

**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
<b>Аэрогеофизические исследования с целью поисков коренных источников алмазов на Куойской площади (Республика Саха (Якутия))</b>

УДК 553.81:550.832:550.814(571.56)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2210	Самутин Константин Владимирович		

Руководитель

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Геология»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	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
Геофизики	Лукин А.А.	К.Г-М.Н.		

Томск – 2017 г.

## ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код Результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Универсальные компетенции</b>	
P1	Применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и инженерные знания в профессиональной деятельности
P2	Анализировать основные тенденции правовых, социальных и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности, демонстрировать компетентность в вопросах здоровья и безопасности жизнедеятельности и понимание экологических последствий профессиональной деятельности
P3	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
<b>Профессиональные компетенции</b>	
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)      (Ф.И.О.)

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

В форме:

Дипломного проекта

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-2210	Самутину Константину Владимировичу

Тема работы:

<b>АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОИСКОВ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ АЛМАЗОВ НА КУОЙСКОЙ ПЛОЩАДИ (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))</b>
Утверждена приказом директора (дата, номер)      02.02.2017, № 456/с

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

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Материалы преддипломной практики, пройденной в Амакинской ГРЭ АК АЛРОСА, а также опубликованные материалы по теме проекта
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Выполнить анализ ранее проведенных геофизических работ по объекту исследования; Обосновать целесообразность исследования площади и выбора аэрогеофизического комплекса; Рассмотреть методические вопросы Выполнить специальное исследование на тему: " Проблема разбраковки аэромагнитных аномалий по степени их перспективности на обнаружение кимберлитовых тел"

<b>Перечень графического материала</b>	Обзорная карта района работ Схема геолого-геофизической изученности Геологическая карта Схема маршрутов аэрогеофизических работ
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Геологическая характеристика</b>	Кныш Сергей Карпович
<b>Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Кочеткова Ольга Петровна
<b>Социальная ответственность</b>	Задорожная Татьяна Анатольевна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
<b>Аннотация</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	06.02.2017
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусев Евгений Владимирович	К.Г-М.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2210	Самутин Константин Владимирович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2210	Самутину Константину Владимировичу

Институт	ИПР	Кафедра	Геофизики
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03. Технология геологической разведки

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

1.Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Определение расходов на материально-технические, информационные и человеческие ресурсы
2.Нормы и нормативы расходования ресурсов	СНН-2003, выпуск 3, часть 4; СНОР-93, выпуск 3, часть 4
3.Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Российская система налогообложения

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

1.Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Определение затрат, необходимых для выполнения полевых работ
2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР	Расчет необходимых инвестиций для внедрения ИР
3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Составление сметы, с указанием основных расходов

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кочеткова Ольга Петровна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2210	Самутин Константин Владимирович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-2210	Самутину Константину Владимировичу

<b>Институт</b>	<b>ИПР</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Геофизики</b>
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03. Технология геологической разведки

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

1. Характеристика объекта исследования	Применение воздушных судов гражданской авиации при аэрогеофизических исследованиях
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</p>	<p>1.1. Выполнить анализ вредных производственных факторов на борту ВС:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отклонение показателей микроклимата;</li> <li>- повышенный уровень шума;</li> <li>- повышенный уровень вибрации.</li> </ul> <p>Анализ выполнить в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физико-химическая природа вредности;</li> <li>- действие фактора на организм человека;</li> <li>- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий; нормативно-технический документ);</li> <li>- предлагаемые средства защиты.</li> </ul> <p>1.2. Выполнить анализ опасных производственных факторов на борту ВС:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество) – источники, средства защиты</li> </ul>
<b>2. Экологическая безопасность</b>	Выполнить анализ воздействия на атмосферу выбросов продуктов сгорания авиационного топлива.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>	Действие экипажа при возникновении ЧС на борту ВС
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>	правовые нормы трудового законодательства, регулирующие работу во вредных условиях

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Татьяна Анатольевна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2210	Самутин Константин Владимирович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 124 с., 15 рис., 38 табл., 25 источников, 2 прил.

Ключевые слова: Алмазы; Аэрогеофизическая съемка; Комплекс ЕМ-4Н; Республика Саха (Якутия); Куойская площадь; АК АЛРОСА.

Объектом исследования является Куойская площадь (Республика Саха (Якутия)).

Цель работы – поиски коренных источников алмазов.

В процессе исследования проводились комплексный анализ сведений о изученности проектной площади, а также результатов аэрогеофизических работ на сопредельных территориях.

В результате исследования разработан проект на проведение комплекса аэрогеофизических исследований масштаба 1: 10 000.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Для производства аэрогеофизических исследований будет применен аэрогеофизический комплекс ЕМ-4Н с магниточувствительным датчиком СS-3. Комплекс будет смонтирован на самолет Ан-2.

