются сильные ветровые потоки. Огненный шторм потушить практически невозможно.

По месту распространения лесные пожары подразделяются на:

- низовые, при которых горят сухой торфяной покров, лесная подстилка, валежник, кустарник, молодой лес;
- верховые, когда горит лес снизу до верху или кроны деревьев. Огонь движется быстро, искры разлетаются далеко. Верховой пожар обычно развивается от разряда молнии или низового пожара;
- торфяные (подпочвенные), когда беспламенно горит торф на глубине.

По скорости распространения огня низовые и верховые пожары подразделяются на устойчивые и беглые. Слабый низовой пожар распространяется со скоростью не более 1 м/мин., средний – от 1 до 3 м/мин., сильный – свыше 3 м/мин. Верховой пожар имеет скорость гораздо большую: слабый – до 3 м/мин., средний – до 100 м/мин., сильный – свыше 100 м/мин. Поскольку интенсивность горения зависит от состояния запаса горючих материалов, степени их горючести, уклона местности, времени суток и особенно силы ветра, при одном и том же пожаре скорость распространения огня на лесной территории может значительно различаться.

По площади, охваченной огнем, лесные пожары подразделяются на шесть классов (табл.8.5).

Как показывает опыт, в борьбе с лесными пожарами большое значение имеет фактор времени. От обнаружения лесного пожара до принятия решения по его ликвидации должно затрачиваться минимальное время. При этом важнейшей задачей является организация и подготовка сил и средств пожаротушения.

При тушении крупных пожаров необходимо максимально использовать уже имеющиеся в лесу рубежи и преграды, а также учитывать различную горимость окружающих пожар участков, оперативно маневрировать силами и средствами, сосредоточивая их в первую очередь на умело выбранных "ключевых позициях", отрезая огню путь в наиболее опасные в пожарном отношении и

ценные насаждения. Крупные пожары обычно действуют на фоне вспышки большого количества меньших по размеру пожаров.

Способы и технические средства при тушении пожара:

- захлестывание огня по кромке пожара ветками;
- засыпка кромки пожара грунтом;
- прокладка на пути распространения пожара заградительных и минерализованных полос (канав);
- пуск отжига (встречного низового и верхового огня);
- тушение горящей кромки водой;
- применение химических веществ;
- искусственное вызывание осадков из облаков.

Таблица 8.5

*Классификация лесных пожаров по площади, охваченной огнем.*

Класс лесного пожара	Площадь, охваченная огнем, га
Загорание	0,1 – 0,2
Малый пожар	0,2 – 2,0
Небольшой пожар	2,1 – 20
Средний пожар	21 – 200
Крупный пожар	201 – 2000
Катастрофический пожар	Более 2001

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

Подготовка профилей для геофизических работ должна выполняться с соблюдением требований действующих "Правил по технике безопасности на топографо- геодезических работах" (ПТБ-88) [15].

*Электроразведочные работы.* При работах с источниками опасного напряжения персонал должен иметь квалификационную группу по электробезопасности, определяемую действующими отраслевыми положениями.

Наличие, исправность и комплектность диэлектрических защитных средств, а также блокировок, кожухов и ограждений, средств связи между оператором и рабочими на линиях должны проверяться лично руководителем работ на объекте ежедневно перед началом работ.

Работа с источниками опасного напряжения (включение их и подача тока в питающие линии и цепи) должна производиться при обеспечении надежной связи между оператором и рабочими на линиях. Все технологические операции, выполняемые на питающих и приемных

линиях, должны проводиться по заранее установленной и утвержденной системе команд сигнализации и связи, с которой каждый работник должен быть ознакомлен.

Запрещается передавать сигналы путем натяжения провода.

В случае обоснованного изменения в ходе работы систем (схем, режимов и т.п.), руководитель работ на объекте должен ознакомить с изменением всех исполнителей.

Корпуса генераторов электроразведочных станций и другого электроразведочного оборудования должны быть заземлены в соответствии с требованиями раздела 9 "Электротехнические работы" настоящих Правил [17].

Источники опасного напряжения в населенной местности должны охраняться; в ненаселенной - допускается оставлять их без охраны, но при этом они должны быть ограждены и обозначены предупредительными знаками.

По ходу проложенных линий, подключаемых к источникам опасного напряжения, у питающих электродов, расположенных в населенных пунктах, в высокой траве, камышах (кустарнике и т.д.), должны выставляться предупредительные знаки "Под напряжением, опасно для жизни!".

