

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

Институт природных ресурсов
Специальность 21.05.03 Технология геологической разведки
Специализация Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных
ископаемых
Кафедра геофизики

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Комплекс геофизических методов для поисков медно-никелевого оруденения Кингашского типа в пределах Ийско-Тагульской площади (Восточный Саян)

УДК 553.43'481:550.83(235.223)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
222Б	Каленков Сергей Игоревич		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Геология»

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

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Кочеткова О.П.			

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Лукин А.А.	К.Г.-М.Н.		

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения
<i>Универсальные компетенции</i>	
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
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P4	Идентифицировать, формулировать, решать и оформлять профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий
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»**

Институт природных ресурсов
Специальность 21.05.03 Технология геологической разведки
Специализация «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых»
Кафедра геофизики

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) _____
(Дата) Лукин А.А.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
222Б	Каленкову Сергею Игоревичу

Тема работы:

Комплекс геофизических методов для поисков медно-никелевого оруденения Кингашского типа в пределах Ийско-Тагульской площади (Восточный Саян)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	27.02.2017, № 1308/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

Материалы преддипломной геофизической практики, пройденной на предприятии ООО «Гео Сервис», а также опубликованная литература по теме проекта.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

Географо-экономический очерк района работ и его краткая геолого-геофизическая изученность. Геологическое строение района. Анализ основных результатов геофизических работ прошлых лет.

Выбор участка работ. Составление априорной ФГМ объекта поисков. 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)

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Геологическая часть	Доцент Кныш С.К.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старший преподаватель Кочеткова О.П.
Социальная ответственность	Ассистент Задорожная Т.А.

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

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	06.02.2017
---	------------

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
222Б	Каленков Сергей Игоревич		

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

Институт природных ресурсов
 Специальность 21.05.03 Технология геологической разведки
 Специализация Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных
 ископаемых
 Уровень образования _____
 Кафедра геофизики
 Период выполнения _____ весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

дипломный проект

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
...
...

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Геофизики	Лукин А.А.	к.г.-м.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 121 с., 20 рис., 21 табл., 37 источников.

Ключевые слова: Иркутская область, Ийско-Тагульская площадь, медно-никелевое оруденение, магниторазведка, электроразведка ВП, гамма-спектрометрия, съемка, интерпретация.

Объектом исследования являются мафит-ультрамафитовые интрузии и массивы алхадырской свиты раннего палеозоя.

Цель работы – проектирование работ на поиски медно-никелевого оруденения в пределах Ийско-Тагульской площади (Восточный Саян).

В процессе исследования проводились сбор и анализ геолого-геофизических материалов, выбор методов для проведения поисковых работ, составление проектно-сметной документации.

В результате исследования был выбран участок для проведения полевых работ комплексом методов, составлена априорная ФГМ объекта работ, выбрана методика и техника полевых работ, а также способы обработки и интерпретации геофизических данных.

В специальной части дипломного проекта рассмотрен вопрос о целесообразности внедрения в комплекс геофизических методов дополнительного метода для увеличения эффективности проводимых работ.

В будущем планируется проведение поисковых геофизических работ западнее и исследуемого участка для выявления медно-никелевого оруденения.

ESSAY

Graduation qualification work 121 pages, 20 pictures, 21 tables, 37 sources.

Keywords: Irkutsk region, Iisko-Tagulsk area, cupronickel mineralization, magnetic survey, geoelectric survey, gamma spectrometry, surveying, interpretation.

The object of research is mafite-ultramafite intrusions and massives of alkhadyr suite of early Paleozoic.

The purpose of work is to develop work system to find cupronickel mineralization in terms of Iisko-Tagulsk areas (East Sayan).

During the research process, there were collected and analyzed geologyco-geophysical materials, also was chosed the methods of searching works and composing design estimate documentation.

The findings of study were used to choose the area for fieldworks with a complex of methods, were created a prior FGM of objects of works, also was chosed the procedure of fieldworks and hardware for it, and the ways to analyze and intepretate the geophysical matters.

In Special part of my graduation work there were raised question about the possibility of adding other methods in complex of geophysical methods to increase the effectivity of fieldwoks.

In future there will be managed searching fieldworks in west of current area to find new cupronickel mineralization.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ВП – вызванная поляризация

ГС – геологическая съемка

МНР – Министерство природных ресурсов

МПГ – металлы платиновой группы

ЕП (ЕЭП) – естественное (электрическое) поле

ВЭЗ – вертикальное электрическое зондирование

СЭП – симметричное элетропрофилирование

МПП – метод переходных процессов

ЗС – зондирование становлением поля

УЭС – удельное электрическое сопротивление

ФГМ – физико-геологическая модель

ЕРЭ – естественные радиоактивные элементы

МВС – магнитовариационная станция

КП – контрольный пункт

СГ – установка срединного градиента

ГПСМП – провод для геофизических исследований с мультипроволочной жилой из стальных и медных проволок с эмалированной и теплостойкой изоляцией

РКП – портативный радиометр-концентратометр

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ	2
ЗАДАНИЕ на выполнение ВКР	3
РЕФЕРАТ	6
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	8
ОГЛАВЛЕНИЕ	9
СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ	12
ВВЕДЕНИЕ	13
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	14
1.1. Географо-экономический очерк района работ.....	14
1.2. Краткая геолого-геофизическая изученность	17
1.2.1. Геологические исследования.....	17
1.2.2. Геофизические исследования	22
2. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ	26
2.1. Стратиграфия	26
2.2. Магматизм.....	28
2.3. Тектоника	34
2.3.1. Пликативная тектоника	34
2.3.2. Разрывная тектоника.....	39
2.4. Полезные ископаемые.....	42
3. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАННЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	50
4. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	60
4.1. Обоснование объекта исследования	60
4.2. Физико-геологическая модель объекта исследования и задачи геофизических исследований.....	62
4.3. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса	64
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ	66

5.1. Методика и техника полевых работ	66
5.1.1. Геофизические работы	66
5.1.2. Топогеодезические работы	68
5.1.3. Метрологическое обеспечение работ	69
5.2. Интерпретация геофизических данных	71
6. ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В КОМПЛЕКС ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПОИСКА МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ОРУДЕНЕНИЯ	72
6.1. Теоретические сведения о методе	73
6.2. Аппаратура, используемая при измерениях МПП	75
6.3. Методика и техника работ МПП	78
6.4. Обработка и интерпретация данных МПП	80
6.5. Практическое применение метода при поисках полиметаллических руд	82
7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	86
7.1. Виды и объемы проектируемых работ	86
7.2. Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования	87
7.2.1. Расчет затрат времени	87
7.2.2. Расчет затрат труда	89
7.2.3. Расчет затрат основных средств	90
7.3. Смета	92
7.3.1. Сметные расчеты по видам работ. Расчёт суммы основных расходов по видам работ	92
8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ В ОРГАНИЗАЦИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ	95
8.1. Производственная безопасность	95
8.1.1. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению	97
8.1.2. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению	105
8.2. Экологическая безопасность	109
8.3. Чрезвычайные ситуации и меры борьбы	111
8.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	114

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	117
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	118

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Рис. 1.1 Схема расположения площади работ. Масштаб 1 : 2500000	16
Рис. 1.2 Схема геологической изученности Барбитай-Ийского рудного узла	19
Рис. 1.3 Картограмма геофизической изученности.....	24
Рис. 1.4 Картограмма геофизической изученности (гравиразведка).....	25
Рис. 2.1 Геологическая карта Ийско-Хунгинского междуречья. Масштаб 1 : 100000.....	27
Рис. 2.2 Геологический план участка Желос. Масштаб 1 : 10000	30
Рис. 2.3 Структурная схема Бирюсинской глыбы в	36
Ийско-Хунгинском междуречье (составил А.Салаев).....	36
Рис. 2.4 Геологическая карта Ийско-Барбитайского междуречья. Масштаб 1 : 50000	40
Рис. 2.5 Схема металлогенического районирования.....	43
Ийско-Хунгинского междуречья.	43
Рис. 3.1 Схема расположения участка оценочных работ на медно-никелевые руды и благородные металлы на Кингашском месторождении	51
Рис. 3.2 План изолиний приращения полного вектора индукции магнитного поля (ΔT). Масштаб 1 : 5000	56
Рис. 3.3 План изоом кажущегося удельного электрического сопротивления (ρ_k). Масштаб 1 : 5000.....	57
Рис. 3.4 План изолиний угла сдвига фазы ($\Delta\varphi_k$). Масштаб 1 : 5000.....	58
Рис. 3.5 Схема результатов комплексной интерпретации наземных геофизических и литохимических данных. Масштаб 1: 5000	59
Рис. 4.1 Карта аномального магнитного поля (ΔT_a) Бирюсинской глыбы.....	61
Рис. 4.2 Физико-геологическая модель медно-никелевого объекта для Восточного Саяна (по результатам анализа геофизических данных по Кингашскому месторождению).....	64
Рис. 6.1 Общий вид аппаратуры TEM-FAST 48НРС без приёмо-передающих контуров....	76
Рис. 6.2 Результаты съемки МПП при поисках медно-колчеданных объектов	79
Рис. 6.3 Разрезы по профилям 1 – 3. МПП при поисках полиметаллических руд.....	84
Рис. 6.4 Разрезы по профилям 4 – 5. МПП при поисках полиметаллических руд.....	85

ВВЕДЕНИЕ

В недрах России сосредоточено 25% мировых запасов и ресурсов никеля; основная часть их находится на севере Красноярского края, в Мурманской области, на Среднем и Южном Урале, то есть в районах действующих добывающих и перерабатывающих предприятий.

Основу минерально-сырьевой базы кобальт-никелевой промышленности России составляют сульфидные медно-никелевые месторождения Норильского района, где основным объектом разработки в последние годы являются богатые руды с содержанием никеля 3.12-3.65%, кобальта – до 0.1%. Интенсивная отработка богатых руд приведет к исчерпанию их запасов через 20 лет.

Ранее считалось, что вероятность обнаружения в России новых крупных месторождений крайне невелика.

В последние годы стали интенсивно проводиться поисковые и разведочные работы на юге Сибирской платформы. Была открыта перспективная никеленосная провинция в пределах Канской глыбы (юг Красноярского края), в разведке находится Кингашское медно-никелево-платиновое месторождение.

В Восточном Саяне, перспективной для открытия медно-никелево-платиновых объектов, является Бирюсинская глыба. Известные на территории Иркутской области сульфидные платиноидно-никелевые проявления связаны ультрамафитами. Подобные базит-гипербазиты в виде тел различных размеров и формы от дайкообразных до лополито- и штокообразных, развиты в Восточном Саяне достаточно широко и прослеживаются в северо-западном направлении от оз. Байкал до границы Иркутской области с Красноярским краем, образуя непрерывную зону шириной от 20 до 80 км. Максимальное насыщение ими наблюдается в междуречье Ия - Хунга и особенно в среднем течении р. Барбитай.

В пределах данных геологических структур на территории Иркутской области открыты проявления медно-никелево-платиновых руд Желосское и Токты-Ойское, установлены ряд перспективных рудных полей, входящих в состав Барбитай-Ийского рудного узла.

В связи с этим запланировано выполнение наземных геофизических работ на территории Ийско-Тагульской площади в летний полевой сезон 2017-2018 г.г. с целью обнаружения медно-никелевого оруденения.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Географо-экономический очерк района работ

Объект планируемых работ расположен в центральной части Восточного Саяна в междуречье Ии и Хунги, охватывая бассейны рек Правая Хайлама, Большой Токты-Ой и Малый Токты-Ой, Дергапсы, Желос, Мандрык, Барбитай, Эльдран и др.

Административно он относится к Нижнеудинскому и Тулунскому районам Иркутской области Сибирского федерального округа.

Ближайшими населенными пунктами являются п. Аршан, Икей, Ишидей, а также административные районные центры г. Нижнеудинск и Тулун.

В г. Нижнеудинск имеется аэропорт.

Экономически район освоен слабо. Местное население занимается оленеводством, промыслом пушного зверя, заготовкой кедровых орехов и лекарственно-технического сырья.

Непосредственно на намечаемой площади работ постоянного населения нет. Возможность найма рабочих на месте производства работ отсутствует. Связь с участком работ возможна только по тропам, немногочисленным транспортным пролазам и вертолетным транспортом.

Подбаза партии будет располагаться в пределах участка Токты-Ой в верховье рч. Пр. Хайлама. От г. Нижнеудинска грузы будут доставляться транспортом по действующей дороге до п. Ишидей длиной 100 км и далее по зимнику длиной 90 км (планируется строительство пролаза). По авиатрассе от г. Нижнеудинск до подбазы отрядов - 160 км.

Территория проектируемых работ расположена в центральной части Восточного Саяна. Площадь района относится к Казыро-Бирюсинскому пихтово-кедровому гольцово-горнотаежному геоботаническому округу. Для района характерен сильно расчлененный средне-высокогорный рельеф, с абсолютными отметками 1500-2000 м. Ландшафт - горнотаежный.

Относительные превышения колеблются в пределах 400-1200 м. Склоны гор до абсолютных отметок 1700-1800 м покрыты хвойным лесом. Водоразделы сглаженные, иногда заболоченные с повсеместно развитой вечной мерзлотой. Крутизна склонов варьирует от 10-20° до 40-60°.

До 95% площади задерновано, обнаженные участки приурочены к цоколям террас и бортам в долинах рек и ручьев. К водоразделам и склонам тяготеют крупноглыбовые элювиальные отложения. Мощность элювиально-делювиальных отложений 2-6 м.

Весь участок находится в зоне 10 категории проходимости. Обнаженность – I категории – 80%, II категории 20%.

Большинство рек характеризуется порожистым бурным течением. Основные водотоки Ия, Барбитай. Ширина рек до 100-150 м, продольный профиль крутой. Тальвеги рек в большинстве случаев прямолинейные, форма долин асимметричная, продольный профиль крутой. Ширина рек достигает до 5 м, средняя глубина в меженный период 0,5 м, в период паводков и ливней достигает 1-6 м.

Малый расход воды в притоках, малые глубины обуславливают их непригодность для водного транспорта. Передвижение по рекам возможно только на малогабаритных моторных лодках в среднюю и большую воду.

В поймах рек и на склонах отмечаются березовые рощи, заросли ивы, ольхи, с полянами, покрытыми густым травостоем, гольцовая часть лишена растительности.

Животный мир беден. Копытные представлены изюбром, кабаргой. Эпизодически встречаются лось, дикий кабан; хищники - волк, медведь, рысь. Промысловые пушные звери немногочисленны - белка, соболь, горностай, колонок. Из пернатых редко встречаются глухарь, рябчик. В реках водятся хариус, реже ленок.

Климат района резко континентальный, с коротким дождливым летом и довольно суровой продолжительной малоснежной зимой. Минимальная температура достигает в январе минус 35°C, максимальная в июле - плюс 30°C. Среднегодовая температура -4°C. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 500-600 мм.

Многолетняя мерзлота отмечается почти повсеместно на склонах северной экспозиции и водоразделах, сезонное промерзание происходит на глубину до 3-х м.

Ущерб животному и растительному миру от ведения геологоразведочных работ будет связан с проведением дорог-пролазов по маршруту Икей (Ишидей) – Барбитай.



Рис. 1.1 Схема расположения площади работ. Масштаб 1 : 2500000

1.2. Краткая геолого-геофизическая изученность

1.2.1. Геологические исследования

В 1950 г. вся площадь проектных работ и сопредельные территории покрыты ГС-200 Саянской экспедицией ВСЕГЕИ (Додин А.Л.).

В период 1954 – 1971 гг. проводится полистная геологическая съемка масштаба 1:200 000, а на наиболее перспективных участках поисковые и геолого-съёмочные работы масштаба 1:50 000 (рис.1.2).

Преимуществами ГС-200 по сравнению с предыдущими исследованиями явились планомерность, комплексность, практически одновременный охват значительной площади Восточного Саяна и Присаянья, что способствовало однозначному решению многих вопросов с возможностью тщательного анализа материалов работ предыдущих исследований.

В этот период была составлена сводная геологическая карта масштаба 1:200 000 Восточно-Саянской серии (в пределах Иркутской области) под руководством Широбокова И.М., металлогеническая карта Саяно-Байкальской горной области (Ткалич С.М., Ключанский Н.Г., 1966 г.), проведено ландшафтно-геохимическое районирование Восточного Саяна (Мясников А.Л., Юдин В.Н., 1965г.) и осуществлена систематизация материалов геохимических поисков по Восточному Саяну (Немчин А.Н., Лохтина И.М., 1966 г.). В процессе данных работ были обобщены все материалы геологических исследований, проведенных ранее.

В период 1961-1980 гг. на наиболее перспективных площадях проводилась геологическая съемка и поиски масштаба 1:50 000 (ГС-50), а также поисково-оценочные работы на рудопроявлениях и месторождениях. Много уделяется внимания поискам полезных ископаемых. Были выявлены перспективные рудопроявления и месторождения: Зашихинское и Снежное редких металлов, золоторудная зона в Монкрес-Хайламинском районе, Калгинский участок редкометальных пегматитов и др. В пределах Бирюсинского разлома установлены полевошпатовые метасоматиты как потенциально-перспективные на тантало-ниобиевое, редкометальное, бериллиевое и урановое оруденение.

Кузнецовым В.А. (1963-1965 гг.) впервые выполняется прогнозная оценка никеленосности основных и ультраосновных пород складчатого обрамления Сибирской платформы. Гипербазиты Восточного Саяна им отнесены к малоперспективным на никель. Основанием для этого послужил факт отсутствия в породах сульфидов никеля. Одновременно он относит базит-гипербазиты к перспективным на выявление хромитов и платиноидов.

Северо-западнее Барбитай-Ийского района Лавровым С. М. (1968-1970 гг.) выполняются поиски хромитов в пределах базит-гипербазитовых массивов в верховьях р. Малый Тагул и левобережью р. Уды, составляется прогнозно-металлогеническая карта на хромиты Восточного Саяна в пределах Иркутской области. При полевых исследованиях гипербазитов установлено широкое распространение в ультраосновных породах пентландита и никельсодержащего пирротина. В верховьях р. Малый Тагул выявлена также платиноидная минерализация в хромите, находящемся в ассоциации с пентландитом и пирротинном. На этом основании Лавров С.М. указывает на ошибочность выводов В.А. Кузнецова относительно никеленосности Восточного Саяна.

В пределах Барбитай-Ийского района и сопредельных площадях ГС-50 проводились под руководством В.Г. Огорокова (1980 г.), Ю.Л. Макеева (1971 г.).

В междуречье Барбитая и Ии, где широко развиты габброиды урдаокинского комплекса (нижний протерозой), ими откартированы крупные расслоенные массивы и интрузии основного/ультраосновного состава. В пределах данных интрузий был выявлен ряд проявлений никеля. Проявления представлены сульфидным халькопирит-пентландит-пирротинным оруденением в ультраосновных разностях пород.

Поисковые работы (детальные геологические маршруты и магниторазведка) были проведены лишь на участке Желос. Участок рекомендован под поисково-оценочные работы на никель, а площадь развития расслоенных интрузий - под поисковые работы на никель, медь, кобальт и хром.

Результаты ГС-50 позволили наметить ряд закономерностей в размещении полезных ископаемых, выработать рациональный комплекс методов для их поисков и оценки. В тоже время открытые рудопроявления горными работами и бурением не заверялись.

По результатам ГС-50 в междуречье Ии и Хунги были рекомендованы поиски никелевых месторождений, но вероятная благороднометалльная минерализация была игнорирована.

В 1970-80 гг. на территории Красноярского края на границе с Иркутской областью была выявлена уникальная по рудоносности Кингашская рудно-магматическая система, объединяющая вулканогенные комплексы Канского зеленокаменного пояса. Последовательные геологоразведочные работы в пределах системы привели к открытию никель-платинового Кингашского месторождения. Выявленные геолого-съёмочными работами на территории Восточных Саян в Иркутской области широкие поля мафит-ультрамафитовых пород, аналогичных таковым в Кингашской системе, уже не могли быть

проигнорированы. В тематических работах появляется осторожный прогноз по никеленосности Восточных Саян.

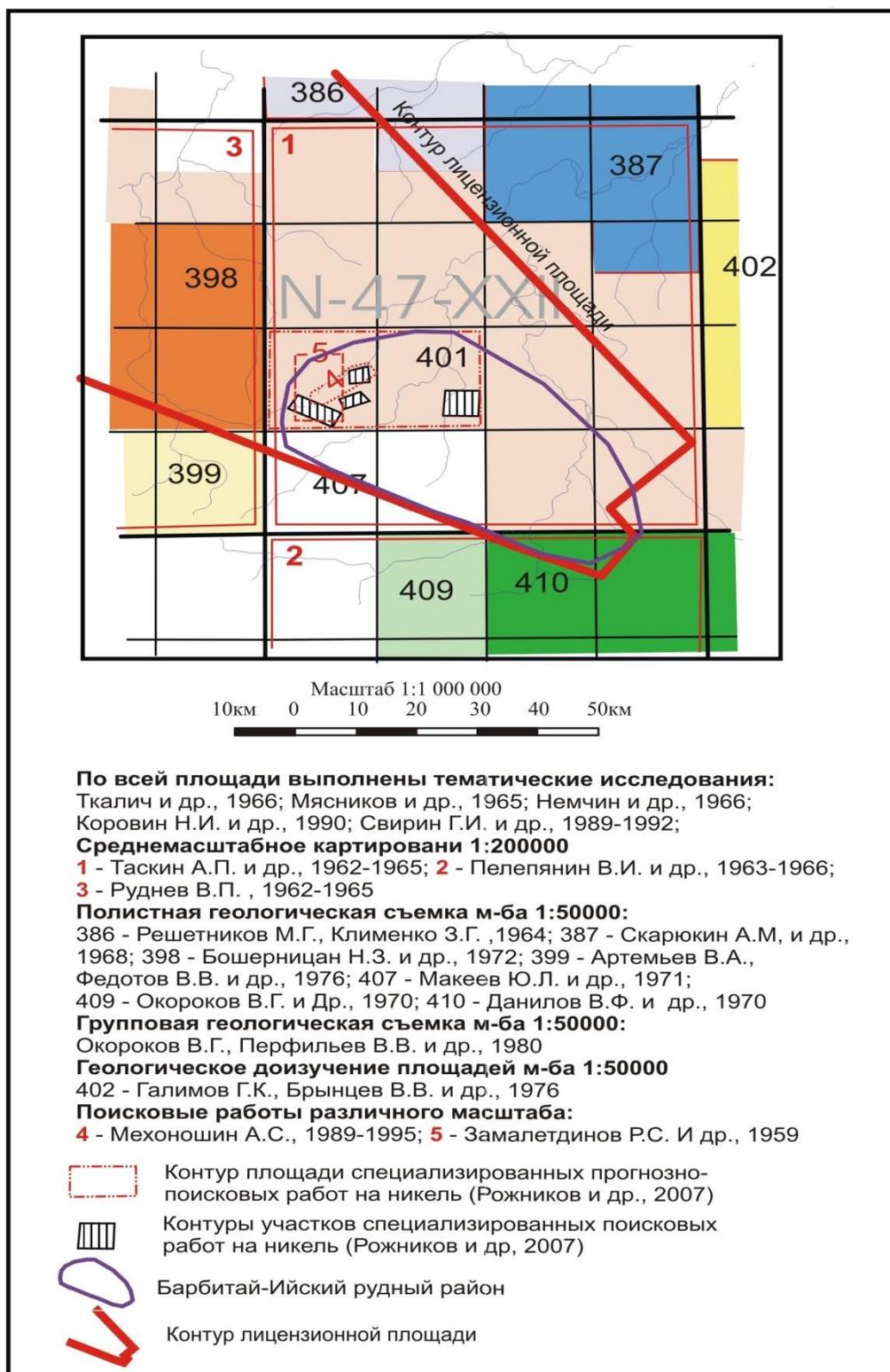


Рис. 1.2 Схема геологической изученности Барбитай-Ийского рудного узла

Констатируя вышеизложенное, можно отметить, что, несмотря на наличие к концу 1980-х годов достаточно большого количества критериев и признаков рудоносности

мафит - ультрамафитовых комплексов, большинство исследователей Восточного Саяна и Присяянья прогноза никеленосности не касалось.

В 1988 году кандидатом геолого-минералогических наук института Геохимии им. А.П. Виноградова (г. Иркутск) А.С. Мехоношиным на площади Орингольского железорудного проявления, где выполнялись геологоразведочные работы, выявлен массив габбро с признаками никеленосности. По его рекомендации в пределах массива Ангарской ГРЭ ПГО «Иркутскгеология» были проведены горно-буровые работы. В результате был установлен Малозадойский габброидный массив с вкрапленной сульфидной минерализацией (пирротин, пентландит). Кроме никеля в зонах сульфидизации установлены содержания платины до 0,5 г/т, палладия до 0,16 г/т и серебра до 1 г/т.

Это открытие явилось основанием для принятия Мингео СССР программы поисковых работ на никель в Восточном Саяне и Присяянье на период до 1995 года, прерванной, в связи с деструктивными процессами в СССР и геологической отрасли.

Обобщенные сведения по цветным и благородным металлам Восточного Саяна, в том числе по никеленосности, их критерии и признаки приведены Н.И. Коровиным (1990 г.). В 1989 году им была закончена работа по составлению металлогенических карт территории Бирюсинской глыбы, Колбинско-Удинской зоны, Дербинского блока, Ашкасотского и Утхумского прогибов масштаба 1: 200000 на цветные и благородные металлы в пределах Иркутской области. Отмечена приуроченность базит-гипербазитовых образований к крупным тектоническим швам, где они образуют протяженные (до 200 км) полосы сосредоточения магматических базитовых и гипербазитовых тел нескольких формаций. На никель наиболее перспективными определены габбро-норит-пироксенит-перидотитовая и пироксенит-перидотитовая формации.

На юге Восточной Сибири выделена Саянская никель-платиноидная провинция с учетом уже известной в Красноярском крае никель-платиноидной Кингашской рудно-магматической системы.

Свириным Г.И. (1989-1992 гг.), при участии Мехоношина А.С., выполняется тематическая работа – «Оценка перспектив никеленосности базит-гипербазитовых образований Восточного Саяна на 1989-1992 гг.», в которой практически на старом материале ГС-50 переинтерпретируются данные по никеленосности Восточных Саян.

К первоочередным, для изучения на никеленосность, отнесено междуречье Задой – Тойсук, расположенное вблизи Черемшанского рудопроявления никеля.

Впервые дается подсчет прогнозных ресурсов никеля по кат. Р2 + Р3 по Восточному Саяну – 347,5 тыс. т: в том числе по Иркутской (Шарыжалгайской)

металлогенической зоне кат. Р2 – 112,5 тыс. т, по Бирюсинской металлогенической зоне кат. Р2 – 135 тыс. т (Ийско-Кукшерский прогиб) и кат. Р3 – 100 тыс. т (Гутаро-Туманшетская площадь).

В 1990 году с целью планирования поисковых работ на никель выполнено рекогносцировочное обследование массива Токты-Ой в среднем течении р. Барбитай (Дурасов В.А.). В результате, в теле перидотитовых пород мощностью около 200 м и прослеженному по простиранию на 3 км установлена халькопирит-пентландит-пирротиновая минерализация с содержанием никеля 0,5-0,9%, меди до 0,11% и платиноидов до 2 г/т. Вот таким образом, медно-никелево-платиноидный состав сульфидных руд в ультрамафитах был подтвержден и для Барбитай-Ийского района.