Степень внедрения: проект может быть внедрен в производство на стадии крупномасштабных поисковых работ

Область применения: геологоразведка

Экономическая эффективность/значимость работы. В случае обнаружения алмазоносных кимберлитовых тел – пополнение минерально-сырьевой базы предприятия.

В будущем планируется расширение поисковых площадей.

## Список сокращений

АК АЛРОСА – Акционерная компания Алмазы России Саха

Амакинская ГРЭ – Амакинская геологоразведочная экспедиция

АМС – Аэромагнитная съемка

ВС ГА – Воздушные суда гражданской авиации

ВПП – Временная взлетно-посадочная полоса

ДИП – Дипольное индуктивное профилирование

КАМ – Квантовый аэромагнитометр

МИК – Минералы индикаторы кимберлитов

МВС – Магнито-вариационная станция

МСА – Минералы спутники алмазов

ССН – Сборник сметных норм

СНОР – Сборник норм основных расходов

ЯАП – Якутская алмазоносная провинция

## **Аннотация**

Данной выпускной квалификационной работой проектируется комплекс аэрогеофизических методов разведки с целью поисков коренных источников алмазов на одной из перспективных площадей якутской алмазоносной провинции. В основе проекта автором использованы фондовые материалы Амакинской геологоразведочной экспедиции АК АЛРОСА, сотрудником которой он является 5 лет. Некоторые сведения и иллюстрации в разделах выбор методов и обоснование аэрогеофизического комплекса и специальное исследование были получены с участием автора.

Структура дипломного проекта содержит географическую характеристику района работ, сведения о геолого-геофизической изученности, геолого-геофизическую характеристику, обоснование выбора площади и аэрогеофизического комплекса, специальное исследование на тему: «Проблема разбраковки аэромагнитных аномалий по степени их перспективности на обнаружение кимберлитовых тел», экономический раздел с расчетом сметной стоимости проектируемых работ, социальную ответственность.

## **Annotation**

This graduation qualification work is designed complex airborne geophysical exploration methods for the purpose of exploration for indigenous sources of diamonds on one of the most promising areas of the Yakutian diamondiferous province. The author used materials Amakinskaya exploration expedition of ALROSA, whose staff he is 5 years old. Some illustrations in sections the choice of methods and rationale of the complex airborne geophysical survey and a special study was prepared with the participation of the author.

Structure of the diploma project contains geographical features-Ristik of the study area, data on geological-geophysical exploration, geo-geophysical characterization, justification of the choice of square and Aero geophysical complex, a special study on the topic: "the Problem of grading aeromagnetic anomalies on their promising beginning to the detection of kimberlite bodies", economic section calculating the volume of the estimated cost of projected works, and social responsibility.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ.....	4
ВВЕДЕНИЕ .....	6
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЛОЩАДИ РАБОТ .....	7
1.1. Географо-экономический очерк.....	7
1.2. Геолого-геофизическая изученность.....	11
1.2.1 Геологическая изученность .....	11
1.2.2 Геофизическая изученность.....	13
2. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУОЙСКОЙ ПЛОЩАДИ.....	17
2.1. Стратиграфия.....	17
2.2. Магматизм.....	24
2.3. Тектоника .....	28
2.4. Полезные ископаемые.....	36
2.5. Физические свойства горных пород и руд.....	38
3. АНАЛИЗ РАННЕ ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТ.....	44
4. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	46
4.1. Обоснование выбора площади работ .....	46
4.2. Выбор методов и обоснование аэрогеофизического комплекса .....	48
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ .....	54
5.1. Методика и техника полевых работ .....	54
5.1.1 Метрологическое обеспечение работ .....	62
5.2. Камеральные работы и интерпретация геофизических данных .....	65
5.2.1 Обработка материалов аэромагнитной съемки.....	65
5.2.2 Обработка материалов ДИП-А съемки.....	67
5.2.3 Интерпретация геофизических данных .....	69
6. СПЕЦИАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.....	71
7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ РЕСУРСОЭФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	79

8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ .....	102
8.1. Производственная безопасность .....	103
8.2. Экологическая безопасность .....	112
8.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	114
8.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	119
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	122

#### СПИСОК ГРАФИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

- Приложение 1 – Схема геолого-геофизической изученности
- Приложение 2 – Геологическая карта Куойской площади

АКЦИОНЕРНАЯ КОМПАНИЯ АЛРОСА (ПАО)  
АМАКИНСКАЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

СОГЛАСОВАНО:

Председатель  
Госкомгеологии РС (Я)  
\_\_\_\_\_ Л.Н. Ковалев  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Главный геолог  
АК АЛРОСА  
\_\_\_\_\_ В.П. Серов  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Раздел плана: поисковые работы

Полезное ископаемое: алмазы

Наименование объекта: Куойская площадь

Местонахождение объекта: Республика Саха (Якутия), Оленекский район

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на проведение аэрогеофизических исследований масштаба 1:10 000 на  
Куойской площади в 2017-2019 гг.