Места установки заземлений следует ограждать, если они не охраняются и подключаются к источникам опасного тока. Расстояние от ограждения до ближайшего электрода должно быть не менее 3 м. Включение источников питания должно производиться оператором только после окончания всех подготовительных работ на линиях. Оператор должен находиться у пульта управления до конца производства измерений и выключения источников питания.

Работая на линиях и заземлениях, необходимо:

а) производить монтаж, демонтаж и коммутации только после получения команды от оператора;

б) отходить от токонесущих частей установок на расстояние не менее 3 м перед включением источника тока;

в) использовать при проверке на утечку путем поочередного отключения питающих электродов напряжение не выше 300 В в сухую и 100 В - в сырую погоду; держать поднимаемый конец провода только за изолирующий корпус вилки (фишки, штепсельного разъема) в диэлектрических перчатках;

г) располагать "телефонный" электрод не ближе 3 м от ближайшего питающего электрода; переключать линию с рабочего положения на "телефон" только после соответствующей команды оператора; подключать телефонный аппарат (при "подслушивании") только к крайним электродам контура заземления;

- д) оборудовать концы проводов, идущих к источникам тока гнездами, а идущих к "потребителю" (заземлению либо другой части установки) - вилками;
- е) подключать к питающей линии только полностью смонтированный контур заземления;
- ж) не допускать соприкосновения или скручивания питающих линий друг с другом или с измерительными линиями;
- з) использовать только стандартные коммутационные изделия.

Номинальное напряжение разделительного конденсатора в телефонном аппарате должно быть минимум вдвое, а пробивное - вчетверо выше используемого рабочего напряжения. При работах с токами выше 5 А в питающей линии использовать последнюю для телефонной связи запрещается - в этом случае должна прокладываться специальная телефонная линия.

У заземлений питающей линии должно находиться не менее двух человек. Допускается нахождение одного рабочего в случаях:

- а) нахождения его в пределах прямой видимости оператора;
- б) использования безопасного источника тока.

*Магниторазведочные и радиометрические работы.* При использовании для перемещения по профилю (маршруту) автомобильного транспорта, на пунктах

наблюдений геофизические приборы должны устанавливаться с правой стороны по ходу транспортного средства, за пределами проезжей части дороги.

При обращении с источниками ионизирующих излучений следует руководствоваться требованиями "Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности СП 2.6.1.2612-10" [18].

Работа в открытых горных выработках (радиометрическое опробование, отбор образцов пород и т.д.) должна выполняться в соответствии с требованиями, изложенными в разделах 6 "Горноразведочные работы" и 7 "Опробовательские работы" настоящих Правил [20].

#### **Специальные нормы трудового законодательства**

В компании ООО «Геосервис», предусмотрен вахтовый график работы. Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере по сравнению с тарифными ставками (Статья 147 ТК РФ) [23].

Согласно статье 168.1 ТК РФ, работникам, работающим в полевых условиях, работодатель возмещает: расходы по проезду; расходы по найму жилого помещения; дополнительные расходы, связанные с проживанием вне места постоянного жительства (суточные, полевое довольствие) и т.д. Размеры и порядок возмещения указанных расходов могут также устанавливаться трудовым договором [24].

На работах с вредными или опасными условиями труда, работникам бесплатно выдаются, прошедшие обязательную сертификацию, специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (Статья 221 ТК РФ) [25].

В компании для работников, работающих вахтовым методом предусмотрен отпуск в 40 календарных дней. Раз в два года оплачивают в 100% объеме дорогу до места отпуска и обратно. Предоставляется лечения в санаториях относящиеся к компании.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были запроектированы поисково-оценочные работы в пределах Раздолинского узла на участке Змеиный, комплексом геофизических методов, в составе магниторазведки, электроразведки ВП и гамма-спектрометрии. Период проведения работ запланирован на летний полевой сезон 2018 года. Необходимость проектирования работ заключается в обнаружении новых месторождений золотоносного оруденения и сопутствующих полезных ископаемых. На стадии интерпретации данных необходимо дополнить полученную информацию геологической изученностью района работ и имеющимися данными по Попутинскому месторождению, т.к. это месторождение является прямым фактором для обоснования работ, ввиду схожей геологической и геофизической обстановками на месторождении и проектируемом участке.