В 1995 году институтом Геохимии (Мехоношин А.С.) и частично Ангарской ГЭ (Дурасов В.А.) проведено более широкое рекогносцировочное обследование Барбитай-Ийского района. Маршрутами изучено около 20 наиболее крупных тел ультрамафитов, отобрано более 400 штуфных проб. Результаты исследований обобщены в записке по платиноносности района, составленной А.С. Мехоношиным по договору 5/95 с Иркутской областной администрацией.

Данными исследованиями были открыты несколько рудопроявлений платины, палладия и золота, связанные с медно-никелевым оруденением в мафит-ультрамафитовых интрузиях. Установлена расслоенность последних и их медно-никелево-палладий-платиновая специализация, сопровождаемая часто золотом, иногда и серебром.

На основе вышеизложенных геологических данных геологами Ангарской экспедиции в МПР были даны обоснования выявления в районе месторождений никеля. После чего в МПР России 23.02.99 г. по Иркутской области предварительно апробированы по состоянию на 01.01.1998 г. прогнозные ресурсы никеля в количестве: по кат. Р2 – 500 тыс. тонн, Р3 – 500 тыс. т, всего Р2 + Р3 – 1000 тыс. тонн.

В период с 2005 по 2007 годы Ангарской геологической экспедицией ФГУНПП «Иркутскгеофизика» по государственным контрактам были проведены целенаправленные геологоразведочные работы на платино-медно-никелевые руды на площади Барбитай-Ийского рудоносного района (Рожников и др., 2007 г.). Выполнены прогнозно-поисковые и поисково-оценочные (не завершённые) работы в пределах Токты-Ойского массива, на Желосском и Мандрыкском массивах. В результате этих исследований установлены прямые признаки крупных скоплений платино-медно-никелевых руд в Токты-Ойском и Желосском массивах. Дан прогноз выявления крупных и средних месторождений никеля. Установлены признаки наличия этих руд в Дергапсинской, Левохайламинской и др.

интрузиях. По геолого-геофизическим данным предполагается широкое развитие «слепого» платино-медно-никелевого оруденения в Мандрюкском массиве.

Прогнозные ресурсы изученной площади Желосского рудного узла составили: никеля P1+P2 – 2590 тыс. т, меди P2 – 900 тыс. т, МПГ P2 – 600 т.

Таким образом, исходя из вышеизложенного, можно утверждать, что медно-никель-благороднометальная рудоносность мафит-ультрамафитовых образований урдаокинского магматического комплекса была доказана.

1.2.2. Геофизические исследования

Исследования геофизическими методами Восточных Саян начались в конце 1950-х годов. В 1958-59 гг. ВИМС (Гвоздев А.И. и др.) проводили работы по разработке методики аэрогеофизической съемки для поисков редкометальных месторождений (рис.1.3). Работы выполнялись с приборами АСГМ-25 и АСГ-48 в масштабе 1:50000 и 1:25000. В результате выявлен ряд магнитных и радиоактивных аномалий и зон, сделаны предварительные выводы об их природе, намечены перспективные в поисковом отношении площади.

В 1958-59 гг. площадь покрыта (рис. 1.3) аэромагнитной съемкой масштаба 1:200000 с прибором АЭМ-49 с целью тектонического районирования (Блюменгцвайг В.И. и др.). По результатам построены планы графиков ΔT .

В 1961-63 гг. Алыгжерской партией (Давыдов В.Ф., Барышев А.С.) выполнена аэрогеофизическая съемка масштаба 1:25000. Съемка проводилась по единой широтной системе маршрутов с более современной аппаратурой АСГ-45. В результате произведено районирование магнитного поля и его увязка со структурно-фациальными зонами, намечена металлогеническая специфика отдельных зон. Вместе с тем были и несоответствия в интерпретации полученных данных. В частности, не получили подтверждения крупноамплитудные сдвиги в Бирюсинской глыбе, была в дальнейшем доказана разновозрастность основных пород, включенных по геофизическим данным в один комплекс и т.д. Вероятно, эти работы являются первыми, при которых было обращено внимание на возможное выявление медно-никелевой минерализации на площади Барбитай-Ийского рудного района. Тогда, при наземных увязках полученных аэрогеофизических данных, было рекомендовано изучить ультраосновную интрузию в верховьях р. Желос.

С 1973 года в целях подготовки площади к проведению геологической съемки масштаба 1:50000 Мегетская экспедиция ТГУ «Иркутскгеология» проводит аэрогеофизическую съемку района в масштабе 1:50000 (Срывцев и др, 1973; Беломестных

и др., 1974). Работы проводились в вертолетном варианте приборами АСГ-48 и АСГ-48-М-2, магнитометром АММ-13. В результате была получена обширная и ценная информация о характере физических и радиогеохимических полей в районе проектных работ. В 1989 году Лесницкий В.Е. провел аэрогеофизические исследования в юго-восточной части площади работ. В результате этих исследований получены кондиционные магнитометрические карты, карты радиоактивности, содержания калия, урана, тория.

В 1974 году площадь охвачена гравиметрической съемкой масштаба 1:200000 (Сатин В.П., 1974, Саяпова Э.Г., 1986). Результаты работ были отражены на картах гравиметрических локальных аномалий Буге. В районе развития основных - ультраосновных интрузий на площади проектных работ выделены локальные гравитационные максимумы: Желосский и Мандрыкский. Поскольку контуры гравитационных максимумов значительно шире контуров закартированных с поверхности основных-ультраосновных массивов предполагается, что их основная масса является «слепыми».

В период с 2005 по 2007 годы Ангарской геологической экспедицией ФГУНПП «Иркутскгеофизика» (Рожников и др., 2007) были проведены прогнозно-поисковые работы на площади Барбитай-Ийского рудоносного района. В том числе, выполнены геофизические исследования на участках Желос, Мандрык, Токты-Ой, Дергапсы с применением следующих методов: магнитометрические измерения и электроразведочные работы методами ЕП, ВЭЗ-ВП, СЭП, МПП. Проведенными геофизическими методами выявлены линейные электрические и магнитные аномалии, связанные с сульфидоносными перидотитами урдаокинского комплекса, закартированы массивы ультрабазитов. Геофизическими методами уточнены контуры рудоносных перидотитов.

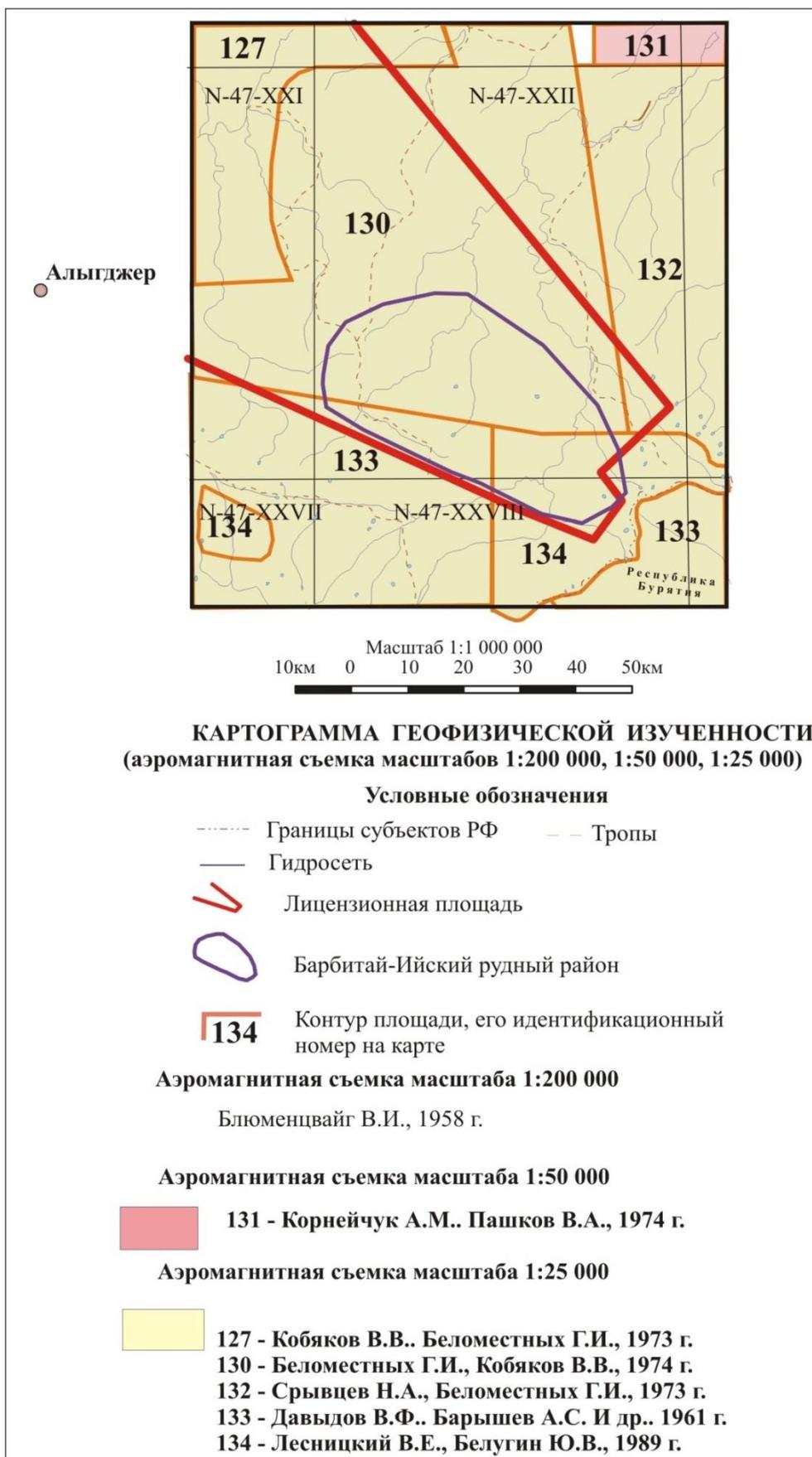


Рис. 1.3 Картограмма геофизической изученности

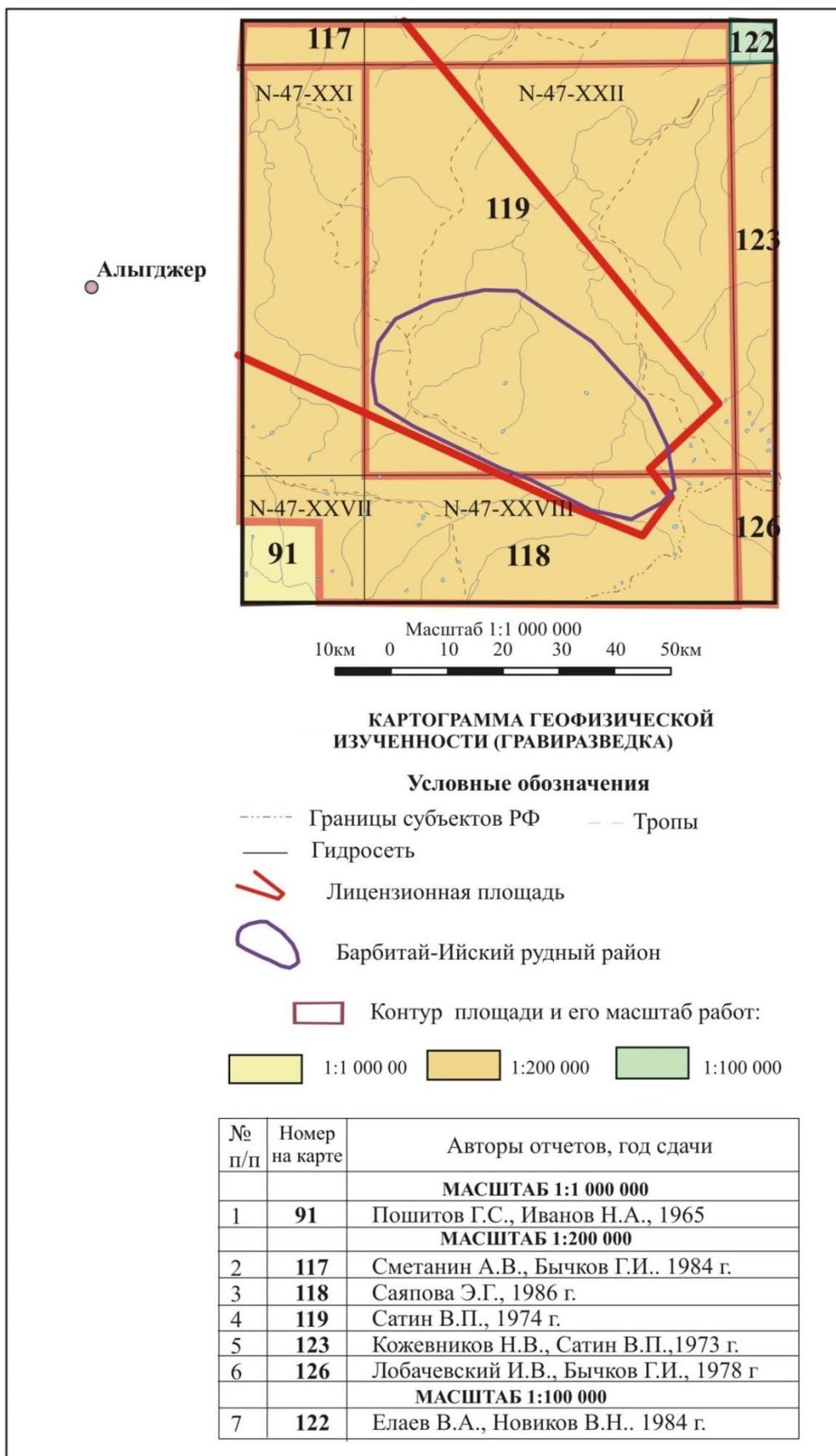


Рис. 1.4 Картограмма геофизической изученности (гравirazведка)

2. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

ИССЛЕДОВАНИЯ

Площадь работ расположена в пределах Бирюсинской глыбы и входит в состав Барбитай-Ийского рудного узла Бирюсинской минерагенической зоны специализированной на свинец, цинк, золото, никель платину, вольфрам, титан, железо.

Площадь работ находится в пределах Бирюсинской структурно-фациальной зоны и сложена раннеархейскими породами хайламинской толщи и раннепротерозойскими породами алхадырской свиты. Бирюсинская структурно-фациальная зона характеризуется длительным развитием и сложным складчато-блоковым строением.

2.1. Стратиграфия

На площади работ стратифицированные породы представлены образованиями хайламинской толщи (AR1 hl), алхадырской свиты (PR1 alh), неогеновыми платобазальтами и средне-верхнечетвертичными и современными аллювиальными отложениями. Поисковое значение имеет лишь алхадырская свита (вулканогенно-терригенно-карбонатная формация), так как является вмещающей для рудоносных мафит-ультрамафитовых интрузий и массивов (рис. 2.1).

Кроме того, в образованиях алхадырской свиты на сопредельных площадях известны стратиформные проявления колчедан-полиметаллических руд (проявление Ергожу, пирит-пирротинный минеральный тип).

Раннеархейская зонотема (AR₁)

Раннеархейские отложения представлены хайламинской свитой (AR₁ hl). Свита выходит на поверхность в северной, северо-восточной, восточной и центральной части территории. Отложения хайламинской свиты занимает достаточно большую часть исследуемого участка. Эти отложения представляют плагиогнейсы биотитовые, биотит-амфиболовые, амфиболовые, биотит-пироксеновые, двупироксеновые кристаллосланцы, амфиболиты.

Позднеархейская зонотема (AR₂)

Поздний архей представляет монкресская толща (AR_{2mn}). На поверхности толща проявляется в восточной части территории и занимает довольно малую площадь. Состав толщи: гнейсы, сланцы, кислые и основные метавулканиты, реже кварциты и кварцито-гнейсы.

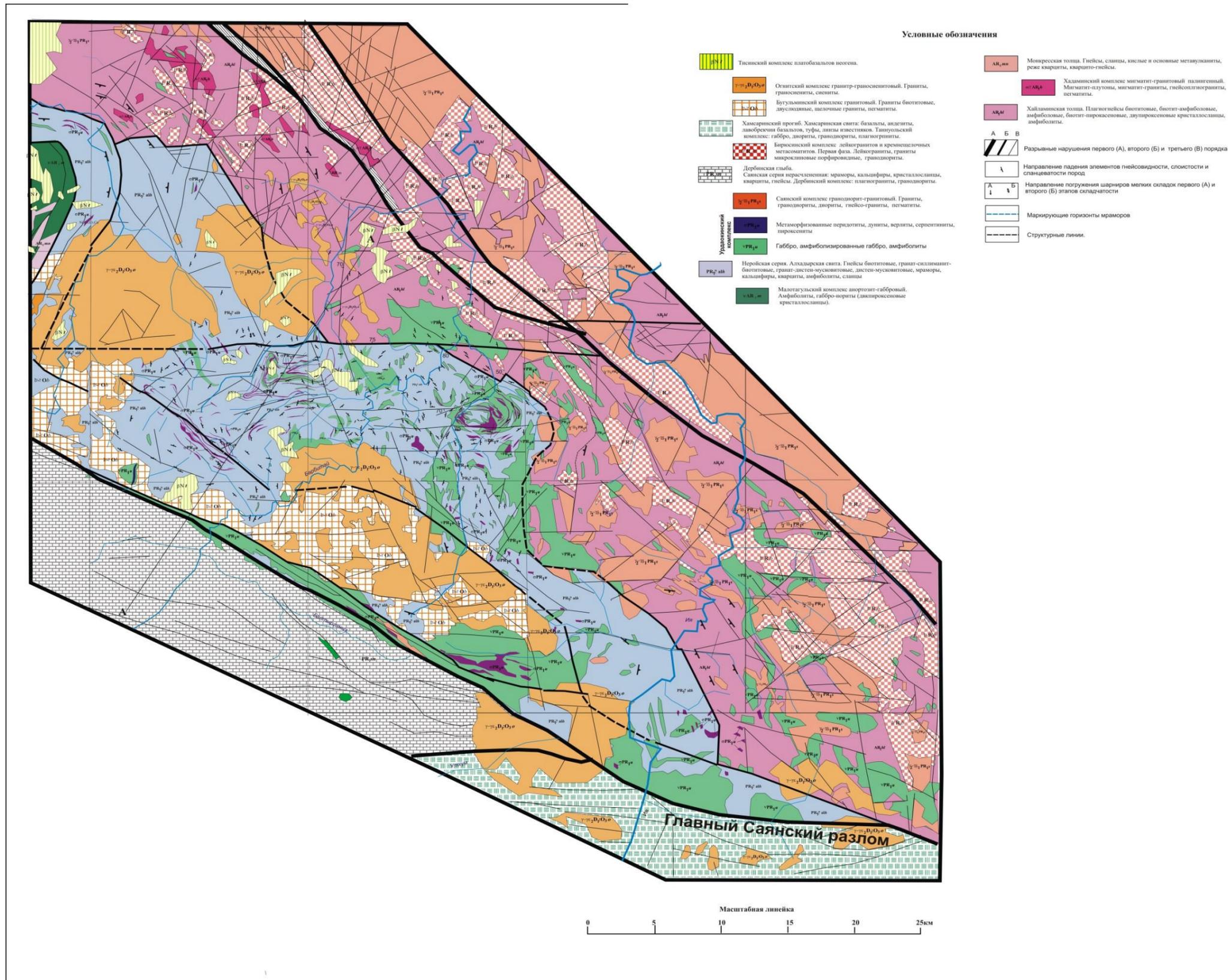


Рис. 2.1 Геологическая карта Ийско-Хунгинского междуречья. Масштаб 1 : 100000

Раннепротерозойская эонотема (PR₁)

На исследуемой территории раннепротерозойская эонотема представлена отложениями алхадырской свиты (PR₁ alh). Наиболее мощные отложения свиты, выходящие на поверхность, располагаются в центральной части территории и распространяются на северо-запад и юго-восток. Также, прослеживаются данные отложения и в южной части территории вплоть до главного Саянского разлома. Свита представлена гнейсами биотитовыми, гранат-силлиманит-биотитовыми, гранат-дистен-мусковитовыми, дистен-мусковитовыми, мраморами, кальцифирами, кварцитами, амфиболитами и сланцами.

Палеозойская эратема (PZ)

Палеозойская эратема представлена раннекембрийскими отложениями (Є₁) хамсаринской свиты (Є₁ hm). Свита выходит на поверхность в южной части исследуемой территории в пределах главного Саянского разлома. Свиту представляют такие отложения, как базальты, андезиты, лавобрекчии базальтов, туфы, линзы известняков.

2.2. Магматизм

В районе проектируемых работ широкое развитие имеют интрузивные образования различного состава и возраста. По возрасту выделяется восемь интрузивных комплексов: хадаминский (mγ AR₁ h), малотагульский (v AR₂ m), урдаокинский (v PR₁ u), (σ PR₁ u), саянский (γ₂-γδ₁ PR₁ s), бирюсинский (lγ R₁ b), бугульминский (lγ-γ O b), огнитский (γ-γЄ₂ D₁:O₃ o) и тисинский (β N t).

Хадаминский комплекс (mγ AR₁ h)

Раннеархейские интрузии хадаминского комплекса отнесены к мигматит-плагиогранитовой формации, образуют субсогласные залежи и бескорневые интрузии и представлены мигматит-гранитами, мигматит-плутонами, гнейсоплагиогранитами, пегматитами. Обнажаются в северной части территории. Прослеживаются как мощные, так и маломощные интрузивные тела. Исходя из того, что интрузии прорывают отложения раннего архея AR₁, а также что они перекрываются интрузивными телами урдаокинского комплекса, возраст данного комплекса интрузий можно определить во временном промежутке AR₁ – PR₁. Массивы приурочены к карельскому циклу тектогенеза.

Малотагульский комплекс (v AR₂ m)

Позднеархейские интрузии малотагульского комплекса представлены амфиболитами, габбро-норитами и двухпироксеновыми кристаллосланцами. Массивы комплекса относятся к позднеархейским зеленокаменным поясам. Наиболее крупные массивы комплекса (Монкресский и Малотагульский) имеют сложноскладчатое

внутреннее строение и приурочиваются к синформным складчатым образованиям. Обнажаются интрузии в северо-восточной части исследуемой территории. Интрузивный массив прорывает отложения монкресской толщи и перекрывается отложениями алхадырской свиты раннего протерозоя, следовательно, возраст массива определяется во временном промежутке AR_2-PR_1 и приурочен он к карельскому циклу тектогенеза. Породы массивов рудоносны, с ними связаны месторождения титано-магнетитовых руд, пространственно совпадают золоторудные проявления.

Урдаокинский комплекс ($v PR_1 u$), ($\sigma PR_1 u$)

Раннепротерозойские интрузии урдаокинского комплекса (PR_{1u}) отнесены к габбро-пироксенит-перидотитовой формации и представлены перидотитами, пироксенитами, габбро, амфиболитизированными габбро, ортоамфиболитами. Интрузии урдаокинского комплекса выходят на поверхность практически по всей центральной части территории, также прослеживается выход на поверхность вдоль разрывных нарушений первого порядка главного Саянского разлома, где и выделяются наиболее массивные интрузивные тела в основном представленные габбридами. Недифференцированные интрузии габброидов прорывают породы архейского и протерозойского структурных этажей и перекрываются (в центральной части) более молодыми платобазальтами неогена. С ультрамафитами данного комплекса связано сульфидное платиноидно-никелевое оруденение. Базит-гипербазиты комплекса представлены в виде тел различных размеров и форм: от дайкообразных до лополито- и штокообразных и прослеживаются в северо-западном направлении. Максимальное насыщение ими наблюдается в междуречье Ия - Хунга и особенно в среднем течении р. Барбитай, на площади бассейнов рч. Мандрык, Желос, Хайлама и Токты-Ой.

Гипербазит-базиты урдаокинского комплекса на площади образуют около десятка крупных массивов размерами от 12-16 до 30-35 км², массу интрузий средних (3,0-10,0 км²) и мелких (менее 3,0 км²) размеров (рис. 2.2). Длина наиболее крупных тел достигает 12-40 км при ширине до 1,5 – 4,5 км (междуречье Эльдрана и Мандрыка, бассейн Эльдрана). Насыщенность изученной площади базит-гипербазитами высокая: расстояние между относительно крупными телами редко превышает 2-3 км, а с учетом мелких тел оно колеблется от 0,5 до 1,0 км. По наличию в составе интрузий пород ультраосновного и основного состава они разделяются на дифференцированные и недифференцированные.

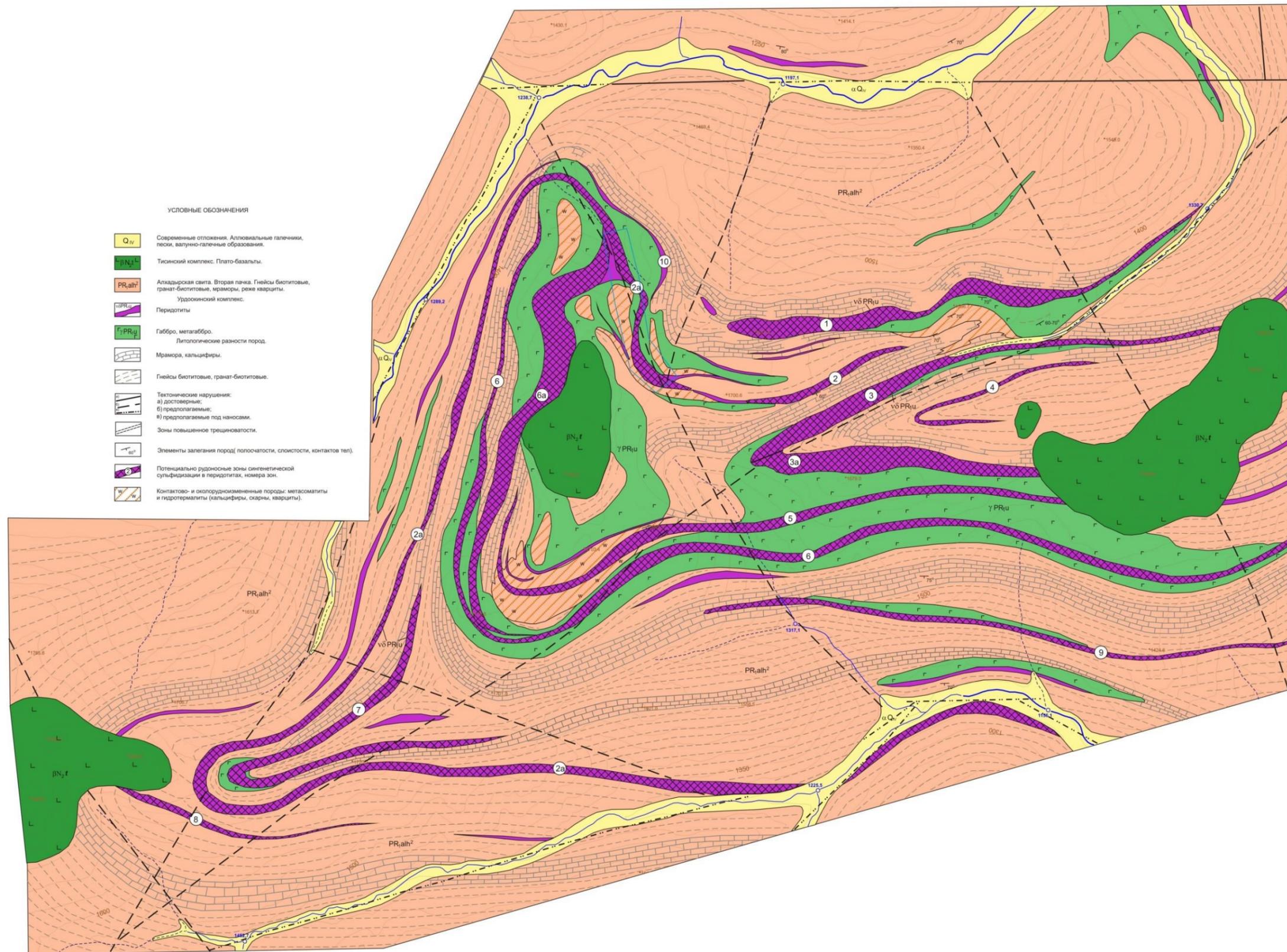


Рис. 2.2 Геологический план участка Желос. Масштаб 1 : 10000

Дифференцированные массивы и интрузии сложены породами ряда дунит – перидотит (пироксенит) - габбро и дунит - перидотит (пироксенит) - габбро - габбро-диориты. По преобладанию петрографических разностей выделяются массивы дунитов, гарцбургитов, лерцолитов, оливинных вебстеритов, их серпентинизированных разностей и серпентинитов.