Основание выдачи геологического задания: пообъектный план геологоразведочных работ АК АЛРОСА.

I. ЦЕЛЕВОЕ НАЗНАЧЕНИЕ РАБОТ: Выявление локальных аномалий и участков, перспективных на обнаружение коренных источников алмазов.

Пространственные границы объекта: в пределах листов R-50-XI, XII, XVII, XVIII, R-51-VII, VIII, XIII, XIV. Общая площадь 6400 кв. км.

II. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ:

1. Проведение комплексной аэрогеофизической съемки масштаба 1:10 000 (магниторазведка + электроразведка в модификации дипольного индуктивного профилирования) с целью выделения кимберлитоперспективных

магнитных аномалий, выявления элементов геоэлектрического разреза, с которыми могут быть связаны тектонические структуры, контролирующие размещение кимберлитовых тел (разрывные нарушения, зоны трещиноватости, участки без траппов или с минимальными их мощностями).

2. Выделение перспективных участков, благоприятных для локализации коренных источников алмазов по совокупности геофизических, структурных и минералогических критериев. Уточнение геологического строения территории на основе комплексной интерпретации полученных материалов аэромагнитной и аэроэлектроразведочной съемок.

### **Последовательность работ**

1. Составление проектно-сметной документации

2. Подготовительные работы:

- изучение и анализ фондовых и опубликованных текстовых и картографических материалов, результатов ранее проведенных геолого-геофизических работ по району исследований и смежным территориям,

- составление на всю площадь предварительного варианта геологической карты по материалам дешифрирования аэрофото и космоснимков, предыдущих геологических исследований и переинтерпретации геофизических данных.

3. Полевые работы.

4. Камеральная обработка и интерпретация геофизических данных

### **III. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СРОКИ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ:**

По завершении аэрогеофизических работ будет создан технический отчет с комплектом сопутствующих графических приложений:

- карта аномального магнитного поля в масштабе 1: 50 000;
- карта локальной составляющей магнитного поля в масштабе 1: 50 000;
- карты логарифмов эффективных сопротивлений в масштабе 1:50 000;

Начало работ I-квартал 2017г. Окончание работ IV-квартал 2019 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Российская Федерация, в лице группы компаний АЛРОСА, уже не один год сохраняет мировое лидерство по объемам добычи и поставки на мировой рынок алмазов. Алмазное сырье в период промышленного роста и развития наукоемких технологий находит все большее применение, не отстает и ювелирное дело. В условиях конкурентного рынка, большеобъемная добыча алмазов на разведанных месторождениях, приводит к стремительному истощению существующих запасов. Эти факты ставят вопрос о необходимости разведки новых коренных месторождений и пополнении минерально-сырьевой базы предприятия.

По оценке прогнозно-таметических отчетов, существует перспектива обнаружения коренных месторождений на северных площадках ЯАП.

Одной из таких перспективных площадок является Куойская площадь. Дипломным проектом предусматривается проведение аэрогеофизических исследований, с целью поисков коренных источников алмазов. Задача по выполнению проектируемых исследований будет выполнена силами Амакинской ГРЭ.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЛОЩАДИ РАБОТ

Сведения о географии района работ и геолого-геофизической изученности проектной территории получены из фондовых материалов Амакинской ГРЭ, проекта на проведение среднемасштабных поисковых работ в бассейнах рек Беенчиме, Куойка, Сектелях в 2011-2015 гг. [1]

### 1.1. Географо-экономический очерк

Площадь проектируемых аэрогеофизических работ расположена на территории республики Саха (Якутия) (рисунок 1), в северо-восточной части Средне-Сибирского плоскогорья, в бассейнах рек Беенчиме, Куойка и Сектелях.

Рельеф местности расчленен довольно густой сетью речных долин. Абсолютные отметки, на большей части территории, составляют 100–200 м. Относительные превышения поверхности водоразделов над днищами долин водотоков изменяются от 30 до 230 м.

В пределах района выделяются два типа рельефа: слабо всхолмленная аккумулятивная равнина и сильно расчлененное трапповое плато. Аккумулятивная равнина наблюдается на междуречье Беенчиме – Куойка. Плато развито в бассейне р. Сектелях и прослеживается от ее верховья в восточном направлении к р. Беенчиме, для него характерны плоские и слабо-волнистые поверхности междуречий с крутыми, местами обрывистыми склонами. Абсолютные высоты на плато варьируют в основном в пределах 160 – 270 м. Относительные превышения достигают 70–200 м. На плато часто наблюдаются крупноглыбовые развалы, затрудняющие передвижение техники и людей.

Гидросеть района принадлежит к бассейну р. Оленек. Наиболее крупные реки – Куойка и Беенчиме с шириной русла в межень до 100 м и падением от 2 до 3 м/км, глубина их на плесах 2–3 м, на перекатах до – 0,5 м. Ширина более

мелких рек 15–50 м, глубина в межень на плесах до 1,5 м, на перекатах до 0,1–0,2 м. Руслу всех рек сильно меандрируют.