Результатом проведенных работ на данной территории должны стать карты магнитного поля, кажущегося УЭС, угла сдвига фазы, распространения радиоактивных веществ (K, U, Th), а также схема результатов комплексной интерпретации геофизических данных.

Проект дополняется расчетами экономической части (подсчет итоговой сметной стоимости работ). Также были рассмотрены условия и приведены нормы обеспечения безопасности на объекте, рекомендуемые в соответствии с государственными стандартами Российской Федерации.

По результатам проделанной выпускной работы были изучены принципы проектирования наземных геофизических работ и, непосредственно, выбор самого комплекса для проведения данных работ, применяемые на сегодняшний день инженерами-геофизиками.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### А. Опубликованная

- 1) Соболев И. С. Гамма-спектрометрическая съемка при поисках месторождений полезных ископаемых / И. С. Соболев // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : материалы V Международной конференции, 13-16 сентября 2016 г., г. Томск. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — [С. 593- 596].
- 2) Магниторазведка: справочник геофизика/ под ред. Никитского В.Е., Глебовского Ю.С. М.; Недра, 1990.- 470 с.
- 3) Техника безопасности при геологоразведочных работах. Коллектив авторов. Л.; Недра, 1970. 264 с.
- 4) Жданов М.С. Электроразведка. Учебник для вузов. Недра, Москва, 1986 г., 316 стр.
- 5) Якубовский Ю.В., Ренард И.В. Электроразведка. Учебник. — М.: Недра, 1991. — 358 с.
- 6) Горбачев Ю.И., Калинин А.В., Попов М.Г., Селиверстов Н.И., Хмелевской В.К., Шевнин В.А. Геофизические методы исследований. Учебное пособие для геофизических специальностей вузов. КГПУ, Петропавловск-Камчатский, 2004 г., 227 стр.
- 7) Михайлов Г.Н., Юргенс И.Р., Яговкин Б.В. Руководство по методу вызванной поляризации. Л., «Недра», 1973. 168 с.
- 8) Комаров В.А. Электроразведка методом вызванной поляризации. 2-е изд., перераб. и доп. Л., «Недра», 1980. 391 с.
- 9) Кири П., Брукс М. Введение в геофизическую разведку: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 382 с., ил.

### Б. Фондовая

- 1) Проект на проведение работ по объекту «Поисково-оценочные работы на никель и МПГ в пределах Барбитай-Ийского рудного района (Восточный Саян, Иркутская область)». Книга I. Геолого-методическая часть. 162 с. ФГУНПП «Иркутскгеофизика». Иркутск, 2008.
- 2) Отчет о результатах работ по проекту «Оценочные работы на медно- никелевые руды и благородные металлы на Кингашском месторождении (Отчет с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2003 г. по контракту с ГУ "ЦРПЭП" №2/99 от 08 июля 1999 г.)». Книга 1. Текст отчета. 152 с. АО «Красноярскгеология». Красноярск, 2002.

3) Орехов А.Н. Отчет о результатах работ по проекту «Комплексные геофизические работы масштаба 1:10000 на Кингашском платино-медно-никелевом месторождении». 46 с. ООО «Гео Сервис». Томск, 2007.

4) Орехов А.Н. Отчет о результатах работ по проекту «Комплексные наземные геофизические работы на Ийско-Тагульской площади в 2010 году». 152 с. ООО «Гео Сервис». Томск, 2010.

#### В. Нормативная

1) ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

2) ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

3) ГОСТ 12.1.030-81. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

4) ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

5) ГОСТ 12.2.062-81. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные.

6) ГОСТ 12.4.125-83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.

7) ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

8) ОСПОРБ-99/2010. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.

9) ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

10) СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

11) СНиП 21-01-97. "Пожарная безопасность зданий и сооружений".

12) СНиП 23-05-95. "Естественное и искусственное освещение".

13) ГОСТ 12.1.006-84. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

14) ГОСТ Р 2.2.2005-06. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

15) СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

16) СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

17) ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

18) ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.

19) ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Термины и определения.

20) Правила безопасности при геологоразведочных работах ПБ 08-37-93.

21) ПТБ-88. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах.

22) СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.

23) РМГ 78-2005 ГСИ. Излучения ионизирующие и их измерения.

Термины и определения.

24) СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности. НРБ-99/2009.