Недифференцированные интрузии имеют, как правило, средние и мелкие размеры и сложены ортоамфиболитами, гранатовыми ортоамфиболитами и гипербазитами.

Общей особенностью рудоносных базит-гипербазитов Бирюсинской структурно-фациальной зоны является их приуроченность только к площадям распространения алхадырской свиты. Все базит-гипербазитовые массивы совместно с вмещающими породами были вовлечены в складчатость и претерпели в той или иной степени метаморфические преобразования. В плане они часто смяты в складки, разблокированы сериями разломов, порой будинированы, поэтому образуют линзы, дугообразные тела, изометричные блоки и будины. По отношению к вмещающим породам массивы являются согласными, реже кососекущими и секущими. Форма базит-гипербазитовых тел в разрезе чаще всего пласто- и линзообразная, согласная с падением пород. Отмечается частая пространственная связь крупных тел базит - гипербазитов с мраморами.

Метаморфические преобразования основных пород выражаются, прежде всего в амфиболизации, ультраосновных пород - в серпентинизации, хлоритизации и отальковании.

В каждом дифференцированном массиве в том или ином количестве присутствуют сульфиды. Они как по составу, так и по характеру распределения явно магматические и не связаны с зонами вторичной переработки. Сульфиды обнаружены как в межзерновом пространстве силикатов, так и в виде каплеобразных выделений внутри них. В габброидных породах видимые сульфиды обычно содержатся в мизерных количествах в виде редкой вкрапленности. В перидотитах сульфиды содержатся постоянно, образуя вкрапленные структуры - от редковкрапленной с содержанием сульфидов до 12% до густовкрапленной с количеством сульфидов от 12 до 30% , а иногда и сидеронитовую структуру (сульфидов 30 - 60 %). Сульфиды представлены пирротинном, пентландитом и халькопиритом. Халькопирит находится, как правило, в подчиненном количестве. В пирротине и пентландите обычно содержатся платиноиды. Промышленные концентрации никеля, меди и МПГ, а также сопутствующих полезных металлов (золото, серебро, родий), связаны исключительно с перидотитами, занимающими обычно нижнее положение в разрезе массива или интрузии.

Саянский комплекс ($\gamma_2\text{-}\gamma\delta_1 PR_1 s$)

Раннепротерозойские интрузии саянского комплекса ($\gamma_2\text{-}\gamma\delta_1 PR_1 s$) отнесены к гранитовой и мигматит-гранитовой формации. Выделяются две фазы:

- а) первая фаза – диориты, гранодиориты, гнейсо-граниты ($\gamma\delta - \gamma PR_1 s$);
- б) вторая фаза – граниты биотитовые, пегматиты, аплиты ($\gamma_2 PR_1 s$).

Гранитоиды комплекса слагают крупные массивы в зоне Бирюсинского разлома, преимущественно среди образований хайламинской толщи. Мелкие массивы развиты в зоне Мантыгырского разлома, вдоль северо-восточного края Ийско-Кукшерского грабена, жилы и дайки пород комплекса отмечаются среди пород алхадырской свиты (рис. 2.1).

Интрузивные тела прорывают породы хайламинской свиты архейского структурного этажа и алхадырской свиты протерозойского структурного этажа, далее они перекрываются более молодыми интрузиями бирюсинского комплекса.

Бирюсинский комплекс ($l\gamma R_1 b$)

Позднепротерозойский бирюсинский интрузивный комплекс ($l\gamma R_1 b$) представлен приразломными кремнещелочными метасоматитами, связанными с ними лейкократовыми метасоматическими гранитами, тяготеющими к зоне Бирюсинского разлома, развитыми среди пород хайламинской толщи. По особенностям вещественного состава и характеру взаимоотношений комплекс разделен на две фазы:

- первая – метасоматические граниты, гранодиориты, кварц-микроклиновые метасоматиты ($\gamma\text{-}\gamma\delta PR_2 b$);
- вторая – мусковитовые микроклиновые граниты, лейкократовые, мусковит - турмалиновые, альбит-микроклиновые граниты, кварц-мусковитовые грейзены, редкометалльные пегматиты ($\gamma PR_2 b$).

На изученной площади комплекс представлен только породами первой фазы, слагающими в ее северо-восточной части южную оконечность Барбитайского массива. Здесь тела комплекса имеют вытянутую форму северо-западного направления, размеры от 0,5 до 4,0 км², то есть являются апофизами основного массива. Сложены они лейкократовыми, биотитовыми мелко- и среднезернистыми розовыми гранитами, гранодиоритами, реже граносиенитами и сиенитами.

Интрузии прорывают первый структурный этаж, представленный архейскими отложениями, перекрывает более древние интрузии саянского комплекса и перекрывается породами тисинского комплекса. Следовательно, данный комплекс можно отнести к байкальскому циклу тектогенеза.

Бугульминский комплекс ($l\gamma\text{-}\gamma O b$)

Раннепалеозойский бугульминский интрузивный комплекс ($1\gamma-\gamma O b$) представлен двумя фазами:

- первая фаза - диориты, гранодиориты ($\delta-\gamma\delta_1 O b$);
- вторая фаза - граниты биотитовые, двуслюдяные ($\gamma_2 O b$).

Палеозойские интрузии бугульминского комплекса отнесены к лейкогранитовой формации. Породы представлены достаточно массивными образованиями, распространяющимися в пределах разломов второго порядка. С гранитоидами бугульминского комплекса на сопредельных площадях связаны проявления вольфрама и молибдена.

По площади интрузии выходят на поверхность в южной и юго-восточной части территории, прорывая отложения раннего протерозоя. Далее они перекрываются породами огнитского комплекса. Исходя из этого, следует, что данный комплекс относится к каледонскому циклу тектогенеза.

Огнитский комплекс ($\gamma-\gamma\epsilon D_1:O_3 o$)

Среднепалеозойский огнитский интрузивный комплекс ($\gamma-\gamma\epsilon D_1:O_3 o$) объединяет разнообразие по составу и структурным особенностям, гранитоиды повышенной щелочности. На площади они слагают крупные массивы (рис. 2.1).

Огнитский комплекс подразделяется на три фазы:

- первая фаза представлена биотит-роговообманковыми, гастингситовыми, эгирин-арфведсонитовыми, пироксеновыми крупнозернистыми сиенитами, сиенито-диоритами, монцонитами ($\gamma\epsilon_1 D_1 o$);
- вторая фаза – объединяет диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, сиенито-диориты, граносиениты, сиениты, граниты ($\gamma-\gamma\delta_2 D_1 o$);
- третья фаза представлена мелкозернистыми лейкократовыми гранитами ($\gamma_3 D_1 o$).

Жильная и дайковая фации огнитского комплекса представлены диоритовыми порфирами, диабазами, гранит-порфирами.

В пределах площади интрузии огнитского комплекса относятся ко второй и третьей фазам и представлены Хунгинским (Сапкольским) на северо-западе площади, Оготским (Хоундинским) в северной части и Эльдранским (Мандрыкским) в юго-западной части площади массивами.

В бассейне р. Барбитай широко развиты породы дайковой фации, преимущественно гранит-порфиры. Гранит-порфиры, как правило, образуют дайковые поля субмеридионального простирания. Мощность даек обычно не более 10-15 м, протяженность до 500-1500 м. Дайки диоритовых порфиритов и диабазов встречаются гораздо реже. Гранитоиды огнитского комплекса имеют отчетливо выраженную

металлогеническую специализацию на редкие металлы, редкие земли, полиметаллы. Поэтому можно ожидать выявление эндогенных месторождений этих металлов в зонах гидротермальной проработки пород и скарнах, развитых на контактах гранитоидов и карбонатных пород алхадырской свиты. Кроме того, гранитоиды огнитского комплекса легко разрушаются экзогенными процессами до кварц-полевошпатовой дресвы с высвобождением акцессорных минералов. Устойчивые редкоземельные и редкометалльные минералы могут накапливаться в коре выветривания и давать пролювиальные, пролювиально-озерные и аллювиальные россыпи.

Интрузии огнитского комплекса прорывают отложения архейского структурного этажа в палеозое, этому свидетельствуют процессы тектоно-магматической активизации площади. Следовательно, комплекс приурочен к каледонскому циклу тектогенеза.

Тисинский комплекс ($\beta N t$)

Интрузии тисинского комплекса относятся к неогеновой системе (N) среднего кайнозоя (KZ₂). Комплекс представлен платобазальтовыми массивами. Интрузии выходят на поверхность в центральной, восточной и северо-восточной части территории. Они прорывают архейский, протерозойский структурные этажи, перекрывают отложения огнитского и бирюсинского комплексов. Интрузивные массивы относятся к наиболее молодому циклу тектогенеза – альпийскому, ввиду проявления их в кайнозойской эпохе.

2.3. Тектоника

Тектоническая позиция площади определяется ее положением в Ийско-Кукшерском палеорифтогенном прогибе (грабене), расположенном в юго-восточной части Бирюсинской глыбы. Прогиб является фрагментом некогда единого Гутаро-Ийского рифта. Грабен характеризуется линейными очертаниями и представляет собой, в целом, разбитую продольными, кососекущими и поперечными разломами крупную зону с синклинорным строением, с проявлением весьма сложной разноэтапной и разнопорядковой складчатости. Протяженность структуры – 80-85 км, максимальная ширина – 20 км. Внутри грабена широко развиты разновеликие массивы пород урдаокинского комплекса основного и ультраосновного состава (Мантагырский, Желосский, Токты-Ойский, Правохайламинский, Оракты-Ойский и др.) с медно-никелево-платиноидной специализацией. Интрузии последнего контролируются разломами северо-западного и субширотного простирания.

Изучаемая площадь охватывает центральную и юго-восточную (по простиранию) часть Ийско-Кукшерского грабена Бирюсинской глыбы.

2.3.1. Пликативная тектоника

В целом в строении Бирюсинской глыбы выделяются три структурных этажа: архейский, нижнепротерозойский и кайнозойский.

Первый структурный этаж ($AR_1 - AR_2$)

Архейский структурный этаж слагается породами хайламинской и монкресской толщ. Касательно метаморфизма, отложения архейского этажа относятся к гранулитовой и амфиболитовой фации.

Породы архейского этажа отделены от нижнепротерозойского этажа Мантагырским и Белозиминским разломами с северо-восточной стороны грабена. Внутри грабена выделяется блок архейский пород отделенный от отложений протерозоя Манкресским разломом (рис. 2.4).

Общая структура архейского этажа на изучаемой площади представляется как моноклинорий с юго-западным падением толщ, осложненный антиклинальными и синклинальными складками, флексурами, азимутальными изгибами толщ (сигмоидами). Напряженность складчатости возрастает с приближением к зоне Бирюсинского разлома. Моноклинорий с северо-западным простиранием с падением толщи на юго-запад по азимуту $220-230^{\circ}$ под углами $50-60^{\circ}$.

В породах архейского этажа выделяется Тахмыльская антиклиналь северо-западного простирания. Севернее Желоса и в междуречье Желоса и Мандрыка картируется ряд расположенных складок субмеридионального простирания с размахом крыльев до 3,5 км.

Породы структурной зоны прорываются недифференцированными интрузиями габброидов урдаокинского комплекса, не пользующихся широким развитием. В тоже время положительное аномальное гравитационное поле над породами этажа позволяет предположить более широкое распространение нескрытых эрозией ультрабазит-базитовых интрузий в этаже. В породах нижнего структурного этажа широко проявились интрузии саянского комплекса раннего протерозоя и лейкогранитов бирюсинского комплекса позднего протерозоя в зоне Бирюсинского разлома.

В результате проявления каледонского цикла тектогенеза, в палеозое архейский структурный этаж был охвачен процессами тектоно-магматической активизации, вещественным выражением которых являются интрузии огнитского и бугульминского комплексов гранитоидов.



Рис. 2.3 Структурная схема Бирюсинской глыбы в

Ийско-Хунгинском междуречье (составил А.Салаев)

В кайнозое, образования архейского структурного этажа вовлечены в интенсивное поднятие, с проявлением в его пределах базальтового магматизма (толеит-базальтовая формация).

Второй структурный этаж (PR1)

Раннепротерозойский структурный этаж представлен породами алхадырской свиты. Метаморфизм этажа представлен амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фациями.

Образования нижнепротерозойского этажа слагают основную, юго-западную, часть площади работ. Этаж сложен осадочно-метаморфическими породами алхадырской свиты. Контакты алхадырской свиты и нижележащих хайламинской и монкресской толщ повсеместно тектонические. Структура этажа заметно отличаются по стилю складчатости, характеру магматизма и метаморфизма от архейского. Этому свидетельствует период развития карельского цикла тектогенеза.

В целом складчатость структурного этажа может быть охарактеризована как синклиновая, весьма сложная. Развита пересекающаяся складчатость, сочетающая элементы линейной и брахиформной складчатостей.

В этаже складки образовались в три этапа в условиях разного плана тектонических напряжений. Первые два проявились в раннем протерозое, третий в палеозое.

Складки первого этапа складчатости сформировались в раннем протерозое в результате закрытия Ийско-Кукшерского прогиба. В современной конфигурации складки первого этапа имеют резко невыдержанное простирание. Выделяются Желосская, Водораздельная синклинали, Дугообразная, Линейная и Эльдранская антиклинали.

Сложную морфологию имеет Желосская синклиналь, картируемая на участке Желос в отложениях второй пачки алхадырской свиты, протягивающаяся на 8 км вдоль водораздела Дергапсы и Желоса. Ширина складки 1,0-3,0 км. Ось складки резко извилистая. К ядру структуры приурочена серия массивов ультрабазит-базитового состава со специализацией на медно-платиноидно-никелевое оруденение, залегающих субсогласно с вмещающими породами.

Разрез алхадырской свиты обильно насыщают согласные, согласnoseкущие тела ультрабазитов и базитов урдаокинского комплекса, на ряде участков. Отдельные тела в деталях повторяют элементы складчатой структуры вмещающих пород (участки Желос, Мандрюк). Сланцеватость и гнейсовидность этих пород также в большинстве случаев совпадает с таковыми в осадочно-метаморфических породах, а сами породы метаморфизованы, превращены в ортоамфиболиты, серпентиниты. Все это подтверждает доскладчатый или соскладчатый характер основных и ультраосновных пород.

Складки второго этапа относятся к типу присдвиговых и образовались в зоне Бирюсинского разлома в условиях левосдвиговых напряжений в период раннепротерозойской коллизии. Складки второго этапа развиты вдоль северного края

Ийско-Кукшерского грабена в верховьях рек Хоунды, Дергапсы и Желоса, в бассейне р. Мандрык.

Простираение складок обычно субмеридиональное, иногда северо-западное, нередко наблюдаются плавные изменения простираения складок. По морфологии это открытые конические структуры, близкие к брахиструктурам, реже линейные складки.

Оси складок прослеживаются последовательно по перегибам слоев и субпластовых интрузий. Осевые плоскости вероятно субвертикальные. Шарниры складок первого порядка круто погружаются в южных румбах, причем крутизна их погружения зависит от первичного угла падения слоев и субпластовых интрузий. Углы падения крыльев 40-70⁰ (реже круче), западные крылья складок падают на юго-запад, восточные – на северо-восток.

Крупной структурой второго этапа складчатости является сложнопостроенная дислокация субмеридионального направления в бассейне р.Дергапсы. Она выражена в изменении простираения складчатых структур первого этапа складчатости с северо-западного в междуречье Мандрыка и Барбитая, в бассейне Мандрыка, на юго-западное - в бассейне Дергапсы и Желоса.

Складки третьего этапа. В бассейне рек Правой Хайламы и Токты-Оя в отложениях второй пачки алхадырской свиты картируется серия сопряженных сильно сжатых (до изоклинальных) линейных складок северо-западного простираения (Хайламинская, Токтыойская изоклинали). Складки опрокинуты к юго-западу, общее погружение шарниров на юго-восток, падение крыльев на северо-восток под углами 60-85⁰. В пределах проектируемой площади выделяются Алхадырская (на водоразделе Желоса и Правой Хайламы) и Мантагырская синклинали.

Сложную морфологию имеет Мантагырская синклиналь. Она меняет свое простираение с субширотного в бассейне Мандрыка, на северо-западное на правобережье Барбитая.

К центриклинальному замыканию приурочен Мантагырский ультрабазит-базитовый массив несущий медно-платиноидно-никелевую минерализацию. Отмечается грубая рассланцовка в перидотитах центральной части массива, имеющая крутое северное падение. Вероятно, она отражает реликты кливажных структур, образованных в процессе складчатости.

В палеозое в пределах структурного этажа интенсивно проявились процессы тектоно-магматической активизации с развитием гранитоидного магматизма огнитского комплекса, вероятно с проявлением складчатости, обусловленной влиянием Главного Саянского разлома, имевшего в раннем палеозое правосдвиговую природу (Салаев, 2003).

Третий структурный этаж (KZ)

Кайнозойский структурный этаж слагают покровы базальтов. В кайнозой Бирюсинская глыба была вовлечена в интенсивные поднятия, на ее территории проявился базальтоидный магматизм (толеит-базальтовая формация), ареалы которого на изучаемой площади контролировались широкой зоной общего северо-северо-восточного простирания.

2.3.2. Разрывная тектоника

Разломы изученной территории образуют сложную и вместе с тем, закономерно построенную сеть. Важнейшими элементами этой сети являются разломы северо-западной, северо-восточной, субмеридиональной и субширотной ориентировок.

Непосредственно на площади работ крупнейшими разрывными структурами (первого порядка) являются Бирюсинский и Главный Саянский разломы, которые хорошо выражены в аэрогеофизических полях. К структурам второго порядка относятся Токтыойский, Мантагырский и Белозиминский разломы.

Бирюсинский разлом является одной из крупнейших разрывных структур Восточного Саяна, определяющей многие особенности его геологического строения и металлогении.

Бирюсинский разлом является крупнейшей магмоконтролирующей структурой района. По объему приуроченных к нему гранитоидов саянского комплекса он рассматривается как разлом корового уровня.

Главный Саянский разлом картируется в юго-западном углу площади. Разлом отчетливо выражен в материалах аэро-, космофото- и геофизической съемки и имеет северо-западное простирание (азимут 300°). Разлом фиксируется развитием милонитов, катаклизмов, дробленных пород, диафторитов по породам саянского комплекса, алхадырской и удинской свит. Падение разлома юго-западное под углами $60-75^{\circ}$, мощности диафторированных пород до 600 м.

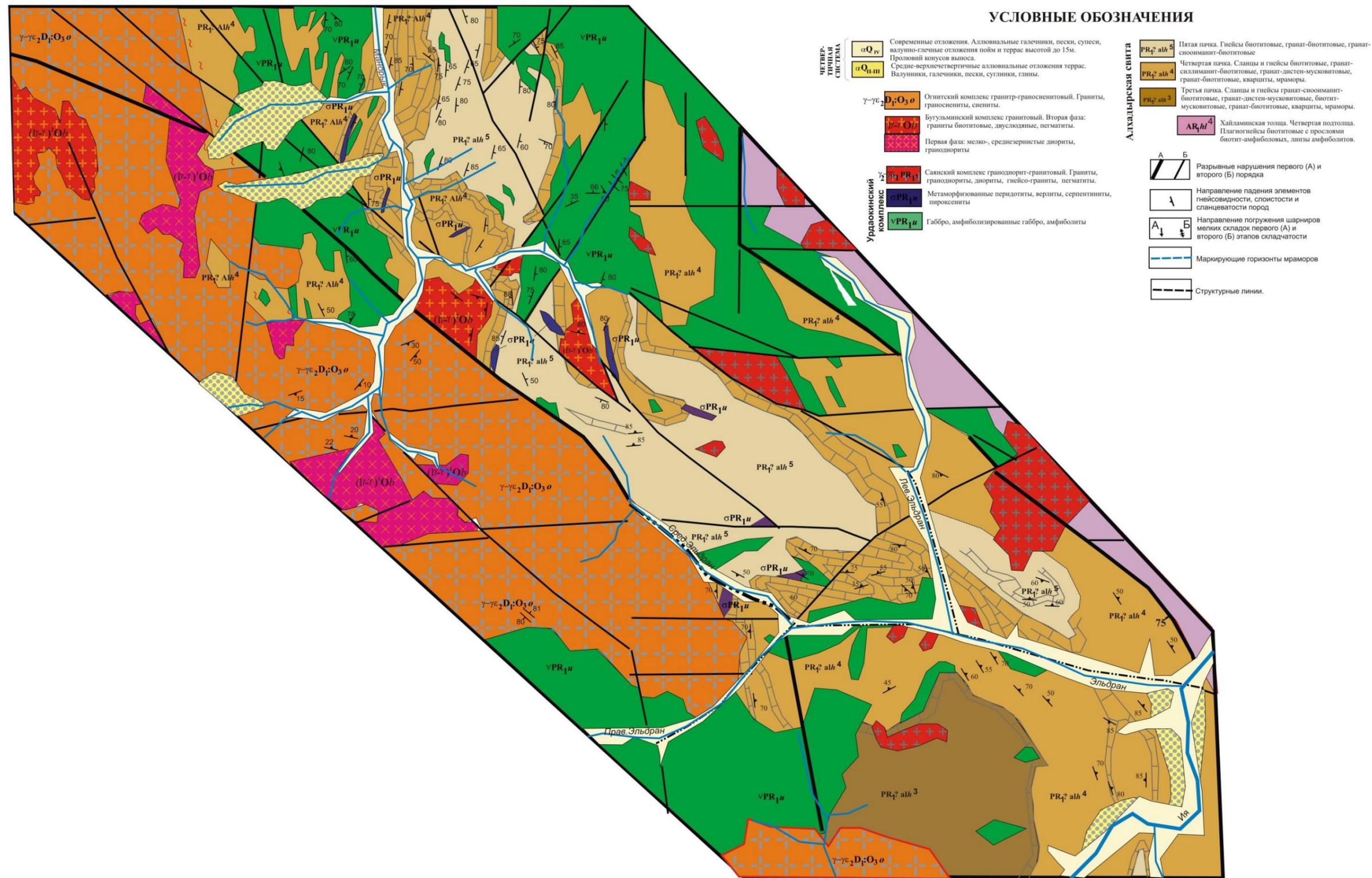


Рис. 2.4 Геологическая карта Иско-Барбитайского междуречья. Масштаб 1 : 50000

Белозиминская зона разломов на исследуемой территории прослеживается от р.Барбитай в западном направлении в бассейны р.р. Желосс, Хунга. На левобережье р.Барбитай к зоне приурочено крупное тело ортоамфиболитов урдаокинского комплекса, здесь же фиксируется крупный разлом (Белозиминский) широтного направления, разделяющий хайламинскую и алхадырскую свиты. В бассейнах Желоса, Хоунды и Хунги он контролирует положение крупных массивов гранитоидов огнитского комплекса. Белозиминскую зону разломов можно рассматривать как крупную рудоконтролирующую структуру: к западу, на пересечении ее с Главным Саянским разломом расположено Зашихинское месторождение редких металлов в связи с щелочными гранитами. Восточнее, на пересечении ее с Ерминско-Горхонским разломом – Белозиминское месторождение редких металлов, земель и апатита в ультраосновных щелочных породах и карбонатитах. К ней же приурочено Калгинское поле редкометальных пегматитов. Как видим, разлом контролирует размещение месторождений редких металлов различных формационных типов. Разлом ограничивает с севера площади развития никеленосных интрузий урдаокинского комплекса. Разлом падает на север под углом 75° и является левым сдвигом.

Токты-Ойский разлом выделяется в междуречье Желоса и Прав. Хайламы, в бассейне Бол.Токты-Оя, как зона резкой смены характера складчатых структур в прилегающих блоках, резкой смене характера магнитного поля (более спокойного в северо-восточном крыле разлома. Кроме того он фиксируется наблюдениями катаклазитов и дробленных пород. Мощность зоны разлома до десятков метров. Вдоль разлома развиты: лимонитизация, сульфидизация, хлоритизация, окварцевание. На всем протяжении с зоной разлома совпадает полоса высоких градиентов силы тяжести (ступень). К зоне разлома в междуречье Прав.Хайламы и Токты-Оя приурочены массивы рудоносных перидотитов.

Разломы субмеридионального направления развиты на изученной площади довольно широко, представлены они маломощными, малоамплитудными или безамплитудными зонами дробления и катаклаза. К разломам этого направления приурочены дайки пород огнитского комплекса, нередко к разломам этого направления приурочены окварцевание, карбонатизация, сульфидизация. Вероятный возраст заложения разломов – средний палеозой.

Разломы северо-восточного направления представляют трещины отрыва преимущественно кайнозойского возраста. Вдоль них внедрились дайки диабазовых порфириров, являющихся подводными каналами при излиянии плато-базальтов.

2.4. Полезные ископаемые

На проектируемой площади важнейшими полезными ископаемыми являются никель и металлы платиновой группы (МПГ). Проектируемая площадь работ охватывает Барбитай-Ийский рудный район, в пределах которого выделены Желосский, Мандрыкский и Эльдранский рудные узлы. В пределах Желосского рудного узла выделяются Желосское, Токты-Ойское, Хоундинское и Дергапсинское рудные поля. Мандрыкский рудный узел включает рудные поля Мандрыкское, Среднеэльдранский.

Все известные проявления данных металлов являются комплексными и относятся к пирротин-пентландит-халькопиритовой рудной формации. Генетически они связаны с базит-гипербазитовыми интрузиями урдаокинского комплекса. Последние относятся к габбро-пироксенит-перидотитовой рудоносной геологической формации с обедненными медью, медно-никелевыми рудами. Главными полезными компонентами руд являются никель, платина и палладий, попутными медь, золото, серебро, возможно кобальт и родий. По ряду признаков (генезис платиноидно-никелевого оруденения, форма тел и состав рудоносных перидотитов, минеральный состав руд, содержание и соотношение главных полезных компонентов в рудах) выявленные рудопроявления близки к формационному типу пояс Томсона (Канада).