Отмечаются старичные и термокарстовые озера, многочисленные в центральной части площади. Встречаются сильно заболоченные места, как на водоразделах, так и по речным поймам.

Вода рек и озер характеризуется крайне низкой минерализацией и может быть использована для бытового и технического водоснабжения.

Климат района субарктический, резко континентальный и характеризуется низкой среднегодовой температурой ( $-14$ – $-19^{\circ}\text{C}$ ). Количество осадков составляет 250–350 мм в год, причем большая их часть выпадает летом. Продолжительная (7–8 месяцев) зима обычно безветренна, с морозами до  $-40^{\circ}\text{C} \div -65^{\circ}\text{C}$ . Устойчивый снежный покров образуется в конце сентября и держится до конца мая. Мощность снегового покрова обычно составляет 0,6–1,2 м, а в местах передувания достигает 5,0 м. Ледостав начинается в конце сентября – начале октября, заканчивается в конце мая – начале июня. Толщина льда достигает 1,0 – 1,3 м.

Район находится в зоне сплошного развития многолетней мерзлоты. Мощность деятельного слоя колеблется в пределах 0,15–1,3 м и зависит от состава грунтов, экспозиции склонов и характера растительного покрова. Годовое количество осадков не превышает 300 мм – большая часть их приходится на летний период.

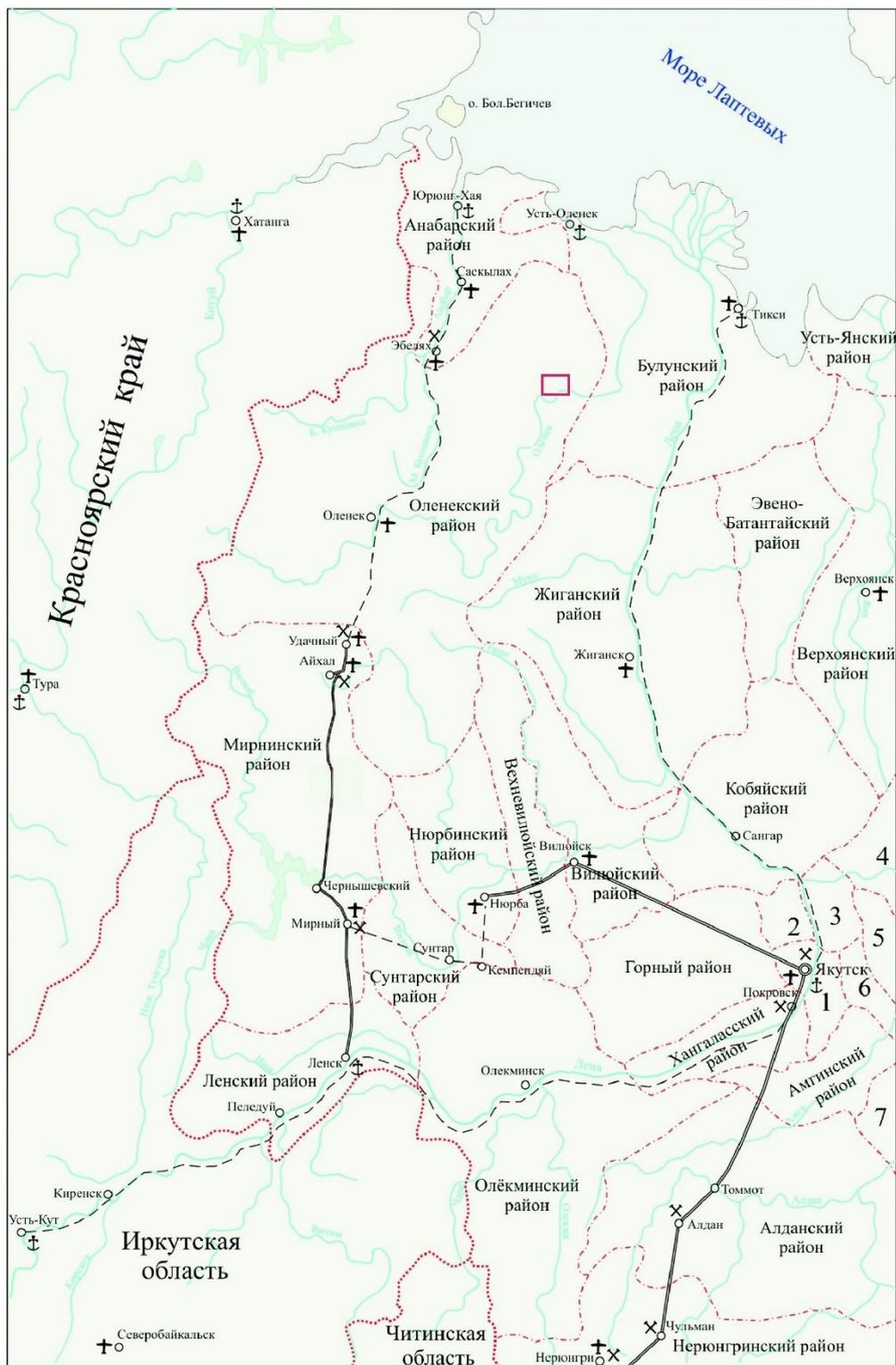
По характеру растительности район относится к подзоне северной тайги. Лес разной густоты (в среднем на 1 га количество деревьев до 1110 шт.), состоит из даурской лиственницы с густым подлеском кустарников карликовой березы, ольхи и ивы. Повышенной густотой растительного покрова отличаются поверхности склонов и днищ практически всех водотоков независимо от их размеров. Местами отмечаются старые гари, завалы валежника. Высота деревьев до 10–12 м, диаметр ствола 10–13 см, редко больше (до 30 см), расстояние между деревьями от 3 м до 7 м.