Желосский рудный узел. Границы Желосского рудного узла определяются границами поля развития ультраосновных пород с повышенными концентрациями никеля, с учетом границ локального гравитационного Желосского максимума. В его пределах выделяются рудные поля Желосское, Токтыойское, Дергапсинское, Хоундинское.

Желосское рудное поле. В пределах рудного поля изучен участок Желос. Здесь известны ряд зон развития сульфидной минерализации (рис. 2.2). Желосский базит-ультрабазитовый массив расположен в ядре Желосской синклинали на правом берегу истока р.Желос. Наибольший интерес представляет рудная зона №1, где выявлены богатые сульфидные руды.

Массив вытянут в восток-северо-восточном направлении, и имеет достаточно сложную форму, похожую на «башмак» обращенный носком на восток. Размеры поля перидотитов по длинным осям 7х4 км. Протяженность отдельных силлоподобных тел перидотитов до 7-10 км при мощностях 20-140 м. Также развиты овальные тела размером от 0,6х1,2 км до 1,0х2,8 км. Сложная форма Желосского массива в плане обусловлена развитием дислоцированных мраморов и кальцифиров, пересекающейся складчатостью, магматическими телами штокообразной и субпластовой формы. Падение магматических тел крутое ($70 - 80^{\circ}$), преимущественно северо- восточное и юго-восточное.

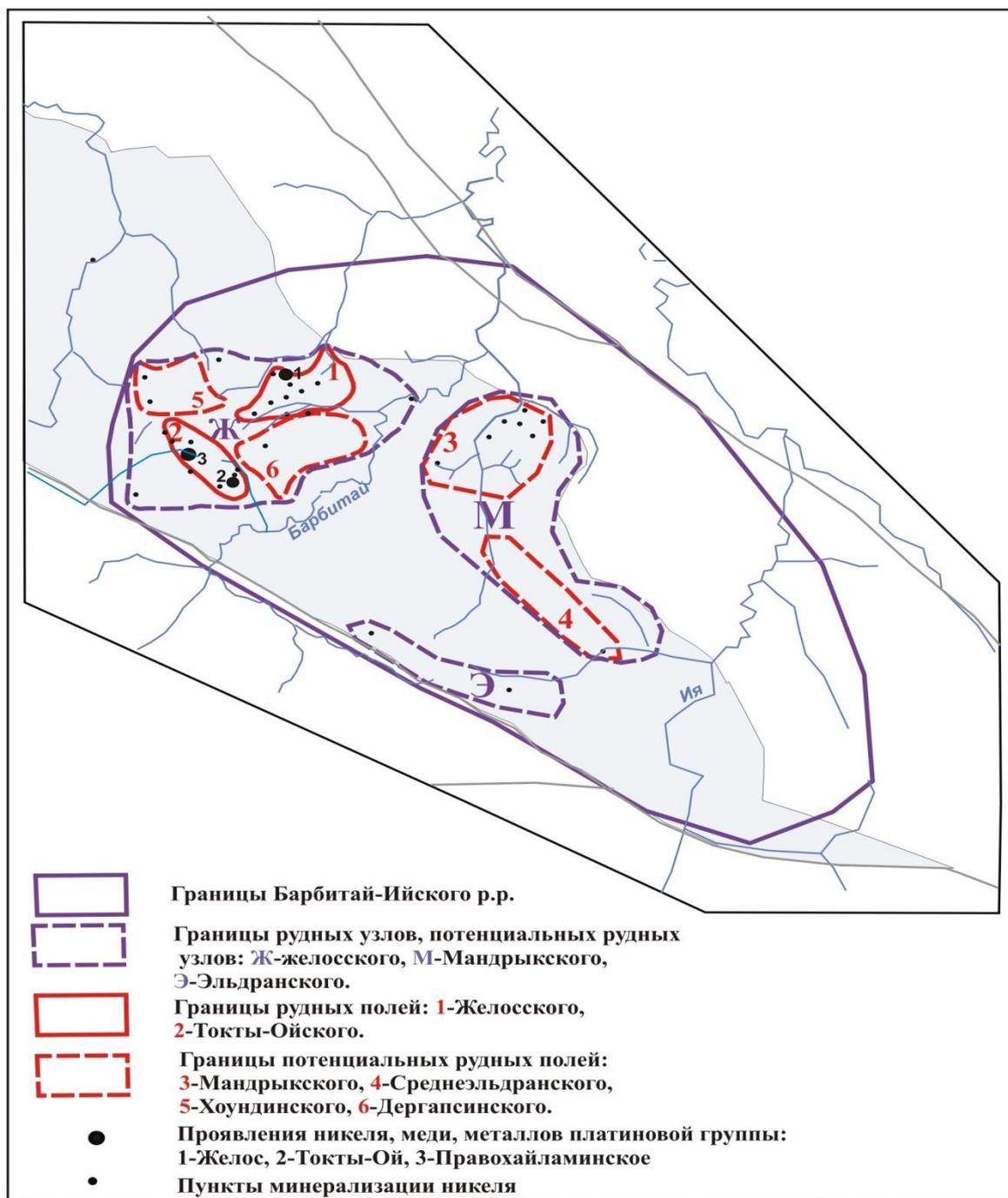


Рис. 2.5 Схема металлогенического районирования

Ийско-Хунгинского междуречья.

Залегание основных и ультраосновных тел субсогласное с вмещающими породами. В разрезе породы алхадырской свиты совместно с габбро и перидотитами собраны в запрокинутые складки субширотного простирания. Падение крыльев складок юго-восточное и юго-юго-восточное преимущественно крутое ($60-75^{\circ}$) до субвертикального ($80-85^{\circ}$). В целом Желоский массив приурочен к синклинальной складке 2-го порядка на

северном крыле синклинория. Рудопроявление Желос выявлено в центральной части массива.

Рудопроявление приурочено к рудоносной зоне №1. Она протягивается по северному эндоконтакту массива, повторяя его очертания. По геолого-геофизическим данным длина ее 3,8 - 4,0 км, мощность 80-100 м. Зона непрерывно прослежена в теле перидотитов на 3000 м. Сульфиды представлены пирротином, халькопиритом, пентландитом, генезис их магматический. Размер зерен сульфидов до 4 мм, содержания до 30-80%. Богатая сульфидизация приурочена к наиболее эродированным низам опрокинутого массива. Промышленные концентрации никеля, как правило, сопровождаются высокими концентрациями платиноидов.

Никель представлен преимущественно минералом пентландитом, иногда в незначительном количестве никелистым пирротином. Платина образует собственные минералы: омейит (Os,Ru)As, сперрилит (Ir,Pt)As₂ и майченерит (Pd,Pt)BiTe. Состав минералов платиновой группы определен в желваках из густовкрапленной руды. Он отвечает минералу омейиту (Os,Ru)As, сперрилиту (Ir,Pt)As₂ и майченериту.

По предварительным данным основная масса руд относится к рядовым с содержаниями никеля 0,4-0,8 % и МПГ 1,0-2,0 г/т.

Содержания серы в рудах колеблется от 0,13 до 5,51%, чаще до 1%. Истинная мощность рудного тела более 20м.

По результатам ранее выполненных работ в пределах участка Желос выделено 11 линейных зон сульфидизации протяженностью от 1,0 до 10,0 км при ширине от 20 до 120 м. Все зоны сульфидизации приурочены к перидотитам и являются потенциально рудоносными.

По текстурно-структурным особенностям сульфидные руды подразделяются на вкрапленные, густовкрапленные и сидеронитовые. Нередко на фоне густовкрапленной руды могут наблюдаться желваки сливных руд.

Прогнозные ресурсы участка Желос по данным прогнозно-поисковых работ оцениваются:

по категории P1: никеля – 72 тыс. т со средним содержанием 0,45 %; МПГ - 22,9 т со средним содержанием 1,42 г/т;

по категории P2: - никеля – 1160 тыс. т со средним содержанием 0,45 %; МПГ - 366 т со средним содержанием 1,42 г/т;

всего категориям P1 + P2: никеля – 1 232 тыс. т со средним содержанием 0,45 %; МПГ – 388,9 т со средним содержанием 1,42 г/т.

Токты-Ойское рудное поле. В пределах рудного поля картируется Токты-Ойский перидотитовый массив. Он расположен на юго-западном фланге Желосского рудного поля в междуречье Правая Хайлама, Большой Токты-Ой и Малый Токты-Ой. Прослеживается в юго-восточном направлении от истоков р. Правой Хайламы до верховий рек Большой Токты-Ой и Малый Токты-Ой. Массив представлен рядом разобщенных линейных тел перидотитов в пределах вытянутого на северо-запад поля протяженностью бкм, шириной 1-2 км.

Среди перидотитов выделяются лерцолиты, верлиты и дуниты, реже встречаются габбро, пегматоидное габбро и гигантозернистое габбро. Это указывает на достаточно глубокую дифференцированность массивов Токты-Ойского участка. На юго-восточном фланге участка массивы сложены серпентинизированными перидотитами и серпентинитами. На северо-западе различаются дуниты, верлиты, лерцолиты, иногда наблюдаются габброиды. Расслоенность и переходы между породами вуалируются серпентинизацией, оталькованием, амфиболизацией и хлоритизацией, нередко носящими весьма интенсивный характер.

Тела ультраосновных пород разобщены гнейсами, амфиболитами, мигматизированными породами, мраморами, кальцифирами. Таким образом, горизонты гипербазитов чередуются с горизонтами, прослоями и линзами осадочно-метаморфических пород. Контакты массива с вмещающими породами субсогласные. В структурном плане массив приурочен к синклинальной складке.

На дневной поверхности массив представлен протяженными и достаточно узкими сближенными зонами развития ультрабазитов. Протяженность зон по простиранию соизмерима с протяженностью самого массива, а мощность колеблется от 80 до 360 м. При этом по простиранию зон наблюдаются как раздувы, так и пережимы. Протяженность отдельных перидотитовых тел внутри зон колеблется от первых сотен метров до 2,5-3,0 км при видимых мощностях от 20-30 м до 160-200 м. Перидотитовые зоны разделены вмещающими породами, мощность горизонтов которых от 80 до 400 м.

Рудоносность участка Токты-Ой связана с сульфидизированными перидотитами. Поисковые признаки для рудоносных перидотитов участка Токты-Ой аналогичны таковым на участке Желос: повышенный геохимический фон перидотитов по содержанию никеля (0,1-0,12 %), обязательное присутствие в них хрома в количестве 0,1-0,6 %, несколько повышенное содержание серы 0,3-0,6 % и низкие содержания титана (не более 1 %). Рудоносные перидотиты также в той или иной мере серпентинизированы.

Сульфидизация по перидотитам магматическая (сингенетическая), преимущественно бедная и умеренная вкрапленного, реже прожилково-вкрапленного типа

с содержанием сульфидов до 12-15 %. Встреченные руды по содержанию никеля являются рядовыми (0,4-0,7 %). Богатые содержания никеля (до 1,0 – 1,2 %) наблюдались в единичных случаях. В рудоносных перидотитах существует прямая корреляционная связь между интенсивностью сульфидизации и содержаниями полезных компонентов (никель, медь, МПГ), а также между содержаниями этих компонентов. В рудах участка Токты-Ой, как и в рудах участка Желос, в кондиционных количествах находятся никель и МПГ. МПГ представлены платиной, палладием и родием. Соотношение платина/палладий колеблется в среднем в пределах 1 :1,5 – 1: 2.

Рудоносные перидотиты в ряде случаев сопровождаются метасоматитами по вмещающим породам. Мощность зон колеблется от первых метров до 50-160 м. Метасоматиты по гнейсам обычно представлены вторичными кварцитами, по мраморам – скарноидами. Кварциты и скарноиды нередко несут вторичную сульфидизацию, иногда интенсивную, но полезных ископаемых с эпигенетической сульфидизацией неизвестно. Сульфиды в метасоматитах представлены пирротинном, в меньшей мере пирротинном и пиритом соотношении 2:1.

Рудопроявление Токты-Ой. Длина рудоносного тела перидотитов 600-650м, ширина до 100м. Мощность рудоносной зоны с поверхности до 60м, на глубине 100м она возрастает до 140м.

Рудоносное тело представлено серпентинитами с содержанием сульфидов 0,5-20%. По результатам химического анализа в сульфидизированных перидотитах содержание никеля колеблется от 0,15 % до 1,10%, меди 0,05 - 0,29%, золота 0,03 - 0,32 г/т, серебра 0,25 – 2,1 г/т, МПГ 0,08 – 1,47 г/т.

Сульфидные платиноидно-никелевые руды преимущественно вкрапленные с содержанием сульфидов от 7-8 % до 15-29 %. Сульфиды распределены в породе (перидотите) примерно равномерно и представлены агрегатами. Размеры отдельных агрегатов достигают 2-6 мм. Сульфидный агрегат сложен в основном пирротинном и пентландитом. Соотношений пирротина и пентландита 1:1 - 2:1. Халькопирит встречается реже - его количество в 10 раз меньше, чем остальных сульфидов. Крупные зёрна пирротина иногда частично замещаются пиритом, а пентландита – виоларитом. Внутри виоларитового агрегата обнаружены овальные включения минерала платиновой группы, предположительно, сперрилита, размером 0,06 × 0,04 мм.

Медь в рудах присутствует постоянно и при этом внутри рудного тела имеются достаточно большие интервалы с высокими содержаниями меди. Так на профиле 8 по канаве № 1012 ее содержание в интервале 1,0-15,3 м (h = 14,3 м) равно 0,205 %, в интервале 19,8-35,2 (h = 13,9 м) - 0,232 %. Повышенные содержания имеются и по

золоту. Его содержание в интервале 4,0-15,3 м (h = 11,3 м) колеблется от 0,21 до 0,41 г/т, в интервале 18,3-28,8 м (h = 10,5 м) от 0,23 до 0,32 г/т, что соответствует значению на Кингашском месторождении (среднее содержание не ниже 0,2 г/т).

Вероятно, как попутный компонент практический интерес может представлять серебро. Содержание его в рудах в целом незначительное, но в отдельных интервалах достигает 0,6 – 0,89 г/т.

Таким образом, результаты прогнозно-поисковых работ указывают на наличие в пределах Токты-Ойского базит-гипербазитового массива значительных масс платиноидно-никелевых руд. Прогнозные ресурсы участка Токты-Ой по данным прогнозно-поисковых работ оцениваются:

по категории P1: никеля – 89 тыс. т со средним содержанием 0,43 %; МПГ - 13,8 т со средним содержанием 0,67 г/т;

по категории P2: никеля – 1270 тыс. т со средним содержанием 0,43 %; МПГ - 198 т со средним содержанием 0,67 г/т;

Всего категориям P1 + P2: никеля – 1 359 тыс. т со средним содержанием 0,43 %; МПГ – 211,8 т со средним содержанием 0,67 г/т.

Хоундинское потенциальное рудное поле. Рудное поле расположено западнее Желосского участка. Сложено среднезернистыми слабо серпентинизированными перидотитами, аналогичными никеленосным перидотитам на рудопроявлении Правохайламинском. По данным сколкового опробования содержание в перидотитах никеля 0,15-0,2 %, меди 0,0053 %, хрома 0,25 %, титана 0,06 %. Геохимическими поисками по первому левому притоку и в вершине р. Хоунды установлены вторичные потоки рассеяния никеля и меди с содержанием никеля 0,02 -0,005 % (Окороков, 1980 г.). Учитывая простирание Хоундинского массива в сторону вершины р. Хоунды его длина не менее 2,5 км. Проявление требует доизучения.

Кроме того, известны в пределах Желосского рудного узла ряд слабо изученных массивов несущих признаки наличия никелевого оруденения, но практически не изученные. Это участок Левохайламинский, массив Ичикуский.

Массив левохайламинский расположен (рис. 2.5) в правом борту р.левой Хайламы в 6 км юго-западнее Токты-Ойского массива. При обследовании установлено, что Левохайламинский массив является дифференцированным: наряду со среднезернистым, хорошо раскристаллизованным меланократовым габбро здесь установлены перидотиты, лейкократовое габбро, пегматоидное габбро, пироксениты, диорит-порфиры и магматические брекчии. В перидотитах и лейкогаббро отмечается сульфидизация в виде зерен размером от 0,5 до 1,0 мм с содержанием от 0,5 до 1,0 %.

Породы массива, в том числе сульфидоносные перидотиты, являются аналогами таковых в районе Правохайламинского проявления платиноидно-никелевых руд.

Между Токты-Ойским и Левохайламинским массивами установлено достаточно крупное тело серпентинизированных перидотитов северо-западного простирания. Протяженность его 1,5-2,0 км при мощности до 100-120 м. По данным сколового опробования содержание в серпентинитах никеля 0,19 %, хрома – 0,18 %. По р.левой Хайламе установлен комплексный поток рассеяния никеля (0,004-0,01 %), меди (0,004-0,01 %) и хрома (0,1-0,2 %) (Окороков, 1980 г.), подтверждающий платиноидно-никелевую специализацию Левохайламинского массива и интрузии серпентинизированных перидотитов в истоках р.левой Хайламы. Проявления требуют доизучения.

Юго-восточный фланг участка Токты-Ой (восточнее массива Левохайламинского) также представляет интерес на выявление месторождений никеля. В районе устьев рек Бол. и Мал. Токты-Ой, на левобережье р. Барбитай развиты комплексные потоки рассеяния никеля и меди с содержаниями 0,008-0,02%, разрозненные шлихи со знаковыми содержаниями хромита (Макеев и др, 1971). Участки нижнего течения Мал. и Бол. Токты-Ой являются юго-восточным продолжением участка Токты-Ой и тяготеют к зоне высоких градиентов силы тяжести. Имеем благоприятную вмещающую обстановку с развитием горизонтов мраморов, аналогичную участку Токты-Ой.

Массив ичикусский расположен в 4 км восточнее Желосского базит - гипербазитового массива в бассейне руч. Ичикус (левого притока р. Барбитай) и по правобережью р. Барбитай. В плане массив имеет неправильно - овальную форму с дугообразным северо-восточным флангом и в целом вытянут в северо-западном направлении. Размеры его по длинным осям 4,0 х 1,5 км. Массив сложен ортоамфиболитами, среди которых выделяются пластообразные тела сульфидизированных перидотитов. Сульфиды (пирротин) в виде редкой неравномерной вкрапленности. Размеры зерен сульфидов 0,2 – 0,5 мм, в единичных случаях до 8 мм. Содержание видимых сульфидов 0,5 – 1,0 %. Содержания никеля 0,1%. Непосредственно по ручью Ичикус геохимическими поисками выявлен комплексный поток рассеяния никеля (0,006-0,02 %), меди (0,006 %), кобальта (0,002-0,004 %,) (Окороков, 1980 г.). Ичикусский массив требует геологического доизучения, так как здесь имеются критерии и признаки платиноидно-никелевого оруденения.

Барбитайский массив расположен в бассейне р.Барбитай, вблизи устья р.Мандрюк. Массив приурочен к зоне Белозиминского разлома широтного направления, разделяющий гнейсы хайламинской толщи от мраморов, гнейсов и сланцев алхадырской свиты. Массив

вытянут вдоль разлома на 8-10 км при ширине 1-3 км. Форма его в плане неправильная, с многочисленными апофизами во вмещающие породы, контакты секущие, кососекущие, крутопадающие. Основной разновидностью пород, слагающих интрузию, являются ортоамфиболиты среднезернистые, сланцеватые темно-серые, нередко переходящие в меланократовые амфиболитизированные габбро. По рекам Хор-Ой и Кабан-Ой, к которым приурочены субширотные разрывные нарушения, габбро нередко окварцованы. На стрелке рек Хор-Ой (правый борт) и Барбитая в окварцованных габбро с зеркалами скольжения установлена редкая тонкая сыпь сульфидов. Металлогеническая специализация Барбитайского массива не определена.

Среднеэльдранское потенциальное рудное поле. В верхнем течении р. Мандрюк и в бассейне р. Сред. Эльдран закартированы разрозненные разновеликие тела перидотитов разной ориентировки, преимущественно субсогласных залеганию вмещающих пород (Макеев и др., 1971). С полем совпадет шлиховой ореол знаковых содержаний хромита, потоки рассеяния никеля с содержаниями 0,006-0,02%, кобальта 0,006-0,02%, хрома 0,006-0,04%, а также вторичные ореолы рассеяния никеля с содержаниями 0,01-0,5% площадью до 1 км². Широко развиты разрозненные пробы с повышенными содержаниями никеля, меди, хрома. Тела перидотитов локализуются в благоприятной вмещающей среде со значительной ролью в разрезе мраморов. Данные по содержаниям никеля в перидотитах описываемой площади отсутствуют, целенаправленное изучение участка на никель не проводилось.

Оно имеет юго-восточное продолжение в бассейне р. Эльдран до р. Ии (Окороков и др., 1980). Здесь развиты потоки рассеяния никеля с содержаниями до 0,03%, кобальта (0,003-0,004%), меди (0,003-0,007), выявлены единичные пункты минерализации никеля (Окороков и др., 1980). Эти площади выглядят более контрастно относительно прилегающих с северо-востока площадей, где содержания никеля на порядок ниже. По данным шлихогеохимии порядок содержаний кобальта и никеля аналогичен потокам рассеяния, а вот меди на порядок выше (0,008-0,08%). Сюда же ложатся разрозненные шлихи со знаковыми содержаниями хромита. Отмечены пункты минерализации никеля.

Данное поле развития перидотитов ложится в зону высоких градиентов поля силы тяжести (на юго-западный склон Мандрюкского гравитационного максимума). Известно, что в зоне высоких градиентов локализуются проявления участков Токты-Ой, Желос.

Эльдранский потенциальный рудный узел. Эльдранский массив имеет площадь 5 км², субширотную вытянутость, неправильную форму, кулисно под углом 25-30° к зоне разлома. Сложен преимущественно зеленоватыми серпентинитами, хлорит-талльковыми и карбонатно-талльковыми сланцами (70-75%) имеющими постепенные переходы к дунитам,

оливинитам, перидотитам, реже гарцбургитов и лерцолитов. Интрузивные контакты с амфиболитами не наблюдались. Отмечены наблюдения перехода от ультраосновных пород к основным через талькиты, слюдистые, тальк-хлорит-актинолитовые сланцы. Прорываются пегматитами бугульминского комплекса.

Над массивом наблюдается контрастный ореол никеля по потокам рассеяния площадью около 8 км² с содержаниями никеля 0,01-0,03%.

Специализированное изучение массива на никель не проводилось. Повышенные концентрации никеля в ультраосновных породах и пироксенитах, наличие контрастного вторичного ореола никеля над ультрабазитами, развитие сульфидов, приуроченность массива к гравитационной ступени, позволяют ожидать выявления здесь месторождения никеля. Площадь рекомендуется для постановки поисковых работ.

3. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАННЕ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Один из первых прогнозов на никеленосность Ийско-Тагульской площади был опубликован в 1980-х годах после того, как в период 1970-80 г. на территории Красноярского края, на границе с Иркутской областью была выявлена уникальная по рудоносности Кингашская рудно-магматическая система, объединяющая вулканогенные комплексы Канского зеленокаменного пояса. Последовательные геологоразведочные работы в пределах системы привели к открытию никель-платинового Кингашского месторождения. Выявленные геолого-съёмочными работами на территории Восточных Саян в Иркутской области широкие поля мафит-ультрамафитовых пород, аналогичных таковым в Кингашской системе, уже не могли быть проигнорированы. Эти исследования свидетельствуют о связи между породами Кингашского месторождения и породами Ийско-Тагульской площади и, соответственно, отнесению последних к породам Кингашского типа.

Вследствие этого, в качестве анализируемой модели для обоснования проведения работ на выбранном участке, используется Кингашское месторождение.

Кингашское сульфидное медно-никелевое месторождение расположено в пределах Идарского Белогорья Восточного Саяна, в верховьях долины р.Кингаш, правого притока р. Кан. На рис. 3.1 представлена схема расположения месторождения и участка геолого-геофизических работ, проводимых в 2002 г. КНИГиМС.

В результате работ были получены различная геологическая, геофизическая и геохимическая информация о составе пород, тектонике, их физ. свойствах и т.п. На данном этапе нас интересует именно геофизическая изученность.

На площади работ проводилась наземная магниторазведка. По результатам съемки сформулирован следующий вывод: в наземном магнитном поле (ΔT_a) выделяются две крупные аномальные области, которые разделены зоной центрального Кингашского разлома. Судя по характеру наземного магнитного поля, вся аномальная область может представлять поисковый интерес.

По результатам поисковых работ масштаба 1:10000 на площади Кингашского массива (15 км^2), проведенных в 1990-94 г. под руководством А.В. Тарасова, комплекс которых включал: литогеохимические поиски, геологические маршруты, наземные геофизические работы (электроразведка методом РС – ВП, профильная магниторазведка, ГИС), горные работы и колонковое бурение, выявлен ряд аномальных ореолов рассеяния никеля, приуроченных к выходам базит-ультрабазитовых пород, серпентинитов и перидотитов идарского комплекса. Также был оконтурен Верхнекингашский (Кингашский) массив и ранее выявленное в нем рудопоявление переведено в разряд наиболее перспективных рудопоявлений сульфидных медно-никелевых руд с платиноидами с прогнозными ресурсами P1 и P2: Ni-1,5 млн. т, Cu-0,78 млн. т, Co- 0,06 млн. т.

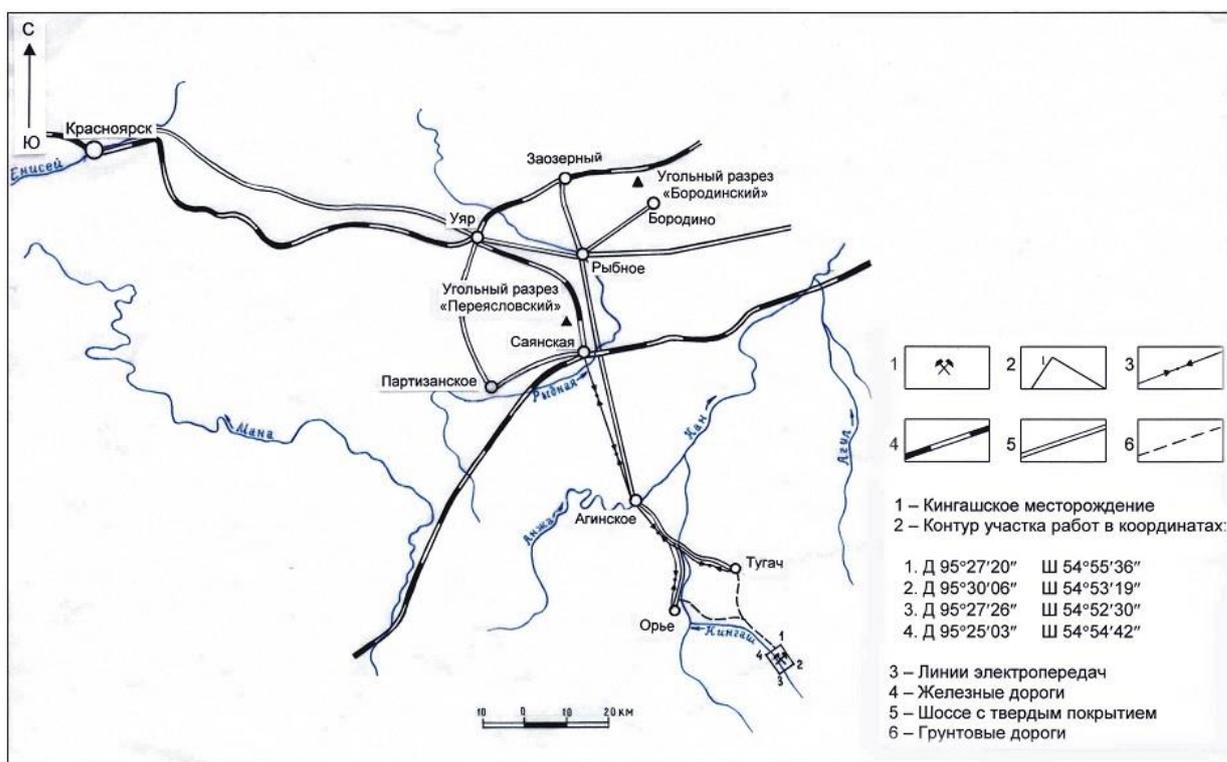


Рис. 3.1 Схема расположения участка оценочных работ на медно-никелевые руды и благородные металлы на Кингашском месторождении

Далее, в 2007-2008 г. компанией ООО «Гео Сервис» был проведен комплекс геофизических исследований, в состав которого входили магниторазведка, электроразведка методами ЕП и ВП и литохимические работы.

По результатам магнитометрических исследований составлен план изолиний приращения полного вектора индукции магнитного поля (ΔT), приведенный на рис. 3.2 и сформулированы следующие выводы:

- 1) В пределах участка выделяется одна крупная интенсивная аномалия магнитного поля, имеющая сложную форму и состоящая из двух основных блоков – северо-восточного и юго-западного, разделённых линейной зоной резко пониженных значений. Аномалия имеет дипольную структуру. С севера, положительная (с интенсивностью до 8000 нТл и более) её часть сопряжена с интенсивным минимумом, характеризующимся интенсивностью более - 3500 нТл. Подобный дипольный вид аномалий характерен для приповерхностных интенсивно намагниченных объектов. Наличие зоны минимума в северной части аномалии обусловлено структурой вектора T . Причём такая структура аномалии магнитного поля характерна для всех рудных объектов Кингашской площади. Скорее всего, этот минимум может маскировать северное окончание массива. Внутренне строение аномалии, как показывает анализ плана изолиний и плана графиков, достаточно сложное;
- 2) Локальные аномалии магнитного поля, обусловленные преимущественно приповерхностными объектами, объединяются в узкие зоны с неоднородной внутренней структурой, простирающие которых повторяет границу серпентинитов. Локализованы эти области преимущественно внутри контура серпентинитов, выявленного по результатам ранее выполненных работ. Исключение составляет южная часть западного блока, где локальные аномалии магнитного поля уходят в габброиды, которые по своим свойствам практически немагнитны или слабомагнитны. Очевидно, что в данном случае происходит, так называемое, «просвечивание» магнитовозмущающего объекта через сравнительно маломощные перекрывающие породы;
- 3) Закартированные в пределах участка мелкие аномалии магнитного поля скорее всего не значимы с точки зрения оценки рудоносности массива.

Электроразведочные исследования проводились двумя методами – методом вызванной поляризации (ВП) и методом естественного электрического поля (ЕП).

При использовании метода ВП снимались значения разности потенциалов (далее, рассчитывались УЭС) и угла сдвига фазы.

На плане изометрии Кингашского месторождения хорошо видна крупная низкоомная (до 30-50 Ом*м) зона, пространственно совпадающая с контуром серпентинитов и повторяющая его серпообразную форму. Эта зона имеет, как и в случае с магнитовозмущающим объектом, явно выраженное северо-восточное падение. В целом,

она характеризуется слабо дифференцированными, резко пониженными значениями сопротивлений. В то же время, её размеры больше, нежели предполагаемая граница серпентинитизированной части массива. Это может говорить о несколько большем размере рудоносной части массива, по сравнению с тем, что предполагалось ранее. Восточная граница низкоомной зоны имеет, скорее всего, тектоническую природу и проявлена во всех электрических полях как линейная низкоомная слабополяризуемая зона.

Интересным является характер распределения сопротивлений над габброидной частью Кингашского массива. В пределах самой южной его части сопротивления достаточно однородны, хотя, по сравнению с серпентинитизированной частью массива, здесь выше и сопротивления и их дисперсия.

В то же время, совершенно иначе в поле сопротивлений проявлена северная часть габброидов, на контакте с серпентинитами и пироксенитами. Для неё характерно наличие локальных линейных зон повышенного сопротивления. Эти зоны имеют юг-юго-западное простирание, совпадающее с генеральным простиранием Кингашского разлома. Вполне вероятно, что подобное распределение сопротивлений обусловлено наличием дайковых тел различного (скорее всего кислого) состава, трассирующих тектонические нарушения. Это обстоятельство позволяет разделять северную и южную области габброидной части массива. Северная часть, видимо, подверглась достаточно серьёзным изменениям, в то время как южная – скорее всего либо не изменена, либо слабо изменена.

По результатам интерпретации данных построен план изоом кажущегося удельного электрического сопротивления (ρ_k) который изображенный на рис. 3.3.

Морфология поля угла сдвига фазы достаточно хорошо согласуется с другими наблюденными на Кингашском месторождении физическими полями. Для серпентинитизированной части Кингашского массива, как следует из анализа плана изолиний, характерны аномальные отрицательные значения угла сдвига фазы, причём для них характерна резко повышенная дисперсия, что, вместе с данными, других физических полей, позволяет сделать вывод о неоднородном характере распределения возмущающих объектов.

По значениям угла сдвига фазы, как и по значениям магнитного поля, в пределах серпентинитизированной части Кингашского массива, отчётливо выделяются западный и восточный блоки, разделённые линейной зоной с фоновыми значениями угла сдвига фазы. Как уже было сказано выше, скорее всего эта зона связана с интенсивным развитием гипергенных процессов вдоль Кингашского разлома, что привело к понижению значений всех физических свойств в её пределах.

Так же в поле угла сдвига фазы уверенно картируются тектонические нарушения юго-восточного и северо-восточного простирания. То, что нарушения юго-восточного простирания картируются положительными значениями угла сдвига фазы, говорит о том, что они залечены высокоомными дайковыми телами, что хорошо согласуется с выводами, сделанными ранее по результатам анализа кажущихся сопротивлений. Пониженная дисперсия при фоновых значениях угла сдвига фазы в южной части массива говорит об отсутствии здесь поляризующихся объектов.

Локальными аномалиями положительных значений угла сдвига фазы на участке, в большинстве случаев, картируются выходы под поверхность дайковых тел кислого состава. Слабополяризующаяся зона, протягивающаяся вдоль северо-восточной границы участка, скорее всего имеет тектоническую природу и ограничивает Кингашский массив.

Отчётливо в поле угла сдвига фазы картируются как сам Кингашский разлом, так и тектонические нарушения северо-восточного и юго-восточного простирания.

План изолиний угла сдвига фазы ($\Delta\phi$) представлен на рис. 3.4.

По результатам комплексной интерпретации геолого-геофизической информации по Кингашскому участку были построены структурная схема и схема результатов интерпретации (рис. 3.5).

В пределах участка, по комплексу признаков отчётливо выделяется Кингашский разлом, известный по геологическим данным. Он приурочен к долине р. Кингаш и проявлен, прежде всего, резким понижением магнитного поля. Влияние разлома на структуру наблюдаемых физических полей проявлено двояко. С одной стороны, в силу того, что разлом, видимо, залечен дайковыми телами кислого состава. Наложённые гидротермальные процессы привели к существенному перераспределению не только ферромагнетиков, но и рудного вещества, сформировав богатые вторичные руды. С другой стороны, гипергенные преобразования непосредственно в долине р. Кингаш привели к частичной дезинтеграции ферромагнетиков и сульфидов.

Схема результатов комплексной интерпретации геолого-геофизических данных (рис. 3.5) составлена по результатам совместной интерпретации имеющихся геолого-геофизических данных. В пределах западной области серпентинитовой части Кингашского массива выделяется крупная комплексная аномалия. Она выделяется по комплексу практически всех геолого-геофизических данных и, видимо, является наиболее перспективной с точки зрения оруденения. На схеме результатов интерпретации она показана под номером 1.

Однако комплексные геофизические аномалии в этой области выходят за пределы Кингашского массива.

Одна из таких областей картируется к югу от области 1 в пределах габброидной части массива. Форма аномалий физических полей, отсутствие в её пределах явно выраженного ореола никеля заставляет говорить о наличии здесь слепого оруденения. В пользу этого говорит и погружение в этом же направлении магнитовозмущающего объекта. Наиболее вероятно, что под габброидами должны находиться серпентиниты с оруденением. Эта перспективная область показана под номером 4.

Под номером 2 на схеме результатов интерпретации выделена перспективная зона в пределах восточной области серпентинитовой части массива. Она имеет меньшие размеры, по сравнению с первой и, скорее всего, менее перспективна, в пользу чего говорит меньшая контрастность аномалий. Однако этот вывод требует подтверждения. Вообще, восточный блок представляется менее перспективным, нежели западный.

Необходимо отметить, что вне Кингашского массива, в пределах участка съёмки, каких-либо перспективных объектов не обнаружено

Выявленная в процессе съёмки аномальная зона оказалась несколько шире предполагавшейся пане. Установлено погружение серпентинитовой части массива на юго-восток (причём как западного, так и восточного блока). Падение объекта – северо-восточное. Характер аномалий – наличие интенсивной аномалии ЕП в зоне падения объекта, не замкнутость аномалий других физических полей в этой области заставляют предполагать наличие рудной зоны по падению массива. Отрицательным признаком является отсутствие над ними явно выраженных ореолов никеля. Однако такое сочетание полей возможно в случае наличия «слепого» оруденения, не выходящего на дневную поверхность. В силу этих соображений, участок выделен как перспективный под номером 3. Скорее всего, участки 2 и 3 необходимо объединить в единую рудную зону.

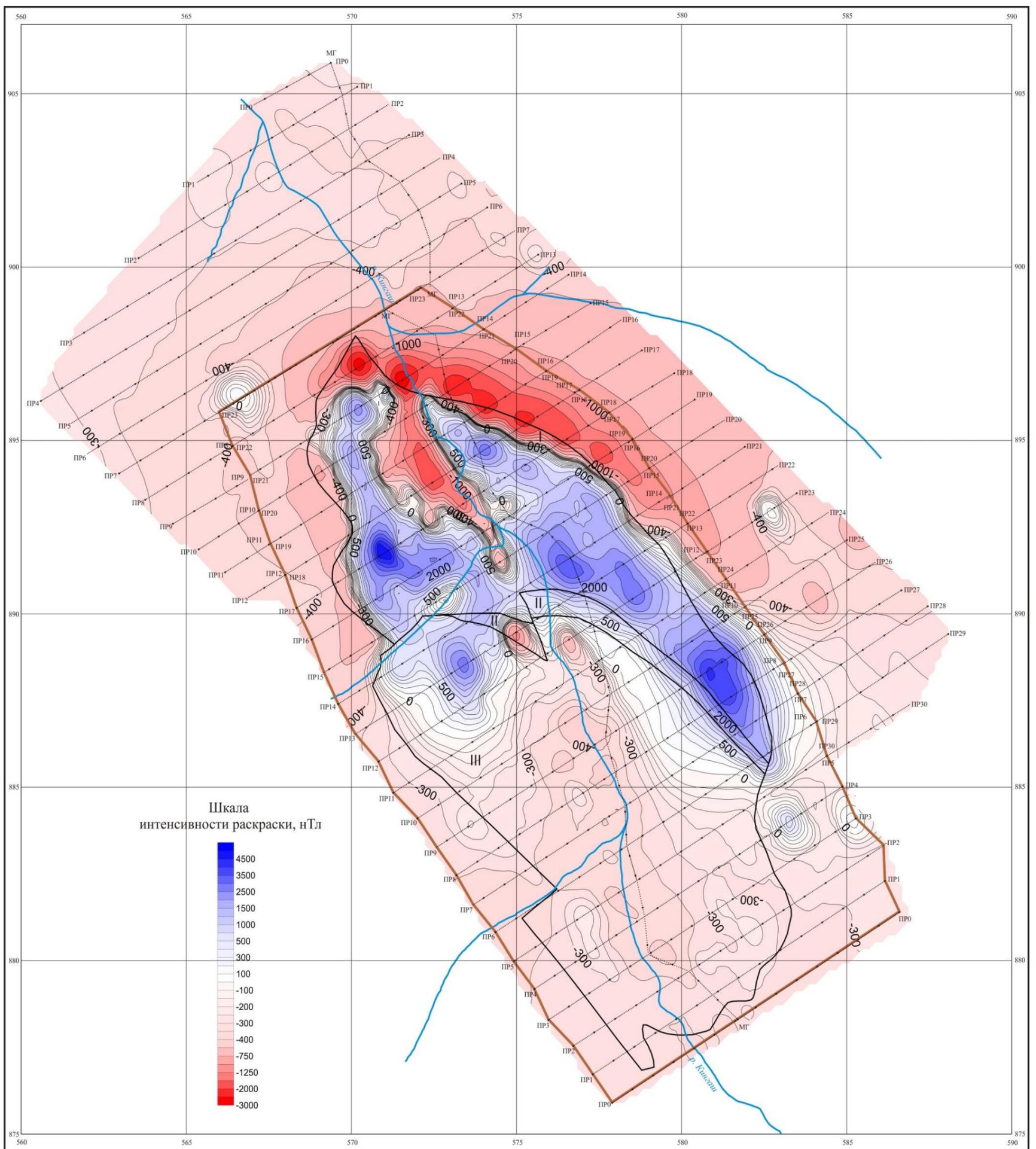
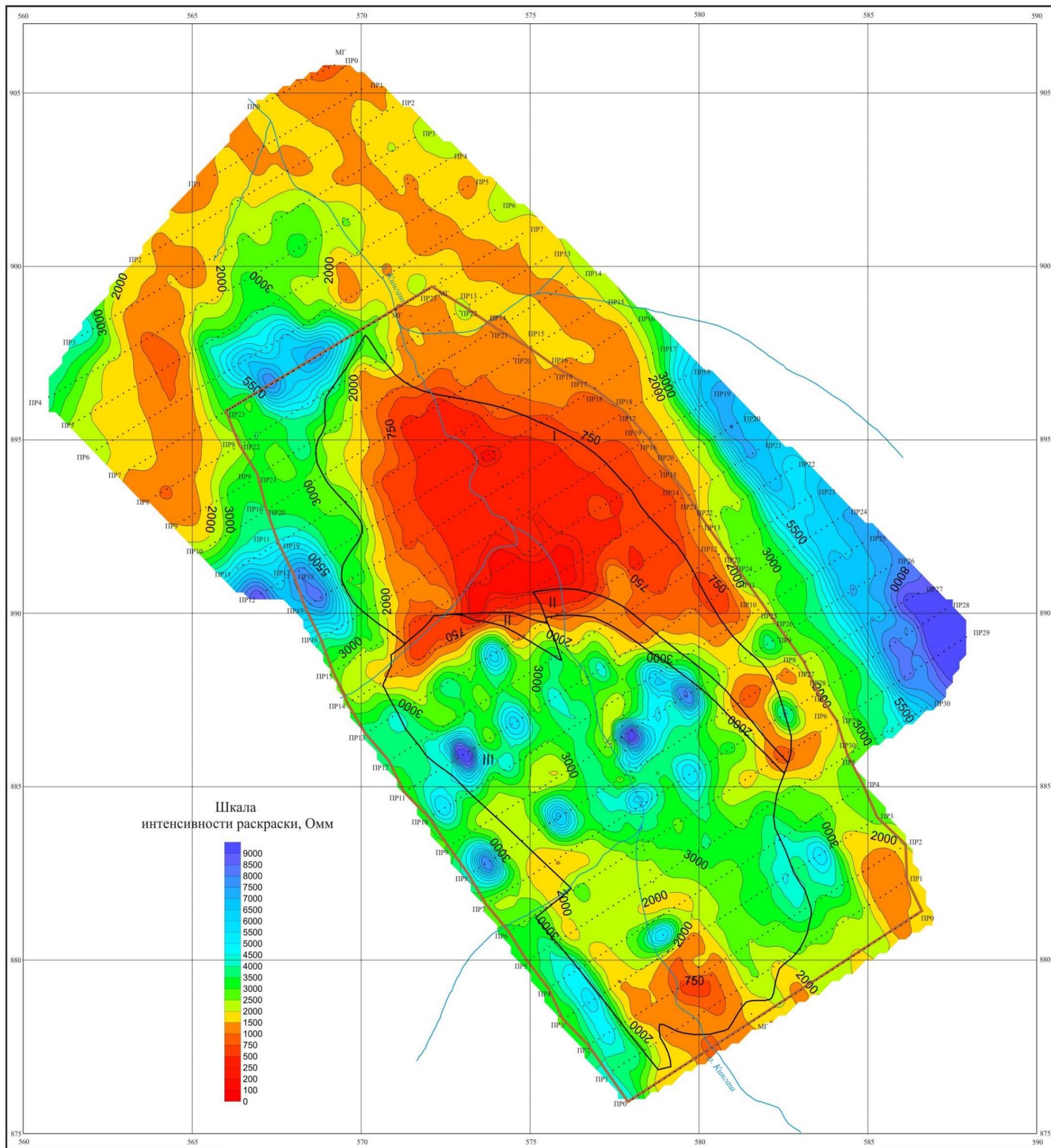
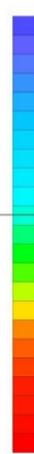


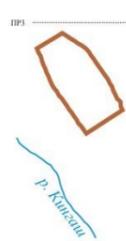
Рис. 3.2 План изолиний приращения полного вектора индукции магнитного поля (ΔT). Масштаб 1 : 5000



Шкала
интенсивности раскраски, Омм



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



— — — — — плановое положение профилей наблюдений
 ————— контур участка съёмки 2007 года
 ————— гидросеть



Кингашский массив и геологические границы по результатам ранее выполненных работ:
 I - серпентиниты;
 II - пироксениты;
 III - габброиды

Рис. 3.3 План изом кажущегося удельного электрического сопротивления (ρ_k). Масштаб 1 : 5000

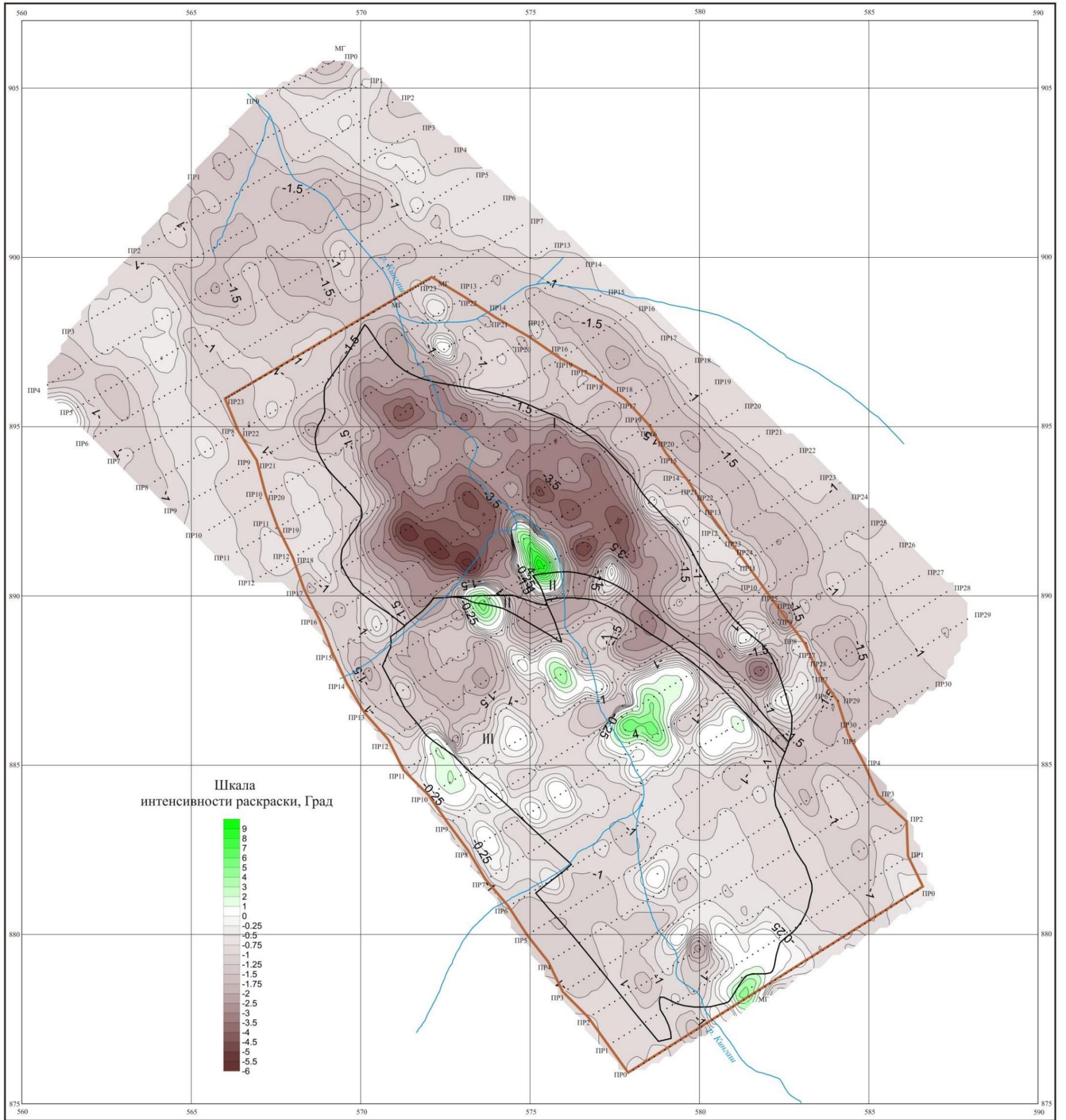


Рис. 3.4 План изолиний угла сдвига фазы ($\Delta\varphi$). Масштаб 1 : 5000

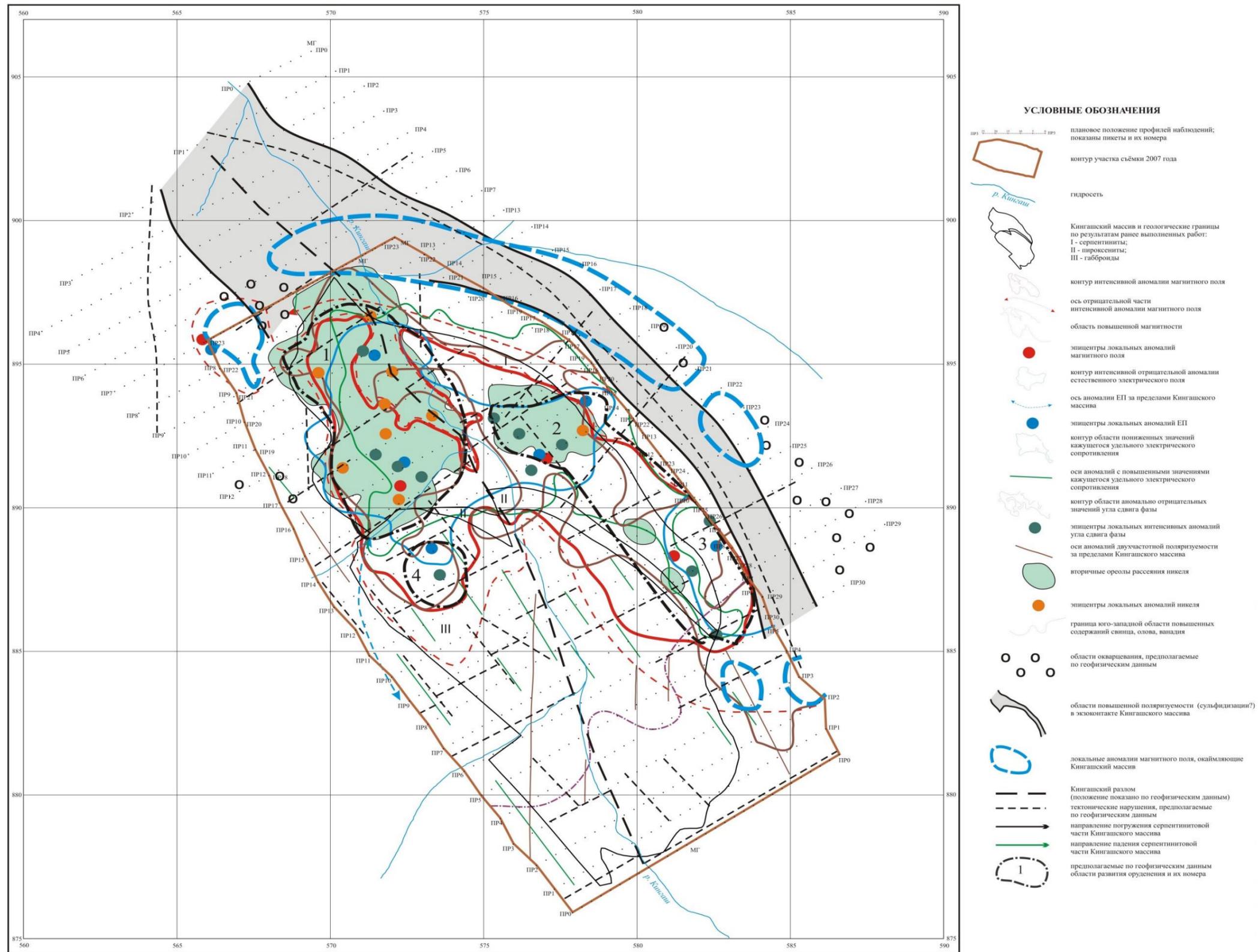


Рис. 3.5 Схема результатов комплексной интерпретации наземных геофизических и литохимических данных. Масштаб 1: 5000

4. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1. Обоснование объекта исследования

Учитывая геологические исследования, проводимые на данной площади, наиболее перспективными участками для проведения поисковых работ, на медно-никелевое оруденение, являются обнажения пород, приуроченных к алхадырской (PR_1 alh) и хайламинской (AR_1 hl) свитам. Наибольший интерес представляет именно алхадырская свита, так как особенностью рудоносных базит-гипербазитов Бирюсинской структурно-фациальной зоны является их приуроченность только к площадям распространения данной свиты. По геологическим данным, участки, благоприятные для поисков медно-никелевого оруденения, расположены в центральной и южной частях исследуемой площади.

Также, в пределах Ийко-Тагульской площади неоднократно проводились аэрогеофизические исследования различных масштабов. Анализируя карту аэромагнитной съемки, проводимой НФ ВСЕГЕИ в 2008 году (рис. 4.1), совместно с геологической картой, видно, что наиболее сильные аномалии магнитного поля распространяются именно в центральной части исследуемого участка. Наиболее явно выделяется участок Желос.