Почвы района в основном скрытоподзолистые, обогащены большим количеством разложившихся растительных остатков и повсеместно покрыты мхами, лишайником (ягелем), местами ягодником брусники, луговой растительности (болотистые участки). Мощность почв – 0,2–0,3 м.

Животный мир сравнительно беден. Встречаются северные олени, изредка лоси, из пушных – соболь, песец, горностаи, из крупных хищников – медведь, волк, россомаха, лиса. Водоплавающая дичь – утки, гуси, гагары; боровая дичь – глухари, куропатки. В реках и озерах много различных видов рыб – ленок, сиг, щука, окунь, таймень.

Район является труднодоступным, в промышленном плане не освоен, постоянного населения в его пределах нет, ближайшие населенные пункты – пос. Джилинда (Оленекский улус), п. Саскылах (Анабарский улус), расположенные в 280 км от площади работ.

Круглогодично действующих дорог в районе нет, доставка грузов осуществляется вертолетами, в зимнее время – частично автотранспортом по временным дорогам (зимникам), функционирующим с декабря по апрель месяц. В летнее время в качестве транспорта, кроме вертолета Ми-8, местами могут быть использованы резиновые лодки.



1 - административная граница Республики Саха (Якутия); 2 - административные границы районов; 3 - речные и морские порты; 4 - аэродромы; 5 - грунтовые автодороги; 6 - автотрассы; 7 - горнодобывающие предприятия; 8 - район работ

**Административные районы:**

1 - Мегино-Кангаласский; 2 - Намский; 3 - Усть-Алданский; 4 - Томпонский; 5 - Таттинский; 6 - Чурапчинский; 7 - Усть-Майский

Рисунок 1 – Обзорная схема района работ

## 1.2. Геолого-геофизическая изученность

### 1.2.1 Геологическая изученность

Планомерное изучение геологического строения территории началось с проведения геологической съемки масштаба 1:1000 000 сотрудниками треста «Арктикразведка» и Научно-исследовательского института геологии Арктики (НИИГА) (На основании этих работ был издан лист R-50,51 Государственной геологической карты масштаба 1:1000 000 и составлена объяснительная записка к ней.

Первые кимберлитовые трубки (Русловая и Обнаженная) были обнаружены геологами Амакинской ГРЭ в низовьях р. Куойка в 1957 г. Находки кимберлитов в бассейне среднего течения р. Оленек послужили толчком для активизации в этом районе специализированных работ на алмазы, а также геологической съемки масштаба 1:200 000 (Графическое приложение 1). В результате маршрутных поисковых работ обнаружены 8 кимберлитовых трубок в бассейнах рек Куойка и Беенчима, установлена алмазоносность руслового аллювия этих рек, отмечено также, что некоторые трубки прорывают отложения перми.

В 1957-1963 гг. на проектной площади проведена геологическая съемка масштаба 1:200 000 (номера на схеме 71, 79, 119, 120, 121). В результате ГК-200 детализированы схемы расчленения разновозрастных пород осадочного чехла, уточнено тектоническое строение территории, выявлены еще 5 кимберлитовых тел, установлена алмазоносность руслового аллювия р. Бур, базальных конгломератов нижней юры и верхнепалеозойских покровных отложений.

После длительного перерыва поисковые работы на алмазы на рассматриваемой территории осуществляла Амакинская ГРЭ ЯТГУ. В 1976-1977 гг. Амакинской ГРЭ проводились работы по заверке геофизических аномалий и поискам россыпей алмазов в бассейнах рек Куойка и Беенчима (номер на схеме 272). В результате открыты 9 новых кимберлитовых тел, установлены

убогие ( $0,03 \text{ кар/м}^3$ ) содержания алмазов в аллювии верхнего и среднего течения рек Беенчиме, Куойка и Прав. Сектелях.