Проектом предусматриваются поисковые работы на участке Желос, площадью – 17,1 км².

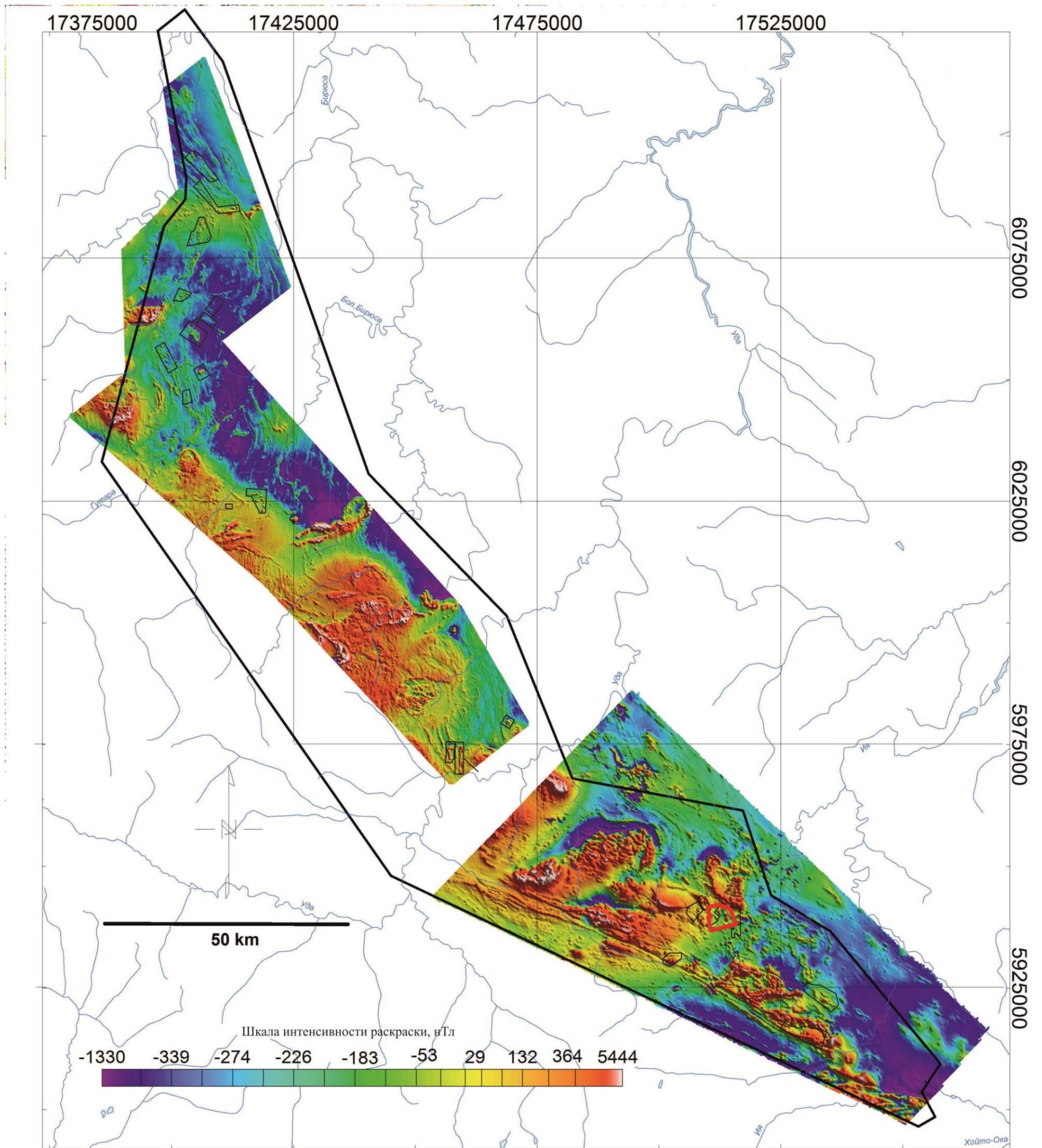


Рис. 4.1 Карта аномального магнитного поля (ΔT_a) Бирюсинской глыбы

- - перспективные участки
- - проектируемый участок Желос

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

По результатам проведенных исследований физических свойств горных пород и руд на соседних участках и геолого-геофизических работ в пределах участка «Желос» определены физические свойства пород и руд (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Физические свойства пород участка «Желос»

Физические свойства	Порода				
	Габбро	Габбро-норит	Перидотит (лерцолит)	Пирротин-пентландитовая руда	Гнейсы
Магнитная восприимчивость, в ед. СГС (сред)	48×10^{-6}	460×10^{-6}	1725×10^{-6}	$560-8900 \times 10^{-6}$	26×10^{-6}
Плотность, г/см ³ (от – до)	2,68 – 3,13	3,05 – 3,36	2,90 – 3,25	3,62 – 4,00	2,3 – 2,6

На площади работ рудовмещающие породы имеют магматический генезис и представлены основными (габбро, гранатовые габбро), ультраосновными (перидотиты, дуниты, лерцолиты) и переходными (габбро-перидотиты) разновидностями. Все перечисленные разновидности в той или иной мере магнитны, при этом магнитная восприимчивость возрастает с повышением основности породы. Вмещающими являются практически немагнитные осадочно-метаморфические породы: гнейсы, граниты, сланцы, кварциты, мраморы. Оруденение локализовано преимущественно в ультраосновных породах и представлено сульфидами, ведущим среди которых является магнитный пирротин.

По электрическим свойствам как магматические (ультрабазиты, пегматиты, граниты), так и метаморфические породы (сланцы, амфиболиты, мигматиты, кварциты и др) относятся к высокоомным, с удельным электрическим сопротивлением от 1000 до нескольких тысяч Ом*м. Уменьшение сопротивления этих пород до первых сотен Ом*м свидетельствует о наличии тектонической трещиноватости, процессов выветривания и сульфидной минерализации. Это обстоятельство создает предпосылки для применения электрических методов сопротивлений, как для уточнения геологического строения площади, так и непосредственно для поиска сульфидных зон и рудных тел.

Вызванная поляризация вкрапленных и прожилково-вкрапленных сульфидных руд также высока и составляет от единиц до десятков процентов. При этом с увеличением объемного содержания вкрапленников поляризуемость возрастает.

Наличие разномагнитных магматических пород и магнитность главного рудного минерала (пирротина), а также дифференцированность электрических свойств пород обуславливают возможность расчленения мафит-ультрамафитовых интрузий на их дифференциаты и выявления рудных зон.

Проведенными наземными геофизическими методами в пределах рудных полей и проявлений выявлены линейные электрические и магнитные аномалии, связанные с сульфидоносными перидотитами урдаокинского комплекса, закартированы массивы ультрабазитов. Геофизическими методами уточнены контуры рудоносных перидотитов.

Желосскому массиву в аэромагнитном поле соответствует площадная аномалия ΔZ с несколькими линейно-вытянутыми аномалиями с максимумами до 200 нТл. По данным наземной магнитометрической съемки базит-ультрабазиты достаточно хорошо картируются положительными аномалиями интенсивностью до 500 (редко 1000) нТл, хотя отдельные разновидности в магнитном поле не отражаются. Магнитная восприимчивость пород колеблется от $300 \cdot 10^{-6}$ до $7000 \cdot 10^{-6}$ ед. СГС. Поле развития Желосской интрузии попадает в пределы одноименного гравитационного максимума интенсивностью до 1,5-2,0 мГл.

Физико-геологическая модель строится по априорному участку работ (Кингашское месторождение), принятым для обоснования проведения работ на проектной площадке (рис. 4.2).

Задачи геофизических исследований следующие:

1) Выявление геофизических аномалий, связанных с платино-медно-никелевым оруденением в пределах Желосского ($17,1 \text{ км}^2$) интрузивного массива. Решается путём проведения комплексных наземных геофизических работ масштаба 1:25000;

2) Изучение внутреннего строения участков проведения работ: расчленение различных по физическим свойствам геологических образований, картирование тектонических нарушений по особенностям структуры физических полей, выявление областей гидротермально-метасоматических преобразований (в том числе окварцевания, сульфидизации), локализация участков развития медно-никелевого оруденения и оценка их потенциального масштаба. Решается путём камеральной обработки и комплексной интерпретации данных геофизических работ с применением современных методов и методик (оценка корреляционных, спектральных, и градиентных характеристик наблюдаемых полей, анализ полученных результатов, кластерный и факторный анализы,

методика распознавания образов (классификация)), а также с привлечением геологических и геохимических материалов.

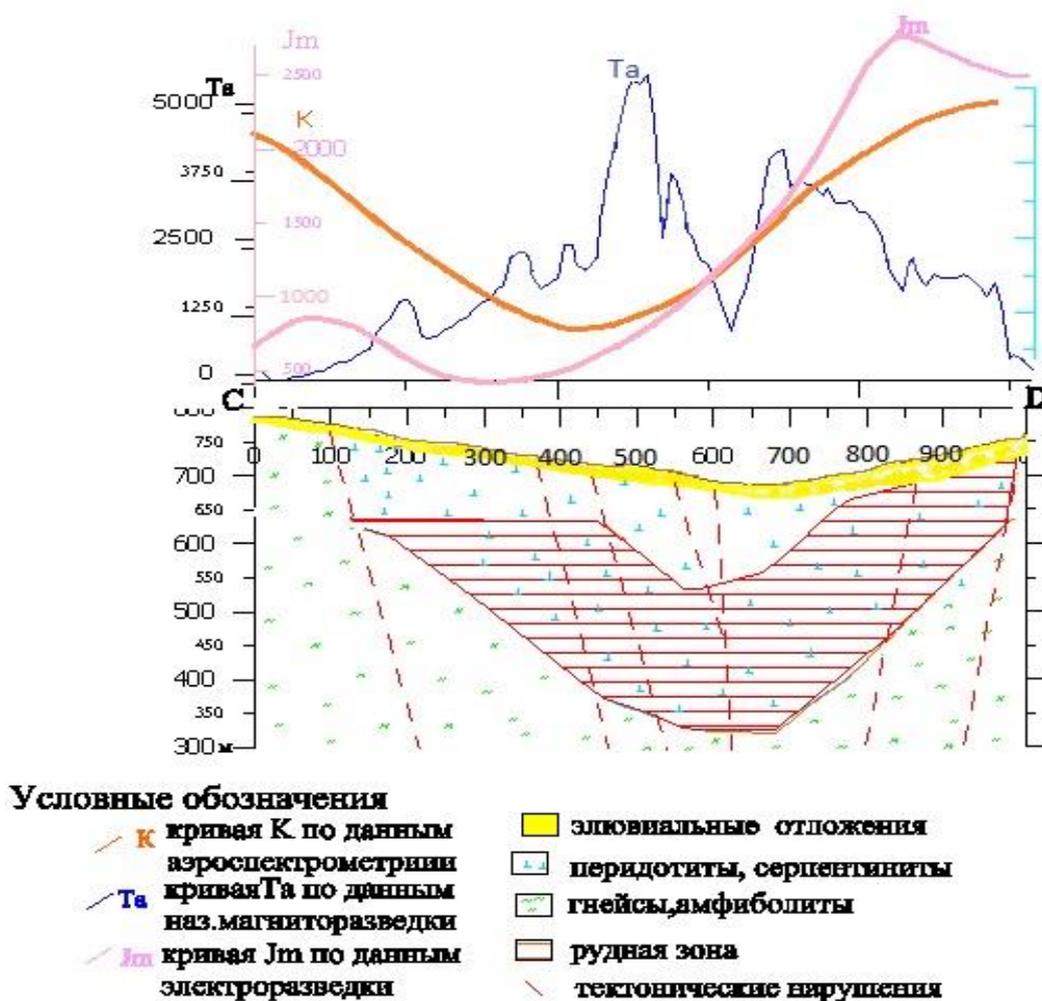


Рис. 4.2 Физико-геологическая модель медно-никелевого объекта для Восточного Саяна (по результатам анализа геофизических данных по Кингашскому месторождению)

4.3. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса

В состав комплекса наземных геофизических работ на участке Желос входят: магнитометрические исследования с шагом по профилю 5 м с использованием магнитометра МИНИМАГ; съёмка ВП с определением угла сдвига фазы и кажущегося электрического сопротивления с использованием измерителя «МЭРИ-24» и генератора «АСТРА-100», с шагом наблюдений 40 м (установка А100М40Н100В); гамма-спектрометрические исследования с шагом 40 метров с использованием цифрового гамма-спектрометра РКП-305. Расстояние между профилями – 200 м).

Работы запроектированы с целью изучения строения участков, выделения наиболее богатых рудных участков, оценки перспектив рудоносности на медно-никелевое оруденение.

Магниторазведочные работы проводятся с целью выделения интенсивных аномалий, перспективных для поисков медно-никелевого оруденения на проектируемом участке. По магнитной восприимчивости вмещающие породы и рудный объект сильно отличаются, следовательно, аномалии над интересующим нас, оруденением будет явно выражаться на картах графиков аномального магнитного поля. На Кингашском месторождении, которое является основным объектом для обоснования данных работ имеется опыт проведения магнитометрических исследований, как аэро-, так и наземных, с положительными результатами.

Электроразведка методом вызванной поляризации в первую очередь направлена на определение поляризуемости сульфидных руд и их УЭС, а также для выделения трещинноватостей, разломов и других тектонических нарушений. При построении ФГМ было отмечено, что породы, слагающие изучаемую площадь, достаточно высокоомные и, скачки сопротивлений на участке распространения этих пород свидетельствуют о неких нарушениях, которые необходимо обнаружить и провести картирование.

Гамма спектрометрия, как поисковый метод, не обсуждая радиоактивные руды, наиболее широкое признание получила при поисках флюидогенных месторождений ряда металлов, а также углеводородных скоплений. Опосредованно гамма спектрометрическое картирование применяется для выделения интрузивных массивов, с которыми связаны руды магматического происхождения. Касательно гидротермальной рудной минерализации, объектом поисков являются околорудные изменения пород. При этом установлено, что продукты калиевого метасоматоза в основном ассоциируют с месторождениями халькофильных элементов. В то время как для ряда месторождений литофильных металлов характерны гидротермальные минералы, преимущественно концентрирующие торий. Трансформацию полей концентрации радиоактивных элементов в областях эпигенетического влияния нефтегазовых скоплений связывают с формированием иллита и перераспределением соединений урана. В настоящее время поисковые работы все в большей мере направлены на выявление объектов, слабопроявленных в геохимических полях. Время контрастных аномалий, по всей видимости, прошло. Отклонения от фоновых значений концентраций естественных радиоактивных элементов (ЕРЭ) на участках наложенных изменений зачастую находятся на уровне погрешности измерений и случайной ошибки. К тому же, за исключением радиоактивных руд, гамма-спектрометрия дает косвенные прогнозно-поисковые

признаки, а для фиксируемых аномальных радиогеохимических отклонений часто характерна полигенность. Как следствие возникает необходимость введения дополнительных критериев для определения связи радиогеохимических неоднородностей с тем или иным геологическим процессом. Следует отметить, что проблема выделения слабо проявленных радиогеохимических аномалий и их генетической идентификации не нова.

Так как оруденение локализовано преимущественно в ультраосновных породах и представлено сульфидами, следовательно, гамма-спектрометрические исследования применяются для выделения крупных зон существенно пониженных концентраций ЕРЭ.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

5.1. Методика и техника полевых работ

5.1.1. Геофизические работы

В состав геофизических работ входят такие методы, как магниторазведка, электроразведка методом ВП и гамма-спектрометрия.

5.1.1.1. Магниторазведка

Магниторазведочные работы применяются для решения следующих задач:

- для расчленения различных (по магнитным свойствам) образований;
- для локализации участков развития медно-никелевого оруденения;
- для картирования тектонических нарушений по особенностям структуры магнитного поля.

Работы выполняются в соответствии с нормативными документами магнитометрами МИНИМАГ. Перед началом и после окончания работ рабочим магнитометром и магнитометром, использовавшимся в режиме МВС, необходимо пройти узловые профили. В качестве МВС используется магнитометр МИНИМАГ.

Магнитовариационные станции располагаются вблизи полевых лагерей в спокойном, неаномальном поле. Вариации измеряются каждую минуту в течение всего рабочего дня. Перед началом работ каждый день необходимо осуществлять проверку работоспособности рабочего прибора и МВС на КП, который совмещён с пунктом, где была оборудована МВС. Одновременно с этим осуществляется согласование часов оператора рядовой съёмки и МВС. Шаг съёмки - 5 метров.

Для выполнения магнитометрических измерений требуется пара рабочих, а именно, оператор, фиксирующий показания магнитного поля магнитометром и рабочий с GPS-навигатором, который отвечает за правильность маршрута. В процессе съёмки

расстояние между магнитометром и GPS-навигатором должно быть таким, чтобы навигатор не создавал помехи. Следовательно, оператор передвигается по профилю позади первого рабочего на расстоянии не менее 10 м.

Для контроля съемки, во избежание повторных маршрутов, оператор списывает показания с магнитометра и привязывает их к координатам в GPS-навигаторе каждые 200 м.

5.1.1.2. Электроразведка методом ВП

Электроразведочные работы выполняются для решения следующих задач:

- для расчленения различных (по удельному электрическому сопротивлению и поляризуемости) образований;
- для выявления областей окварцевания, сульфидизации;
- для оценки потенциального масштаба сульфидного оруденения в пределах базит-гипербазитовых образований.

Перед этими работами стоит задача оценки кажущихся удельных электрических сопротивлений, а также выявления электронных проводников (отрицательный угол сдвига фазы). Работы принято выполнять с аппаратурой в составе измерителя «МЭРИ-24» и генератора «АСТРА-100» в соответствии с нормативными документами (Инструкция по электроразведке, 1984). В качестве источника тока используется переносной генератор «АСТРА-100». Работы выполняются с установкой А100М40N100В.

Из-за резкопересечённого рельефа вдоль профилей, съёмка в модификации ВП-СГ была бы малоэффективной, ввиду больших искажений, связанных с рельефом. Кроме того, в пределах площади работ широко развиты курумы, что значительно осложнило организацию заземлений. В силу этих же причин нецелесообразным было бы выполнение ВЭЗ-ВП. Шаг по профилю составляет 40 м. В качестве питающих и измерительных электродов используются стальные шпильки. Установка смонтирована из провода ГПСМП.

В процессе съемки кажущихся УЭС и угла сдвига фазы электроразведкой методом ВП участвует 7 человек, а именно: 4 рабочих, заземляющие электроды (питающие и приемный), оператор на измерителе, рабочий на генераторе и рабочий с GPS-навигатором, который отвечает за направление всей цепи. Эта цепь должна по максимуму придерживаться истинного направления по профилю, но ввиду погрешностей навигатора и сложной труднопроходимой горно-таежной местности допустимо отклонение от профиля на несколько метров.

5.1.1.3. Гамма-спектрометрическая съемка

Гамма-спектрометрические работы выполняются для решения следующих задач:

- для расчленения различных геологических образований по содержанию естественных радиоактивных элементов (ЕРЭ);
- картирования областей проявления гидротермально-метасоматических изменений;
- для выделения участков потенциально перспективных на медно-никелевое оруденение.

Работы необходимо выполнять цифровым гамма-спектрометром РКП-305 в соответствии с «Методическим руководством по пешеходной, автомобильной и скважинной гамма-спектральной съёмкам» (1975 г.). Ежедневно, перед началом работ и по окончании рабочего маршрута следует проводить контрольные определения концентраций ЕРЭ на КП. В дни с повышенной влажностью работы методом гамма-спектрометрии не проводятся, во избежание завышения концентраций урана.

Для увеличения производительности работ гамма-спектрометрия проводится параллельно с магнитометрическими измерениями. Оператор с гамма-спектрометром движется по профилю и через каждые 40 метров проводит измерения. Каждое измерение длится 100 секунд, поэтому данный метод проводится не по всему участку работ, а по конкретным профилям с наиболее явными аномальными зонами, полученными предшествующими геолого-геофизическими исследованиями.

5.1.2. Топогеодезические работы

Целью работ является определение планового положения профилей на местности и обеспечения достоверности привязки полученных аномалий с точностью не менее 10 м.

Разбивку профилей на местности необходимо осуществить с помощью персонального навигатора GPS Garmin GPSmap 60C в автоматическом режиме осреднения координат до стабилизации средней квадратичной погрешности. В начале и конце каждого профиля выполнить 4-6 наблюдений. При разбивке профиля, необходимо вести контроль направления с помощью навигатора GPS Garmin GPSmap 60C (с использованием выносной антенны), а каждые 200 м – определять координаты промежуточных точек. При этом следует выполнять двукратные, а в случае значительного расхождения результатов –

4-х и более кратные определения координат. Средняя квадратичная погрешность определения координат по внутренней сходимости вычисляется она по формуле (1):

$$M_{xy} = \pm \sqrt{\frac{\sum (bx^2 + by^2)}{\frac{m}{n}(m-n)}} \quad (5.1)$$

При разбивке профилей принято использовать 80-ти метровый мерный шнур из геофизического провода ГПСМП, промеренный по 100-метровой стальной рулетке. Пикетаж профилей осуществлять деревянными, заранее подготовленными пикетами.

В процессе камеральной обработки необходимо пересчитать полученные координаты, определить погрешность определения координат, на топооснову вынести плановое положение профилей и точек наблюдения.

5.1.3. Метрологическое обеспечение работ

В процессе выполнения геологического задания необходимо применять комплекс стандартных измерительных приборов и инструментов, обеспечивающих необходимую точность и качество работ.

Эталонирование GPS Garmin GPSmap 60C выполняется на опорных пунктах на каждом участке до и после начала работ. До начала наблюдений выполняется серия из 40 определений с интервалом 1 минута. После наблюдений выполняется серия из 60 наблюдений с интервалом в 1 минуту. Основные сведения по средствам измерения и метрологическим параметрам приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Сводная таблица методов, средств измерений и метрологических параметров результатов измерений

№ п/п	Объект изме- рений	Измеряемая величина или параметр	Един. изме- рения	Требования по проекту		Характеристика используемых методов и средств измерения				Значения системати- ческих погрешнос- тей	Установленная НТД периодичность и проверка метрологичес- ких параметров
				Доп. погр. (в ед. изме- рения)	Метод измерений рекоменду- емый	Метод измерения	Средство измерения и его тип	Диапазон измерений	Знач. случ. погрешности по интерв. опред. велич.		
1.	горная порода	индукция магнитного поля	нТл	± 5	полевые измерения		МИНИМАГ	20-100 мкТл	не более 0,2	не более 2,5	1 раз в год
2.	горная порода	ρ_k ρ_k	Ом*м Град.	7% 0,1	полевые измерения ЭП-ВП	ЭП-ВП	Измеритель «МЭРИ-24»	0,03-10000 90÷90	не более 2 не более 0,06		1 раз в год
3.	горная порода	K U(Ra) Th	% % %	$\pm 0,3$ $\pm 0,5*10^{-4}$ $\pm 1,5*10^{-4}$	полевые измерения		РКП-305	от 0,2 – 40 до $400*10^{-4}$	не более 15%		не нуждается
4.	среда	координаты	метры	10	полевые измерения		GPS Garmin GPSmap 60C		не более 10 м		н/у

5.2. Интерпретация геофизических данных

Обработка материалов магниторазведки.

Выделяются полевой и камеральный период обработки материалов съемки. В полевой период, после завершения съемочного маршрута, данные со съемочных приборов и вариационного, записанные в память магнитометров, будут переноситься в полевом лагере на жесткий диск персонального компьютера. В программе MagMap вводятся вариации, файл с данными переформатируется в текстовый формат. Далее в программе OASIS montaj создается база данных, в которой просматриваются графики магнитного поля, оценивается их качество, выделяются магнитные аномалии для последующей детализации. Полевые данные "сбрасываются" на переносной жесткий диск и передаются в камеральную группу для обработки.

При камеральной обработке вводятся поправки за вариации, рассчитывается точность рядовой съёмки, строятся графики приращения полного вектора индукции магнитного поля (ΔT) по профилям, с учётом поправок за вариации, а также планы изолиний и планы графиков по участкам. При расчёте ΔT , за уровень нормального поля принимается среднее значение по участкам. На следующем этапе выполняются трансформации магнитного поля с целью более полного извлечения геолого-геофизической информации. При этом используются программные средства для интерпретации и построения отчетных материалов: COSCAD, SURFER.

Для уменьшения неоднозначности интерпретации следует использовать все внешние способы контроля состава и формы вызвавшего аномалию тела.

Для количественной интерпретации магнитных аномалий необходимо использовать прямые и косвенные методы. При использовании прямого метода будет получена информация о предельной глубине объекта. Этот параметр определяется по магнитным аномалиям, если использовать их свойство быстрого убывания по мере удаления от источника.

При косвенных методах интерпретации наблюдаемая магнитная аномалия совмещается с аномалией для некоторой модели и производится аппроксимация намагниченности реального геологического тела, например, моделью диполя. Данный метод позволяет определить форму и размеры объекта для высокомагнитных рудных тел, коими и являются объекты поиска.

Обработка материалов электроразведки методом ВП.

Полученные съемочные материалы переносятся на жесткий диск ПК. Далее, при камеральной обработке рассчитываются: коэффициент установки, кажущиеся удельные электрические сопротивления (ρ_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 η_k на составные части, соответствующие элементам реальной сложной структуры, и в последующей количественной интерпретации каждой части. Второй – статистическое выявление общих черт графиков η_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.

Обработка материалов 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 ПОИСКА МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ОРУДЕНЕНИЯ

При проведении геофизических работ на поиски полиметаллов, сульфидных медно-никелевых оруденений (в том числе на Кингашском месторождении), комплекс методов показал хорошие информативные результаты, но, для оценки поведения распространения исследуемых объектов на глубину целесообразно ввести один из методов зондирования. В качестве дополнительного метода рассматривается зондирование методом переходных процессов (ЗМПП). В данном разделе описываются теоретические особенности данного метода, его сущность и применение для поиска аналогичных оруденений.

6.1. Теоретические сведения о методе

Метод переходных процессов – это метод электроразведки, основанный на изучении переходного процесса, связанного с возникновением магнитного поля вихревых токов, возникающих в электропроводной среде при резком изменении постоянного магнитного поля.

Изначально, на первых этапах развития, метод предназначался для решения рудных задач, таких, как поиски хорошо проводящих массивных сульфидных руд. В результате развития измерительной техники и совершенствования программно-математического обеспечения, круг решаемых задач значительно расширился, но первичное назначение МПП остается приоритетным и на сегодняшний день.

Методы переходных процессов (МПП) по физической природе являются индукционными.

Сущность МПП заключается в измерении магнитных компонент 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:

$$I(t) = I \cdot [1-l(t)], \quad (6.2)$$

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

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

Если через какой-либо незаземленный контур пропустить кратковременный импульс тока, то в пространстве, окружающем этот контур, возникает первичное магнитное поле, синхронное в ближней зоне с током в питающем контуре. Это переменное магнитное поле индуцирует в проводящих областях геоэлектрического разреза нестационарные электрические токи, которые, в соответствии с законом индукции, своим магнитным полем стремятся сохранить постоянным первичное поле внутри проводящих областей разреза. При контурных фронтах токовых импульсов в момент резкого изменения первичного поля, вторичные токи распределяются в приповерхностных частях проводящих областей, затем они проникают вглубь этих областей, постепенно затухая вследствие тепловых потерь.

Нестационарное магнитное поле исследуют после исчезновения первичного поля.

В среде, где отсутствуют свободные электрические заряды, а энергия расходуется только на тепло, неустановившееся электромагнитное поле описывается уравнениями Максвелла:

$$\operatorname{rot} \mathbf{H} = \mathbf{j} + \dot{\mathbf{D}}, \operatorname{rot} \mathbf{E} = -\dot{\mathbf{B}}, \operatorname{div} \mathbf{D} = 0, \operatorname{div} \mathbf{B} = 0, \quad (6.4)$$

где точка над символом означает дифференцирование по времени, и уравнениями материальных связей:

$$\mathbf{j} = \sigma \mathbf{E}, \mathbf{D} = \varepsilon \mathbf{E}, \mathbf{B} = \mu \mathbf{H}. \quad (6.5)$$

Таким образом, решается общая для многих методов электроразведки задача исключения из результатов наблюдений первичного поля источников, не несущего геологической информации. Соответственно снижаются требования к точности измерения магнитного поля. Зависимость скорости затухания токов, наведенных в различных геологических объектах, от их проводимости и размеров позволяет разделить во времени влияние различных элементов геоэлектрического разреза на наблюдаемое поле и выбирать время регистрации переходных процессов применительно к характеру решаемой геологической задачи. Тепловые потери в проводнике и его размеры определяют скорость затухания вихревых токов. Длительность переходного процесса напрямую зависит от размеров и электропроводности проводящего тела и возрастает с увеличением этих показателей. Поэтому, определяющим фактором качества проводника (размер и электропроводность) является крутизна переходной характеристики.

Измерять нестационарное поле технически труднее, чем гармонически меняющееся поле.

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, используемая при измерениях МПП

При электроразведочных измерениях методом переходных процессов, в качестве измерительного устройства используется аппаратура TEM-FAST 48НРС (компания «Electro Magnetic Research» совместного производства Россия–Нидерланды) (рис. 6.3).

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 «TEM -Fast» позволяет:

- одновременно получать информацию, как о первых метрах, так и о глубинах в сотни метров;
- устойчиво работать на городских улицах и промышленных объектах при уровнях помех в приемнике вольт и более;
- 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 «TEM-Fast» занимает объем дипломат-кейса и весит 5 кг.

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



Рис. 6.1 Общий вид аппаратуры TEM-FAST 48HPC без приёмно-передающих контуров

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

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 $r = 2$ Ом и $2 \times 50=100$ м, $r = 4$ 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.

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 простирания 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 простирания аномалии. Генераторная петля располагается так, чтобы детализируемая аномальная зона находилась внутри петли в ее центральной части. Наблюдения обычно ведутся по сети 50x20 либо 100x50 м с необходимым сгущением в наиболее интересных участках профиля.

Результаты поисковой съемки представляются в виде графиков отношения ЭДС к силе тока 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.

Диапазон времен регистрации переходного процесса определяется возможностями аппаратуры и стоящей геологической задачи (т.е. ожидаемым размером тела, его формой и проводимостью). В каждый момент времени регистрации переходного процесса (t в мс) аппаратура оказывается настроенной на получение максимального сигнала от локального проводника с показателем затухания:

$$\alpha = (\sigma\mu a^2)^{-1} = 80/t. \quad (6.6)$$

При этом сигналы от проводников с наименьшими α подавляются слабо, а с большими – весьма эффективно, что позволяет добиться максимального отношения полезного сигнала к сигналу-помехе от неоднородностей во вмещающих и перекрывающих породах. Для промышленно интересных рудных залежей α находится в пределах 2 – 50, поэтому оптимальный диапазон времен t будет 1,6 – 40 мс.

При площадных поисковых работах МППО сеть съемки определяется размером используемых петель, т.к. наиболее рационально вокруг каждой стоянки генераторно-измерительной группы последовательно раскладывать четыре петли (сторона в стороне). При этом у соседних петель удастся дважды использовать один общий провод.

На каждой стоянке последовательно измеряют амплитуду неустановившегося сигнала $\varepsilon(t)$ на всех возможных для используемой аппаратуры временах t в каждой из четырех петель. В начале и конце цикла наблюдений измеряется амплитуда импульсов тока I , на которую нормируют измеренные величины $\varepsilon(t)$. Полученные значения $\varepsilon(t)/I$ (в мкВ/А) относят к центрам соответствующих петель (рис. 6.4).

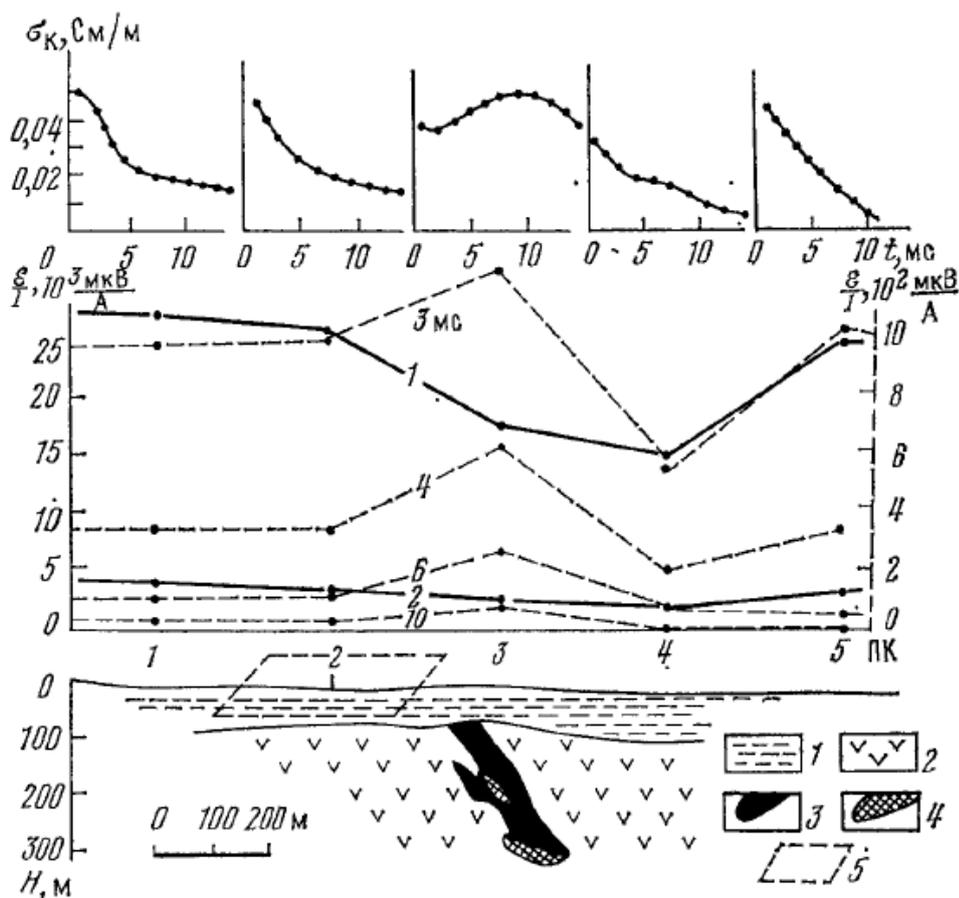


Рис. 6.2 Результаты съемки МПП при поисках медно-колчеданных объектов

1 – песчано-глинистые отложения; 2 – вулканогенные породы; 3 – сплошные руды; 4 – вкрапленные руды; 5 – установка МППО, петли 300x300 м.

Детализационные работы для уточнения положения и определения параметров искомых тел в пределах «аномальных петель» МППО выполняют, как правило, в варианте МППР, но можно и с установкой МППО. В случае МППО петли раскладывают с перекрытием, а их размер уменьшают в несколько раз по сравнению с поисковой установкой МППО.

Размер генераторных петель в МППР должен не менее чем в 1,5 раза превосходить глубину опоискования. На каждой точке съемочного планшета с помощью автономной рамки на одном-двух оптимальных временах измеряют вертикальную ε_2/I и горизонтальную ε_x/I составляющие неустановившегося сигнала. В эпицентрах аномалий на всех временах снимают полные переходные характеристики, которые необходимы для интерпретации.

В процессе съемки обычно перемещают только автономную рамку, сигнал от которой передается по бифиляру на стоянку генераторно-измерительной группы. При размотке бифиляра выполняют рядовую съемку, а при обратном ходе выполняют повторные наблюдения и дополнительно детализируют отдельные аномалии.

Во всех модификациях МПП допустимая средняя арифметическая погрешность измерений ε/I составляет 20%.

6.4. Обработка и интерпретация данных МПП

Результаты площадных съемок МППО первоначально могут представляться в виде графиков, карт графиков и карт изолиний измеренного неустановившегося сигнала для различных времен t . Для простых геоэлектрических разрезов по этим материалам по амплитудному признаку удастся выделить «аномальные петли», заслуживающие дальнейших детальных исследований.

В сложных геоэлектрических условиях при наличии мощных покровных и хорошо проводящих рудовмещающих пород затянутые во времени переходные процессы могут наблюдаться и на безрудных площадях. Таким образом, полезный сигнал от рудной залежи приходится выделять на фоне сигнала-помехи от нерудных образований. В этом случае в качестве информационного параметра рекомендуется использовать кажущуюся проводимость σ_k и ее зависимость от времени регистрации.

Параметр σ_k при наблюдениях с совмещенными квадратными петлями находят из асимптотического соотношения между неустановившимся сигналом ε в петле со стороны $2l$ для момента t и проводимостью однородного полупространства:

$$\sigma_k(t) = 800t / (12\tau_k), \quad (6.7)$$

здесь τ_k - кажущееся обобщенное время;

$$\tau_k = [\varepsilon t / (111\Pi)]^{-2/3}. \quad (6.8)$$

В этих выражениях ε - в мкВ; I - в А; t - в мс; l - в м.

Результаты пересчета переходных характеристик ε/I в кривые σ_k для их качественной интерпретации удобно представлять в виде карт графиков или планов расположения петель, где для каждой петли в линейных масштабах изображают зависимость σ_k от t . Признаком наличия рудного тела под проводящими насосами является нарушение монотонности спада σ_k с ростом t . Перестроенные в двойном логарифмическом масштабе кривые σ_k в зависимости от τ_k для безрудных участков могут быть проинтерпретированы по двухслойным палеткам для определения продольной проводимости покровных отложений ($S_1 = h_1 \sigma_1$) и проводимости коренных пород σ_2 . Таким образом, в МППО могут решаться задачи геокартирования.

Возможна и беспалеточная интерпретация данных МППО, позволяющая трансформировать переходную характеристику ε/I в зависимость кажущейся продольной проводимости разреза S_k от эффективной глубины исследования H_k :

$$H_k = 2 \cdot 10^{-3} [2l |d\varepsilon/dt| I / (d\varepsilon/dt)^2]^{1/3}, \quad (6.9)$$

$$S_k = 1.9 \cdot 10^{-3} (2l/H_k)^4 / (d\varepsilon/dt). \quad (6.10)$$

Для качественной интерпретации данных МППО результаты целесообразно представлять в виде разрезов изолиний σ_k и S_k .

Оценить геологическую природу аномалий МППО можно по величине показателя затухания $\alpha = 1/\sigma\mu Q$.

Для определения α может быть использовано несколько приемов. Все они основаны на приближенной аппроксимации правой ветви переходной характеристики, описываемой бесконечной суммой экспонент, ее первым членом. При этом условии:

$$\varepsilon(t)/I = K\alpha \exp(-\alpha t). \quad (6.11)$$

Здесь коэффициент K и m зависят от формы тела и положения точки наблюдения.

Составим выражение для отношения производной от сигнала по времени к величине самого сигнала:

$$d/dt[\varepsilon(t)/I] / [\varepsilon(t)/I] = m\alpha. \quad (6.12)$$

Это отношение определяет α . Для вычисления приведенного выше отношения кривую ε/I , построенную в арифметическом масштабе, разбивают на участки Δt длительностью около 1 мс. Для каждого такого участка графически определяют производную и вычисляют $m\alpha$. Затем строят кривую зависимости $m\alpha$ от t . Горизонтальная асимптота этой кривой определяет истинное значение $m\alpha$.

Интерпретацию результатов полевых работ на стадии детализации выполняют с привлечением графиков распределения компонент для вдоль интерпретационных

профилей, а также переходных характеристик, снятых в центральной или осевой частях аномальных зон.

В начальный этап интерпретации принимают гипотезу о возможной форме источника аномального поля и аппроксимируют его проводником простой формы – шаром, цилиндром и т.д. при этом используют имеющуюся геологическую информацию, данные других геофизических методов, принимают во внимание конфигурацию аномальной зоны, выделенной в процессе общих съемок.

Глубину залегания объекта, вызвавшего аномалию, оценивают примерами, совпадающими с теми, которые изложены для низкочастотных индуктивных методов. Это совпадение объясняется сходством источников вторичного поля.

По переходной характеристике аномального поля определяют параметр α , от которого в соответствии с выбранной гипотезой о форме объекта переходят к произведению σQ .

Размер локального объекта может быть вычислен по величине амплитуды аномалии для времени с учетом ранее найденных величин α , h по формуле:

$$A = 1,2h[\varepsilon I / (\text{Spf}^{\circ}(h/l)L)]^{1/3}. \quad (6.13)$$

6.5. Практическое применение метода при поисках полиметаллических руд

При поисках полиметаллических руд на условном объекте исследования электроразведочные работы выполнялись с использованием индукционного метода переходных процессов (МПП).

Зондирования МПП выполнялись 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 (рис. 6.1 – 6.2). 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 следующий вывод: рудоносные толщи выделяются повышенной проводимостью и четко проявляются в разрезах пониженным сопротивлением. На примере первого профиля можно сказать, что наиболее крупная зона оруденения выделяется на глубине 100 – 200 м мощностью от 100 до 200 м и длиной до 900 м. Сопротивления пород не превышают 20 – 25 Ом*м; области повышенной проводимости, связанные с полиметаллическим оруденением имеют значения сопротивлений – от 70 до 160 Ом*м и распространяются в верхней части разреза вблизи предполагаемых рудных объектов.

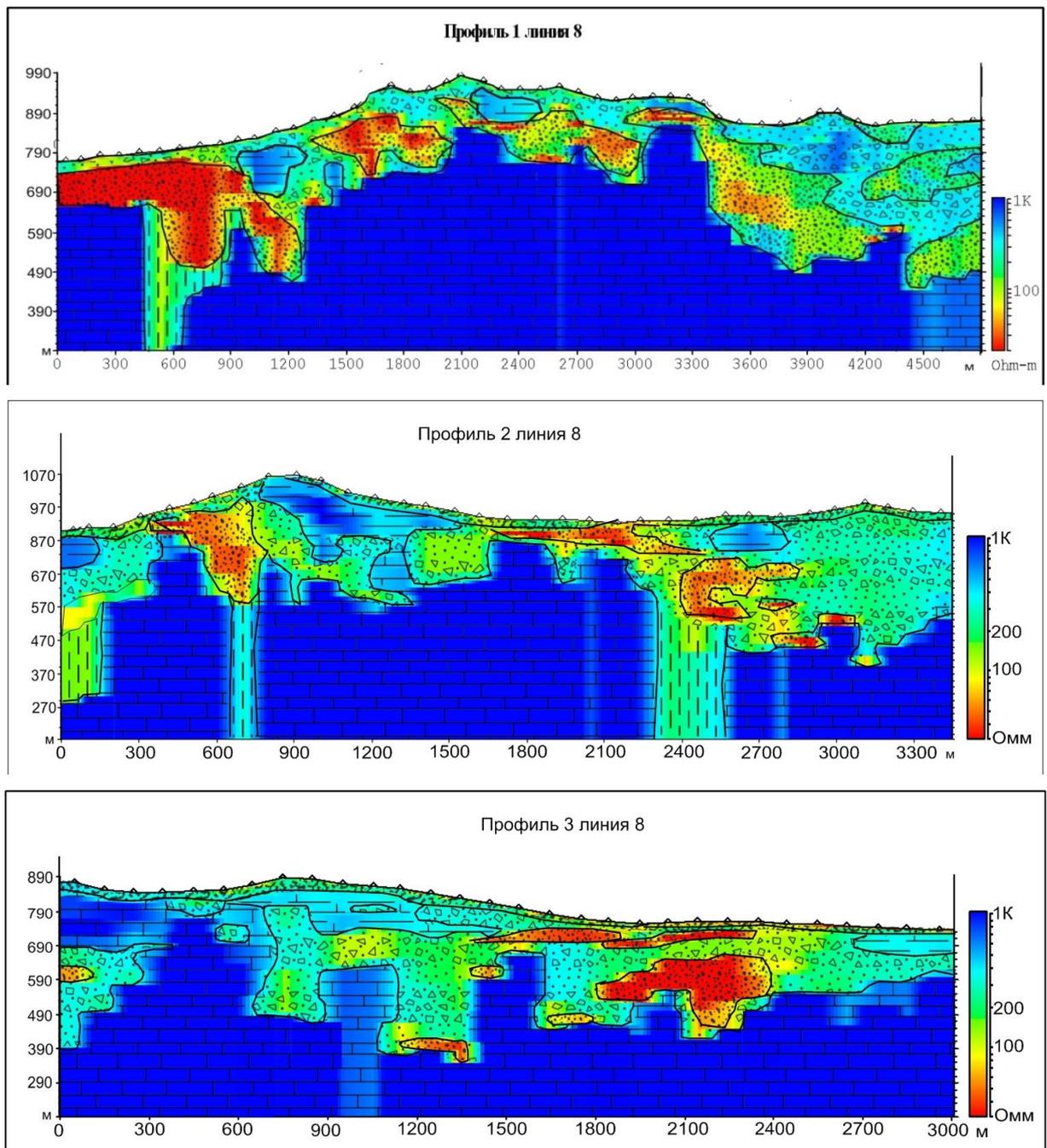


Рис. 6.3 Разрезы по профилям 1 – 3. МПП при поисках полиметаллических руд

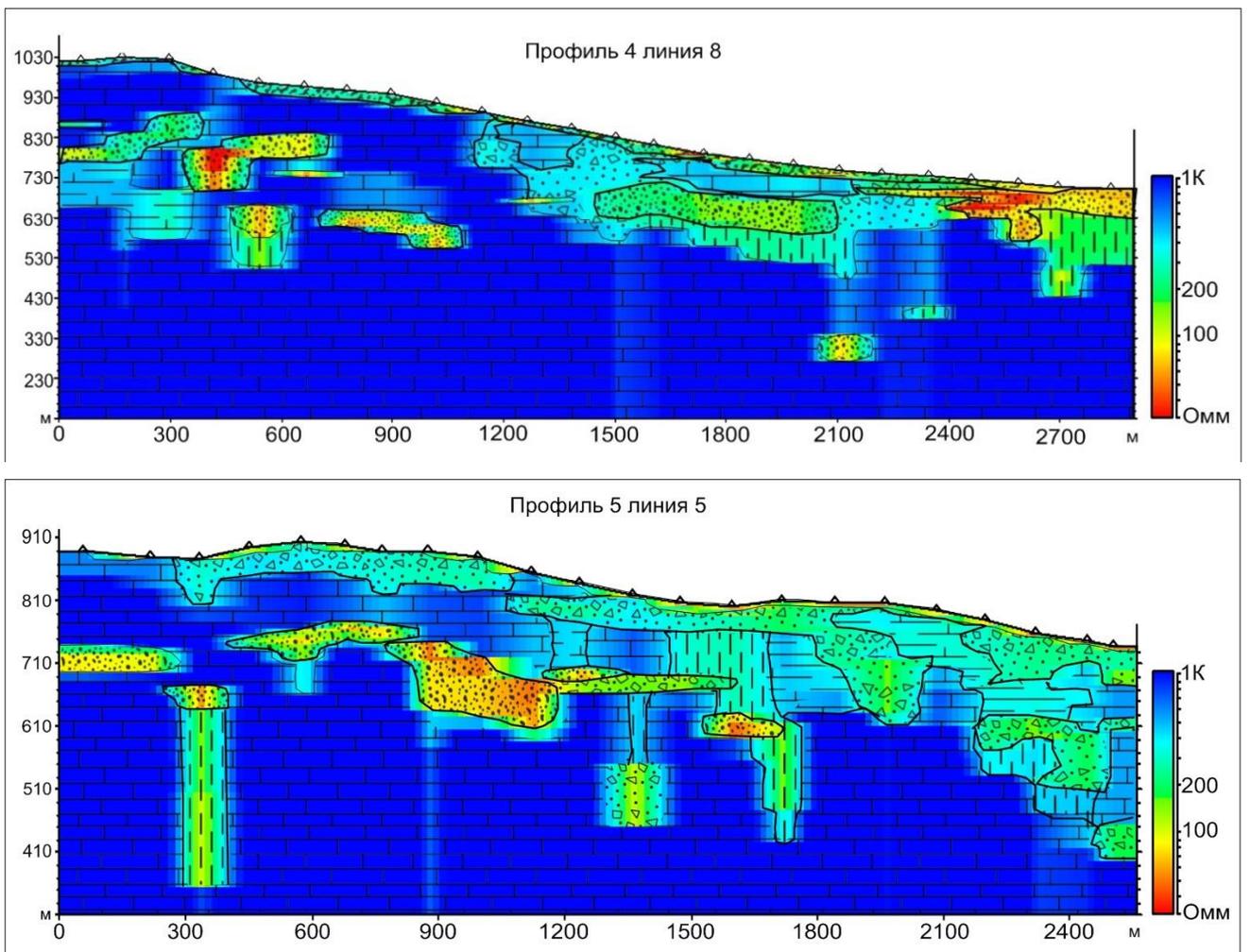


Рис. 6.4 Разрезы по профилям 4 – 5. МПП при поисках полиметаллических руд

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 – 17,1 км².

Магниторазведка: геологической задачей магниторазведки является выявление локальных магнитных аномалий. Магнитная съемка масштаба 1:20000 будет проводиться на участке Желос общей площадью 17,1 км². Участки будут подготавливаться по предварительно подготовленной на местности сети наблюдений 200x20 метров. Расстояние между съемочными профилями 200 метров. Пикетаж по профилям широтного направления разбивается через 20 метров.

Электроразведка методом ВП: геологической задачей электропрофилирования является выделение аномалий низкого УЭС и высокого значения поляризуемости. Для этого предусматривается сеть наблюдений 200x40 м. Съемка выполняется по предварительно подготовленной сети. Расстояние между профилями – 200 м, шаг съемки – 40 м.

Гамма-спектрометрия: геологической задачей гамма-съемки является выделение аномалий радиоактивных компонентов (K, U, Th). Сеть наблюдений – 200x40 м. Расстояние между профилями – 200 м, шаг по профилю – 40 м.

Виды и объемы проектируемых работ

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм	Кол-во		
1	Магниторазведка	Пог. км	85,5	Масштаб съемки 1:20000 Категория трудности – IV	Магнитометр МИНИМАГ
2	Электроразведка методом ВП	Пог. км	85,5	Масштаб съемки 1:20000 Категория трудности – IV	Измеритель «МЭРИ- 24», генератор «Астра-100», эл./разведочные электроды, провод ГПСМПО
3	Гамма- спектрометрия	Пог. км	85,5	Масштаб съемки 1:20000 Категория трудности – IV	Гамма-спектрометр РКП-305

7.2. Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования

Расчеты затрат времени, труда, материалов и оборудования производим для каждого проектируемого вида работ. Эти расчеты оформлены в виде таблиц.

7.2.1. Расчет затрат времени

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)	Затраты времени, отр/мес
1	2	3	4	5	6	7	8
1.Магниторазведка, лето, проф. шаг 20 м., категория трудности IV (ССН-93, ч.3, т.30, н.57)	40	км	6,25	17,1	2,67	2,89	0,11
2.Наблюдение геомагнитных вариаций, работы за пределами населённого пункта, лето (ССН-93, ч.3, т.37)				17,1			0,11
3. Метод ВП, проф. шаг 40 м., лето, категория трудности V (ССН-93, ч.2, т.2.5, н.373)	40	км	16,4	17,1	7,01	9,12	0,35
4. Гамма-спектрометрия (ССН-93, ч.3-7, т.3.1, стр.12)	10	км	4,2	17,1	7,18	7,79	0,3

Таблица 7.3

Расчет затрат времени на камеральные работы

Метод	Нормативный объём	Единица измерения	Норма	Объём	Затраты времени (отр/мес)
1	2	3	4	5	6
1. Магниторазведка (ССН-93, ч.3, т.38)	17500	точка	1	855	0,04
2. Метод ВП (ССН-93, ч.2, т.5.1, н.12)	1	отрядомесяц	0,7	0,36	0,25
3. Гаммаспектрометрия (ССН-93, ч.3-7, т.3.3, стр.12)	10	км	1,02	17,1	0,68

Таблица 7.4

Расчет затрат времени на топогеодезические работы

Метод	Нормативн. объём	Единица измер.	Норма	объём	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	17,1	3,42	0,13
2. Изготовление вех (ССН-93, ч.9, т.92, н.1)	1	шт	0,02	171	3,42	0,13
3. Изготовление пикетов(ССН-93, ч.9, т.92, н.2)	1	шт	0,01	427,5	4,275	0,16
4. Перенесение на местность точек профиля, категория трудности IV (ССН-93, ч.9, т.48, н.3)	1	точка	0,1	34,2	3,42	0,13
5. Аналитическая привязка точек, категория трудности IV (ССН-93, ч.9, т.50, н.4)	1	точка	0,18	51,3	9,234	0,36

7.2.2. 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.	Объём работ	Норма по ССН	Состав полевой бригады	Общие трудовозатраты, чел/см
Магниторазведка	бр/см	2,89	ССН 3-3, табл. 32	2	5,78
Наблюдение вариаций (за пределами населённого пункта)	бр/см	2,89	ССН 3-3, табл. 37	1	2,89
Электроразведка ВП	бр/см	9,12	ССН 3-2, табл. 2.16, 2.17	7	63,84

1	2	3	4	5	6
Гамма-спектрометрия	бр/см	7,79	ССН 3-7, табл. 3.2	2	15,58
Разбивка и вешение профилей	бр/см	3,42	ССН 9, табл. 43, н.1	2	6,84
Изготовление вех	бр/см	3,42	ССН 9, табл. 93	0,5	1,71
Изготовление пикетов	бр/см	4,27	ССН 9, табл. 93	0,5	2,1
Перенесение на местность точек профиля,	бр/см	3,42	ССН 9, табл. 49, н.3	0,5	1,71
Аналитическая привязка точек	бр/см	9,23	ССН 9, табл. 51, н.4	0,5	4,6
Автотранспорт (водитель)	отр/см	15,45	ССН 10, табл. 44	1	15,45
Всего					120,5

7.2.3. 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 ²	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

Оборудование для геофизических работ, проводимых в полевых условиях, представлено в таблице 7.7.