В 1978-1979 гг. поисковые работы и заверка аномалий продолжались южнее вышеотмеченной площади, по левобережью р. Оленек (номер на схеме 282). По результатам заверки магнитных аномалий открыто 12 кимберлитовых тел, выделены также участки, перспективные на обнаружение кимберлитов. В кимберлитах шести трубок и даек (Ноябрьская, Первомайская, Скиф-II, Поисковая, Дьянга, Великан) обнаружены алмазы с содержаниями  $0,03$ ;  $0,01$ ;  $0,4$ ;  $0,006$ ;  $0,07$  и  $0,05 \text{ кар/м}^3$ . Опробование 41 тела кимберлитов положительных результатов не принесли.

В 1980-1984 гг. сотрудниками объединения «Аэрогеология» проведены работы по дешифрированию космоснимков и аэрофотоснимков, сопровождаемые наземной проверкой, с целью выяснения поисковой значимости выделенных объектов и составления геолого-минералогической карты масштаба  $1:500000$  (номер на схеме 296). Этими исследованиями охвачена большая часть площади проектируемых работ и сопредельная с востока территория. В результате проведенных работ выявлены 10 кимберлитовых тел и 16 объектов, перспективных для их обнаружения; выделявшиеся ранее обособленно Куойкское и Молодинское кимберлитовые поля, авторы объединили в одно – Куойкско-Молодинское.

В 1980-1985 гг. вся площадь была охвачена исследованиями закономерностей размещения россыпных месторождений алмазов и областей возможного местонахождения их коренных источников, проводившимися силами Амакинской ГРЭ на Лено-Анабарском междуречье. Авторами отмечено, что повышенные концентрации алмазов в русловом и пойменном аллювии отдельных отрезков рек Беенчиме и Куойка обусловлены благоприятными гидродинамическими условиями, местонахождение коренных источников алмазов предполагается в верховьях вышеназванных рек.

В 1981-1986 гг. Амакинской ГРЭ проводились поисковые работы в верховьях рек Беенчиме и Куойка (номер на схеме 306), а также по правобережью

реки Оленек (номер на схеме 31). Этими работами установлена алмазонасность аллювия некоторых притоков реки Бур, выделена площадь на Бур-Оленекском междуречье, перспективная для поисков коренных источников алмазов. На правом берегу р. Оленек установлены ореолы МСА хорошей сохранности, по которым выделены участки, перспективные для обнаружения кимберлитовых тел. Кроме того, по результатам заверки магнитных аномалий (30/77, 36/77, 43/77, 38/77) установлено, что три из них обусловлены кимберлитами.

Последними по времени проведения на площади являются работы по геологическому дешифрированию материалов АФС и КС, сопровождаемые комплексом наземных методов по проверке выделенных объектов, которые проводились в 1985-1990 гг. Космоаэрогеологической экспедицией №3 ПГО «Аэрогеология» (номер на схеме 334). Целевым назначением этих работ было выяснение поисковой значимости отдешифрированных объектов и составление геолого-минералогической карты масштаба 1:200 000. На отдельных перспективных участках проводились детальные поисковые заверочные работы, геофизические работы, бурение. В результате обнаружено 64 новых кимберлитовых тела, пополнивших фонд Куойкско-Молодинского поля; определены факторы контроля пространственного размещения кимберлитовых тел; рассмотрены перспективы Куойкско-Молодинского поля и отдельных его объектов.

### 1.2.2 Геофизическая изученность

Геофизические исследования территории, включающие гравиразведку, сейсморазведку и магниторазведку были начаты во второй половине пятидесятых годов прошлого столетия (Граф. прил. 1).

Гравиметрические исследования проведены в масштабах 1: 1 000000 (номер на схеме 1) и 1:200000 (номер на схеме 2) с целью тектонического районирования территории и оценки ее перспектив на возможность обнаружения кимберлитовых проявлений. В результате получена карта

изоаномал силы тяжести в редукции Буге с сечением 2 мГл, построена структурная схема, на которой отражены структуры фундамента I и II порядков, а также зоны разломов преимущественно северо-восточного и северо-западного простирания. Для поисков кимберлитов были рекомендованы Куойкско-Далдынское поднятие и Сектелях-Бурская зона глубинных разломов.

В 1955 г. вся северная часть Якутии была покрыта аэромагнитной съемкой масштаба 1:1000000. Съемка проводилась аэромагнитометром АЭМ-49 на высоте 500 м с визуальной привязкой маршрутов. В результате этой съемки составлена карта изолиний  $\Delta T_a$  соответствующего масштаба, на которой выделялись участки сложного дифференцированного поля, отвечающие областям развития трапповых образований.

В конце 50-х годов на данной площади проводилась аэромагнитная съемка масштаба 1:200 000, по результатам которой проведено тектоническое районирование территории, уточнены контуры распространения трапповых пород, выделены зоны разломов. В 1966 г. Т.С. Кутузовой и М.Д. Токусаровым были составлены сводные карты аномального магнитного поля листов R-50, 51 в масштабах 1:1 000 000 и 1:200 000, а в 1979 г. изданы.