Таблица 7.7

Оборудование

Оборудование	Ед. изм.	Объём
1	2	3
Ноутбук	шт.	1
Спутниковый телефон	шт.	1
Съемный жесткий диск	шт.	1
Приборы:		
Магнитометр МИНИМАГ	шт.	4
Гамма-спектрометр РКП-305	шт.	2
Измеритель «МЭРИ-24»	шт.	1
Генератор «Астра-100»	шт.	1

7.3. 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.

7.3.1. 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.

Таблица 7.8

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	6	7	8	9
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	0,11413	23 605	1,493	308742	35237,71
Измерение вариаций магнитного поля	отр/мес	91803	0,11413	10 478	1,219	111926	12774,48
Электроразведка методом ВП	отр/мес	581874	0,35938	209 116	1,517	882587	317186,54
Гамма-спектрометрия	отр/мес	71769	0,30679	22 018	2,160	155021	47558,87
Разбивка и вешение профилей	отр/мес	177751,9	0,13465	23 934	1,570	278999	37566,05
Изготовление вех	отр/мес	62525,4	0,13465	8 419	1,939	121249	16325,68
Изготовление пикетов	отр/мес	100839,0	0,16831	16 972	1,901	191675	32260,21
Перенесение на местность точек профиля	отр/мес	192000,8	0,13465	25 852	2,410	462645	62293,16
Аналитическая привязка точек	отр/мес	169075,9	0,36354	61 466	1,574	266193	96772,74
2. Организация полевых работ	%		1,50	6 028			9869,63
3. Ликвидация полевых работ	%		1,20	4 822			7895,71
4. Камеральные работы				78 238			159 605
4.1. Камеральные магниторазведочные работы	отр/мес	73870	0,04886	3 609	2,040	150694	7362,47

1	2	3	4	5	6	7	8
4.2. Камеральные электроразведочные работы ВП	отр/мес	176346	0,25157	44 363	2,040	359745	90500,36
4.3. Камеральные гамма-спектрометрические работы	отр/мес	44074	0,68669	30 266	2,040	89912	61741,91
Б. Сопутствующие работы и затраты	руб.			80 515			71 497
Транспортировка грузов и персонала	отр/см	1915,0	42,04	80 515	0,888	1701	71497
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			1 047 403
IV. Компенсируемые затраты	руб.			41 115			88571
Полевое довольствие	чел/см	150,0	236,18981	35 428	3	375	88571
Итого IV	руб.			35 428			88 571
Итого I+II+III+IV	руб.			695 467			1 135 974
VI. Резерв	%	3,0	3	20 864			27 205
Итого I-VI	руб.			716 331			1 163 180
VII. НДС	%		18	128 940			209 372
ВСЕГО по СМЕТЕ С НДС	руб.			845 270			1 372 552

8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ В ОРГАНИЗАЦИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ

Площадь поисковых работ расположена в центральной части Восточного Саяна в междуречье Ии и Хунги, охватывая бассейн реки Желос в пределах Желосского рудного поля.

Климат района резко континентальный, с коротким дождливым летом и довольно суровой продолжительной малоснежной зимой. Минимальная температура достигает в январе минус 35°С, максимальная в июле - плюс 30°С. Среднегодовая температура -4°С. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 500-600мм.

Проектом предусмотрено провести магниторазведку, электроразведку и гамма-спектрометрию. Наиболее благоприятными сроками для их проведения являются: организация-май, маршрутные работы - июнь-август, ликвидация - в октябре месяце.

8.1. Производственная безопасность

Во время проведения геофизических работ, как в полевых условиях, так и на камеральном этапе возможно возникновение опасных и вредных факторов, 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. Элементы, формирующие опасные и вредные факторы представлены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

*Основные элементы производственного процесса геофизических работ, формирующие
опасные и вредные факторы*

Наименование запроектированных работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) [1]		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
<p>Полевые работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • комплекс геофизических методов: гамма-спектрометрия, магнитометрия, электроразведка (магнитометр МИНИМАГ, электроразв. измеритель «МЭРИ-24» и генератор «Астра-100», спектрометр РКП-305) 	<p>1.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе</p> <p>2.Превышение уровня ионизирующих излучений</p> <p>3.Тяжесть и напряженность физического труда</p> <p>4.Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися</p>	<p>1.Электрический ток</p> <p>2.Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования</p> <p>3.Пожароопасность</p>	<p>ГОСТ Р 12.1.019-2009 [2]</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81[3]</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014 [4]</p> <p>ГОСТ 12.2.003-91[5]</p> <p>ГОСТ 12.2.062-81[6]</p> <p>ГОСТ 12.4.125-83 [7]</p> <p>ГОСТ 12.1.004-91[8]</p> <p>ОСПОРБ-99/2010 [9]</p> <p>РМГ 78-2005 ГСИ [24]</p> <p>СанПиН 2.6.1.2523-09 [25]</p>
<p>Камеральные работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • интерпретация и обработка материалов геофизических исследований с использованием компьютеров. 	<p>1.Отклонение показателей микроклимата в помещении</p> <p>2.Недостаточная освещенность рабочей зоны</p> <p>3.Превышение уровней электромагнитных излучений</p>	<p>1.Электрический ток</p> <p>2.Пожароопасность</p>	<p>ГОСТ 12.1.030-81[3]</p> <p>ГОСТ 12.1.038-82 [10]</p> <p>СанПиН 2.2.4.548-96 [11]</p> <p>СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 [12]</p> <p>СНиП 21-01-97 [13]</p> <p>СНиП 23-05-95 [14]</p> <p>ГОСТ 12.1.006-84 [15]</p>

8.1.1. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению ***ПОЛЕВОЙ ЭТАП***

Вредные производственные факторы – это факторы, воздействующие на людей, работающих в определенных условиях, приводящие к снижению работоспособности, заболеванию, и отрицательному влиянию на потомстве.

1. Отклонение параметров микроклимата на открытом воздухе

Метеоусловия – это состояние воздушной среды, определяемое совокупностью ее параметров: температуры, влажности, скорости движения воздуха, а также атмосферного давления, теплового излучения.

Влияние метеоусловий на организм человека достаточно сложно и многообразно. При благоприятном сочетании метеопараметров сохраняется нормальное функциональное состояние организма, и создаются предпосылки для плодотворного труда. Неблагоприятные условия снижают работоспособность, могут вызвать изменение частоты пульса, дыхания, артериального давления, напряжение нервной системы, перегрев организма и т.д.

Метеоусловия значительно влияют на производство геофизических работ, осложняя их выполнение, а кроме этого создают дополнительные трудности в обеспечении безопасности этого процесса. Климат района резко континентальный, с коротким дождливым летом и довольно суровой продолжительной малоснежной зимой. Среднегодовая температура -4°C . Самый теплый месяц – июль (до $+30^{\circ}\text{C}$). Абсолютный минимум (до -35°C) температуры приходится на январь. В течение года в среднем выпадает 500-600 мм осадков.

Проектируемые работы будут выполняться летом, температура воздуха может достигать $+21-24^{\circ}\text{C}$, поэтому отряд рабочих необходимо экипировать легкой спецодеждой и дышащей тканевой обувью. Геофизические работы запрещается проводить во время грозы, сильных туманов, сильного дождя, т.к. при таких условиях с большой долей вероятности могут возникнуть аварийные ситуации, устранение которых будет осложнено метеоусловиями.

2. Превышение уровня ионизирующих излучений

Ионизирующее излучение – излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию ионов разных знаков [24].

Для каждой категории облучаемых лиц значение допустимого уровня радиационного воздействия для данного пути облучения определено таким образом, чтобы при таком уровне воздействия только одного данного фактора облучения в течение

года значение дозы равнялось соответствующему годовому пределу (усредненному за пять лет), указанному в таблице 8.2 [25].

Значения допустимых уровней для всех путей облучения определены для стандартных условий, которые характеризуются следующими параметрами:

- объемом вдыхаемого воздуха V , с которым радионуклид поступает в организм на протяжении календарного года;
- временем облучения t в течение календарного года;
- массой питьевой воды M , с которой радионуклид поступает в организм на протяжении календарного года;
- геометрией внешнего облучения потоками ионизирующего излучения.

Для персонала установлены следующие значения стандартных параметров: $V = 2,4 \times 10^3 \text{ м}^3$ в год; $t_{перс} = 1700$ ч в год; $M_{перс} = 0$ [25].

Таблица 8.2

Основные пределы доз (СанПиН 2.6.1.2523-09 [25])

Нормируемые величины	Пределы доз	
	персонал (группа А)	население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год в:		
- хрусталике глаза	150 мЗв	15 мЗв
- коже	500 мЗв	50 мЗв
- кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

Гамма-спектрометр в упаковке предприятия-изготовителя может транспортироваться всеми видами транспорта на любые расстояния:

- перевозка по железной дороге должна производиться в крытых чистых вагонах;
- при перевозке открытым автотранспортом ящики должны быть накрыты водонепроницаемым материалом;
- при перевозке воздушным транспортом ящики должны быть размещены в герметичном отапливаемом отсеке;
- при перевозке водным и морским транспортом ящики должны быть размещены в трюме.

Гамма-спектрометр до введения в эксплуатацию следует хранить в отапливаемом и вентилируемом складе:

- в упаковке предприятия-изготовителя в условиях хранения 1(Л) по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от +5 до +40°С и относительной влажности до 80 % при +25°С;

- без упаковки в условиях атмосферы типа I по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от +10 до +35°С и относительной влажности до 80 % при +25°С.

В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

Место хранения должно исключать попадание прямого солнечного света на гамма-спектрометр.

При радиометрических исследованиях для поверки приборов используют поверочные шайбы изотопов калия, тория, урана фон которых позволяет провести контроль точности прибора, но при этом не превышает нормы естественного фона.

2. Тяжесть и напряженность физического труда.

Производственный травматизм тесно связан с физической работоспособностью человека, определяемой силой мышц и мышечной выносливостью. Мышечная сила зависит от силы мышц, величины угла сгибания сустава, нервных возбуждений, скорости мышечных сокращений, состояния центральной нервной системы и др. Состояние мышечной системы оценивают с помощью методов эргографии и динамометрии. Способность человека поддерживать мышечную систему на заданном уровне в течение длительного времени называют мышечной выносливостью. При анализе мышечной деятельности различают два вида работы: динамическую и статическую. Динамическая работа связана с перемещением груза вверх, вниз или по горизонтали, что сопровождается периодическим сокращением отдельных мышц. При статической работе развивается напряжение мышц без изменения их длины, активного перемещения движущихся звеньев и всего тела. Статическая работа более утомительна, чем динамическая. Кроме того, статическая работа при неправильной позе может вызвать искривление позвоночника: сколиоз (боковое искривление) и кифоз (искривление выпуклостью назад).

Динамическая и статическая нагрузки характеризуют такой показатель физического труда, как тяжесть. По тяжести труда различают следующие классы условий труда: оптимальный класс (легкая физическая нагрузка); допустимый класс (средняя

физическая нагрузка); вредный класс (тяжелый труд). Характеристики классов условий труда приведены в ГОСТ Р 2.2.2005-06 [16].

Немаловажную роль при физической работе играет наличие опасной ситуации или других экстремальных условий. В этом случае у человека вырабатывается адреналин, а у очень агрессивного - норадреналин. Норадреналин, с одной стороны, приводит организм в состояние повышенной физической работоспособности, а с другой стороны, у агрессивных людей - к резким, необдуманным поступкам, иногда даже опасным для окружающих. Такие люди на работе в экстремальных условиях быстро переутомляются, "перегорают", что может привести в конечном итоге к травмированию. Для облегчения тяжелого физического труда используют различные машины, обеспеченные системой органов управления. Например, для уменьшения дальности маршрута рабочие отряды доставляются от базы до начала профиля на специализированных автомобилях высокой проходимости типа ГАЗ-66. После окончания рабочего дня рабочие также покидают участок работ на автотранспорте. В труднодоступных залесенных участках используются гусеничные вездеходы.

3. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися.

Повреждения в результате контакта с насекомыми, пресмыкающимися, и животными могут представлять реальную угрозу здоровью человека. Наиболее опасными являются укусы зараженного клеща. При заболеваниях энцефалитом происходит тяжелое поражение центральной нервной системы. Примерно у 50% больных, перенесших клещевой энцефалит, надолго сохраняется паралич мышц, шеи и рук.

Весь персонал отряда перед выездом в поле проходит медицинское освидетельствование. Все работники должны иметь прививки от заражения энцефалитом и должны быть снабжены противоэнцефалитными костюмами, накомарниками и инсектицидными препаратами. В состав отряда входит санитарный инструктор. Полевой отряд будет снабжен достаточным количеством снаряжения, спецодежды, медицинских аптечек, исправного инструмента.

Меры профилактики сводятся к регулярным осмотрам одежды и тела не реже одного раза в два часа и своевременному выполнению вакцинации. Противоэнцефалитные прививки создают у человека устойчивый иммунитет к вирусу на целый год. Также при проведении маршрутов в местах распространения энцефалитных клещей необходимо плотно застегнуть противоэнцефалитную одежду.

КАМЕРАЛЬНЫЙ ЭТАП

1. Отклонение показателей микроклимата в помещении

Микроклимат производственных помещений определяет следующие параметры: температура воздуха в помещении, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха.

Комфортный микроклимат в помещении создают при помощи отопления и вентиляции. Разработаны СанПин 2.2.4.548-96 [11], в которых указаны оптимальные и допустимые нормы микроклимата для работ категории тяжести Ib. Отопление помещений проектируется в соответствии с требованиями СП 60.13330 [16].

Таблица 8.3

*Оптимальные величины показателей микроклимата
на рабочих местах производственных помещений СанПин 2.2.4.548-96 [11]*

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1

В целях защиты работающих от возможного перегревания или охлаждения, при температуре воздуха на рабочих местах выше или ниже допустимых величин, время пребывания на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену) должно быть ограничено величинами, указанными в табл.8.4 и табл.8.5. При этом, среднесменная температура воздуха, при которой работающие находятся в течение рабочей смены на рабочих местах и местах отдыха, не должна выходить за пределы допустимых величин температуры воздуха для соответствующих категорий работ, указанных в табл.8.5 настоящих Санитарных правил [11].

Таблица 8.4

Время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха выше допустимых величин

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания, не более при категориях работ, ч	
	Iа-Iб	
32,5	1	
32,0	2	
31,5	2,5	
31,0	3	
30,5	4	
30,0	5	
29,5	5,5	
29,0	6	
28,5	7	
28,0	8	

Таблица 8.5

Время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха ниже допустимых величин

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания, не более, при категориях работ, ч	
	Iа	Iб
12	-	1
13	1	2
14	2	3
15	3	4
16	4	5
17	5	6
18	6	7
19	7	8
20	8	-

2. Недостаточная освещённость рабочей зоны.

Согласно санитарно-гигиеническим требованиям, рабочее место инженера-геофизика при камеральных работах должно освещаться естественным и искусственным

освещением. Искусственное освещение обеспечивается электрическими источниками света (люминесцентная лампа). Искусственное освещение применяется при работе в темное время суток и днем при недостаточном естественном освещении. Искусственное освещение по назначению разделяют на общее, местное и комбинированное. По пространственному расположению светильников в помещении различают равномерное и локализованное освещение, по функциональному назначению - рабочее, аварийное, специальное.

Естественное освещение нормируется коэффициентом естественного освещения (КЕО). Нормированное значение КЕО зависит от характера зрительной работы, вида освещения по направленности светового потока, устойчивости снежного покрова, пояса светового климата и производится по правилам. Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в помещении представлены в таблице 8.6.

Таблица 8.6

Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения основных помещений общественного здания, а также сопутствующих им производственных помещений (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [17])

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная,) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
		КЕО ед, %		КЕО ед, %		Освещенность, лк			Показатель дискомфорта М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При комбинированном освещении		При боковом освещении		
						всего	От общего			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300	40	15

8.1.2. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

Опасные производственные факторы – воздействия, которые при определенных условиях приводят к травме, острому отравлению или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, смерти. ГОСТ 12.0.003-2015 [1].

ПОЛЕВОЙ ЭТАП

1. Электрический ток

Источниками электрического тока являются приборы, генерирующие электрический ток (генератор «Астра-100»).

При поражении человека электрическим током возникают:

- электрические травмы (электрические ожоги, металлизация кожи, электрические знаки, электроофтальмия, механические повреждения)
- электрические удары – электрический ток проходит через живые ткани организма и это сопровождается судорожными сокращениями мышц.

При работе с электрическим током нужно соблюдать правила электробезопасности (ГОСТ 12.1.030-81[3], ГОСТ 12.1.019-2009 [2], ГОСТ 12.1.038-82 [10]).

Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме электроустановок напряжением до 1000 В и частотой 50 Гц не должны превышать табличных значений (ГОСТ 12.1.038-82[10]), таблица 8.7.

Таблица 8.7

Допустимые значения напряжения прикосновения и токов, протекающих через тело человека в нормальном (неаварийном) режиме электроустановки

Продолжительность воздействия t, сек.	Нормируемая величина	
	U, В	I, mA.
от 0,01 до 0,08	220	220
0,1	200	200
0,2	100	100
0,3	70	70
0,4	55	55
0,5	50	50
0,6	40	40
0,7	35	35
0,8	30	30
0,9	27	27
1	25	25
более 1	12	2

Предупреждение электротравматизма на объектах достигается выполнением следующих мероприятий:

- 1) устройством электроустановок таким образом, чтобы обеспечивалась недоступность прикосновения человека к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- 2) устройством защитного заземления;
- 3) защитой от перехода высокого напряжения в сеть низкого напряжения;
- 4) применением защитных средств, при обслуживании электроустановок;
- 5) проведением планово-предупредительных ремонтов и профилактических испытаний;
- 6) устройством зануления;
- 7) применением специальных схем защитного отключения электрооборудования, аппаратов, сетей, находящихся в эксплуатации;
- 8) организационными и техническими мероприятиями по обеспечению безопасности при проведении переключений и ремонтных работ;
- 9) специальным обучением лиц, обслуживающих электроустановки.

Во время работы установки запрещается прикасаться к кабелю. Не допускается проведение каких-либо работ на кабеле при спускоподъемных операциях. Защитой от прикосновения к токоведущим частям является изоляция проводов, ограждения, блокировки и защитные средства. Электрозачитные средства, рекомендованные в ГОСТ 12.1.019-2009 [2] предназначены для защиты людей от поражения электрическим током.

2. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

Геофизические работы выполняются с помощью специальных средств передвижения (вездеходы гусеничные и колесные), которые могут являться источником опасности, как по неосторожности человека, так и при воздействии других факторов, не зависящих от человека (природные явления, аварии, климатические факторы).

Геофизическое оборудование и их эксплуатация должны соответствовать нормативным документам (ГОСТ 12.2.062-81[6], ГОСТ 12.4.125-83 [7], ГОСТ 12.2.003-91 [5]).

Работа с геофизической аппаратурой должна производиться лицами, имеющими на это право, подтвержденное соответствующими документами. Лица, ответственные за исправное состояние и безопасную эксплуатацию оборудования назначаются начальником партии. Оборудование, аппаратура и инструменты, используемые для ремонта и наладки оборудования в маршруте, должны содержаться в исправности и чистоте, соответствовать техническим условиям завода-изготовителя и эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации. Запрещается применять не по назначению, а также использовать неисправное оборудование, аппаратуру, приспособления и средства индивидуальной защиты. Ремонт

оборудования должен производиться в соответствии с положениями, прописанными в руководстве по эксплуатации для каждого прибора. Рабочие и инженерно-технические работники, находящиеся на рабочих местах, обязаны предупреждать всех проходящих об опасности и запрещать им подходить к аппаратуре, проводам и заземлениям.

3. Пожароопасность

Причинами возникновения пожаров в полевых условиях являются: неосторожное обращение с огнем, неисправность и неправильная эксплуатация электрооборудования, неисправность и перегрев отопительных стационарных и временных печей.

Территория экспедиции постоянно должна содержаться в чистоте и систематически очищаться от отходов производства. Запрещается загромождать предметами и оборудованием выходы. Ответственность за соблюдение пожарной безопасности в организации, за своевременное выполнение противопожарных мероприятий и исправное содержание средств пожаротушения несет начальник экспедиции и его заместитель по хозяйственной части.

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного противопожарных инструктажей. По окончании инструктажей проводится проверка знаний и навыков. Результаты проверки оформляются записью в «Журнал регистрации обучения видов инструктажа по технике безопасности» ГОСТ 12.1.004-91 [19].

Особую опасность при геологоразведочных работах представляют лесные пожары, вызывающие не только уничтожение больших лесных массивов, но и гибель людей. Около 90% лесных пожаров возникает из-за неосторожного обращения с огнем, это, и курение, и оставление непотушенных костров, и искры, вылетающие из выхлопных труб автомобилей, и сжигание прошлогодней травы.

Для быстрой ликвидации возможного пожара на территории базы располагается стенд с противопожарным оборудованием согласно ГОСТ 12.1.004-91 [19]: три огнетушителя марки ОП-6 (огнетушитель порошковый), ведро пожарное, багры, топоры, ломы, ящик с песком (0,2 м²).

Пожарный щит необходим для принятия неотложных мер по тушению возможного возгорания до приезда пожарной бригады. Инструменты должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать, в случае необходимости, возможность либо полной ликвидации огня, либо локализации возгорания.

За нарушение правил, рабочие несут ответственность, относящуюся к выполняемой ими работе или специальных инструкций в порядке, установленном правилами внутреннего трудового распорядка.

КАМЕРАЛЬНЫЙ ЭТАП

1. Электрический ток

Инженер – интерпретатор, работая с персональной ЭВМ, может подвергнуться поражению электрическим током при непосредственном прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением; при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов регламентированы ГОСТ 12.1.038-82 [10].

Проходя через тело человека, электрический ток вызывает одно из следующих воздействий: термическое, электролитическое (разложение органических жидкостей и изменение их состава), биологическое (раздражение и возбуждение живых тканей организма).

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновений токов напряжением до 1000В с частотой тока 50 Гц не должна превышать значений: при продолжительности воздействия до 1 сек. предельно допустимый уровень напряжения должен быть не более 200В.

При работе с компьютером соблюдаются требования безопасности согласно нормативных документов (ГОСТ 12.1.030-81 [3], ГОСТ 12.1.019-2009 [2], ГОСТ 12.1.038-82 [10]).

Помещение, где расположены компьютеры, относится по категории помещений по опасности поражения электрическим током к помещениям без повышенной опасности, так как является сухим, не жарким, с токонепроводящим полом, без токопроводящей пыли, а также с небольшим количеством металлических предметов, конструкций, машин и т. п. Помещение соответствует (ГОСТ 12.1.019-2009 [2], ГОСТ 12.1.038-82 [10]).

Меры по предупреждению электротравматизма:

- 1) применение безопасного сверхнизкого (малого) напряжения;
- 2) применение защитных устройств от случайных прикосновений (изоляция, ограждения, сигнализация, блокировка, заземление или зануление, защитное отключение, знаки безопасности);
- 3) использование средств борьбы со статическим электричеством;
- 4) применение защитных мер от поражения наведенным напряжением;
- 5) проведением планово-предупредительных ремонтов и профилактических испытаний;
- б) использование индивидуальных электротехнических средств.

8.2. Экологическая безопасность

Как и прочие производственные виды деятельности человека, геофизические работы наносят вред окружающей среде. Площадь работ в административном отношении Нижнеудинскому и Тулунскому районам Иркутской области 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 8.8

Вредные воздействия, оказываемые на окружающую среду, в результате проведения полевых геофизических работ и мероприятия по их устранению (ГОСТ 17.4.3.04-85 [19])

Природные ресурсы и компоненты окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	<ol style="list-style-type: none"> 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. 	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уничтожение, повреждение и загрязнение почвенного покрова. 2. Лесные пожары. 3. Оставление недорубов, захламление лесосек. 4. Порубка древостоя при оборудовании коммуникаций, посёлков 	<ol style="list-style-type: none"> 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 вручную. Высота пней не

		<p>должна превышать 1/3 диаметра среза, но не более 10 см.</p> <p>4. Не разрешается валка деревьев на прилетающие стены леса, рубка и повреждение деревьев, молодняка за пределами профиля, оставление сухостойных, зависших и наклоненных на профиль деревьев.</p> <p>5. Допускается укладка порубочных остатков и мелкой древесины ровным слоем на профили для предупреждения эрозионных процессов от движения тракторно-вездеходной техники.</p> <p>6. Срубленные деревья могут оставаться на месте, но обязательно приземляются, т.е. плотно укладываются на грунт путем обрезания сучьев.</p> <p>7. В пределах водоохранных зон, кедровников и лесов 1 группы запрещена разрубка шириной более 1 м.</p>
Вода и водные ресурсы	<p>1. Загрязнение сточными водами и мусором.</p> <p>2. Загрязнение бытовыми стоками</p>	<p>1. В пределах водоохранной зоны запрещается обустройство стоянок отряда.</p> <p>2. В водоохранных зонах запрещаются: складирование древесины, мусора и отходов производства, стоянка, заправка топливом, мойка и ремонт тракторно-вездеходной техники, земляные работы.</p>
Животный мир	<p>1. Распугивание, нарушение мест обитания животных, рыб и др. представителей животного мира, случайное уничтожение.</p> <p>2. Браконьерство.</p>	<p>1. Охота на дичь и рыбная ловля разрешена только лицам, имеющим на это право, с соблюдением сроков и правил охоты и рыбной ловли.</p> <p>2. Предусматривается ограничение количества переездов через ручьи и овраги с целью минимизации производства работ в пойменных местах.</p> <p>3. Запрещается движение тракторно-вездеходной техники вне утвержденных линий профилей, дорог, зимников.</p> <p>4. Запрещается проживание на территории базы домашних животных.</p>

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 [20].

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 направлении для тушения пожаров необходимых сил и средств необходимо учитывать возможную силу, скорость распространения пожара и степень пожарной опасности.

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 8.9

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

При тушении пожаров наиболее часто применяют воду или растворы специальных химикатов. В ряде случаев требуется прокладка временных водоводов, доставка емкостей с водой воздушным транспортом и отжиг [18].

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) [22].

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 [21].

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 3м.

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 " [23].

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 [21].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были запроектированы поисково-оценочные работы в пределах Ийско-Тагульской площади на участке Желос, комплексом геофизических методов, в составе магниторазведки, электроразведки ВП и гамма-спектрометрии. Период проведения работ запланирован на летний полевой сезон 2017 года. Необходимость проектирования работ заключается в обнаружении новых месторождений медно-никелевого оруденения и сопутствующих полезных ископаемых. На стадии интерпретации данных необходимо дополнить полученную информацию геологической изученностью района работ и имеющимися данными по Кингашскому месторождению, т.к. это месторождение является прямым фактором для обоснования работ, ввиду схожей геологической и геофизической обстановки 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 ИСПОЛЬЗОВАННОЙ 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 I. 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 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

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

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

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

- 14) ГОСТ 12.1.006-84. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
- 15) ГОСТ Р 2.2.2005-06. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
- 16) СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
- 17) СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
- 18) ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
- 19) ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
- 20) ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения.
- 21) Правила безопасности при геологоразведочных работах ПБ 08-37-93.
- 22) ПТБ-88. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах.
- 23) СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.
- 24) РМГ 78-2005 ГСИ. Излучения ионизирующие и их измерения. Термины и определения.
- 25) СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности. НРБ-99/2009.