В 1976-1977 гг. проведена аэромагнитная съемка масштаба 1:25 000 в бассейнах рек Куойка, Беенчима и Уджа с целью прямых поисков кимберлитовых тел. Съемка проводилась квантовым магнитометром КАМ-28, установленным на самолете Ан-2. Высота полетов составляла 100-120 м, направление маршрутов широтное, привязка ФЛП визуальная с использованием фотоаппарата ЦГ-60, точность съемки составила  $\pm 3.2$  нТл в полях с градиентом до 20 нТл/км. По данным АМС-25 выделены 43 локальных аномалии, на 10 из которых установлены кимберлиты, а остальные рекомендованы к наземной заверке для выяснения их природы. Кроме поисковых задач, посредством АМС-25 успешно разрешались и картировочные – выделялись отдельные интрузивные

массивы, дайки основных пород, области и зоны аккумуляции магнитных минералов в осадочных отложениях, а также структуры и разломы различного ранга.

В 1985-86 гг. к северу от проектной площади проведена АМС-25 (номер на схеме 5) с использованием магнитометра АМП-7 и ММ-305 по сети широтных маршрутов, точность составила  $\pm 4,9$  нТл в полях с градиентом до 50 нТл/км. Съёмка сопровождалась фотопривязкой с помощью фотоаппаратов АФАГ-17 и АФА-37. В результате проведенных работ выделено и рекомендовано к дальнейшему изучению 17 локальных магнитных аномалий. Оконтурены погребенные интрузии основного и кислого состава. Выделены линейные отрицательные аномалии, предположительно связанные с нефтяными структурами, разрывными нарушениями.

Наземная магнитная съёмка начала применяться еще при проведении геолого-съёмочных работ масштаба 1:200 000 с конца 50-х годов. Съёмка проводилась в небольших объемах с целью заверки шлиховых аномалий, оконтуривания выявленных кимберлитовых тел. Довольно значительный объем (74,4 км<sup>2</sup>) наземной магнитометрии выполнен в ходе поисковых работ масштаба 1:100 000. В результате проверены 15 шлиховых аномалий и 43 магнитных, изучены 5 участков в окрестностях известных кимберлитовых тел. Наземная съёмка проводилась магнитометром М-27 по сети 100×50 м и более детальной на кимберлитовых трубках и перспективных аномалиях. Результатом этой съёмки явилось открытие 39 кимберлитовых тел в Куойкском поле.

Наземная магнитная съёмка масштаба 1:5 000 входила в комплекс поисковых работ при производстве ГМК-500 в 1980-84 гг. Наблюдения по сети 50×10 м и с магнитометрами М-27, М-33 проводились с целью наземной заверки локальных аэромагнитных аномалий, фотоаномалий, детализации ореолов МСА. В пределах Куойкско-Молодинского кимберлитового поля выявлено 11 кимберлитовых тел.

Наземная магнитная съёмка выполнялась и при заверке некоторых фотоаномалий, а также шлиховых и аэромагнитных аномалий, изучавшихся в

ходе работ по составлению геолого-минералогической карты по результатам дешифрирования материалов АФС и КС. Съёмка выполнялась в масштабе 1:5000 магнитометрами ММП-203, точность съёмки составила  $\pm 8$  нТл. Наземной магнитной съёмкой детализированы 19 аэромагнитных аномалий, проведены прямые поиски кимберлитовых тел на 7 перспективных участках. В результате наземной магнитометрии, проводившейся в комплексе с другими поисковыми методами, выявлено 27 кимберлитовых тел, 18 аномалий предположительно кимберлитовой природы остались незаверенными горными работами.

В 1991-93 гг. совместно с геологопоисковыми работами была проведена и наземная магнитометрия на аэромагнитных аномалиях. В результате этих работ установлена природа 17 аэромагнитных аномалий, открыто 7 кимберлитовых тел, в пяти из которых найдены алмазы.

В 1974-1975 гг. на площади проведены сейсмические исследования методом ГСЗ по профилю широтного направления – Воркута – Тикси («Горизонт») (номер на схеме 6). По результатам ГСЗ составлен глубинный геолого-геофизический разрез, на котором выделены палеозойский, байкальский, карельский и докарельский мегакомплексы Сибирской платформы, а также базальтовый слой и верхняя мантия, глубинные и внутрикоровые разломы. Глубина залегания кровли фундамента на исследуемой территории изменяется от 1,3 км на Оленекском поднятии до 4 км в Бур-Хастахском прогибе, а глубины залегания поверхности Мохо составили 35-38 км.

## 2. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУОЙСКОЙ ПЛОЩАДИ

Сведения о геологическом строении проектной территории, получены из фондовых материалов Амакинской ГРЭ проекта на проведение среднemasштабных поисковых работ на алмазы в бассейнах рек Бееничине, Куойка, Сектелях в 2011-2015 гг. [1]

### 2.1. Стратиграфия

В стратиграфическом отношении, на площади работ в современном эрозионном срезе развиты карбонатные породы венда, терригенно-карбонатные породы венда – нижнего кембрия, карбонатные породы нижнего кембрия, битуминозные, глинисто-карбонатные породы нижнего-среднего кембрия, карбонатные породы среднего кембрия, терригенные отложения нижней и верхней перми, нерасчлененные вулканогенные образования нижнего триаса, терригенные отложения нижней юры, а также четвертичные образования различных генетических типов. Мощность разреза составляет порядка 1060 м.

#### **Верхний протерозой**

Верхний протерозой представлен вендской системой, верхний отдел.

#### **Вендская система**

Представлена туркутской свитой (*Vtr*).

Туркутская свита (*Vtr*). Вендские карбонатные отложения, относящиеся к туркутской свите, выходят на дневную поверхность на юго-востоке площади в долине реки Оленек и низовьях ее притоков, где образуют скальные обнажения и столбообразные останцы. Слагают туркутскую свиту сероцветные доломиты, часто известковистые, в верхней части с прослоями водорослевых, оолитовых, строматолитовых и битуминозных разностей. Встречаются также редкие прослои песчаников и мергелей. Подошва свиты в пределах площади

проектируемых работ эрозией не вскрыта. Видимая мощность свиты достигает 150-160 м.

### **Верхний протерозой-фанерозой, нижнепалеозойская эратема**

#### **Венд-нижний кембрий**

Нижнекембрийская система представлена томмотским и атдабанским ярусами. Систему венд-нижний кембрий объединяют породы кесюсинской свиты ( $V-E_{1ks}$ ).

Кесюсинская свита ( $V-E_{1ks}$ ). Венд-нижнекембрийские карбонатно-терригенные отложения объединены в кесюсинскую свиту, выделяемую ранее как чабурский горизонт нижнего кембрия. Распространены отложения венда-нижнего кембрия на юго-востоке территории, наиболее полно обнажены по рекам Беенчиме и Куойка. На подстилающих породах венда кесюсинская свита залегает с размывом. Представлена она зеленоцветными и пестроцветными алевролитами и песчаниками, содержащими прослой мергелей, известняков, доломитов, известковистых конгломератов. Состав свиты несколько меняется с запада на восток, мощность также изменчива и составляет 30-40 м на западе и юго-западе, увеличиваясь до 100-150 м на востоке. Залегает на кровле туркутской свиты со стратиграфическим несогласием.

#### **Фанерозой**

#### **Палеозойская эратема**

Палеозойская эратема представлена нижним и средним отделом кембрийской системы.

#### **Кембрийская система, нижний отдел.**

Представлена атдабанским и ботомским ярусами. Ярусы объединяют породы еркекетской свиты ( $E_{1er}$ ).

Еркекетская свита ( $C_{1er}$ ). Выходы нижнекембрийских пород на дневную поверхность отмечены на юго-востоке территории в бассейнах нижних течений рек Куойка и Беенчиме. Разрез представлен пестроцветными, равномерно переслаивающимися известняками, глинистыми известняками, реже мергелями. В ряде мест в основании еркекетской свиты отмечаются конгломераты мощностью до 1,5 м. В кровле свиты отмечается пласт плотных известняков, хорошо дешифрируемых на аэрофотоснимках. Мощность свиты достигает 110-120 м. На породах кесюсинской свиты нижнекембрийская толща залегает с размывом.

### **Кембрийская система, нижний-средний отделы.**

Представлены ботомским, тойонским, амгинским ярусами. Ботомский и тонойский ярусы принадлежат нижнему отделу кембрия, амгинский – среднему отделу. Ярусы объединяют породы куонамской свиты ( $C_{1-2} kn$ ).

Куонамская свита ( $C_{1-2} kn$ ). Представлена чередованием битуминозных известняков и горючих сланцев, содержащих прослои известняков окремненных и глинистых. Породы нижнего-среднего кембрия существенно отличаются от пород, слагающих остальную часть кембрия, как по составу, так и по физическим свойствам, и являются хорошим маркером. Для отложений свиты характерно образование сажистых пород и «гореликов» в зонах разрывных нарушений и контактах с интрузиями долеритов. «Горелики» представляют собой брекчию, состоящую из спекшихся измененных обломков пород свиты, напоминающих пемзу коричневатой-серой и бурой окраски. Состав куонамской свиты довольно выдержан на значительных площадях, мощность также изменяется в незначительных пределах и составляет 40-42 м. Отложения нижнего-среднего кембрия залегают на породах еркекетской свиты со стратиграфическим несогласием.

### **Кембрийская система, средний отдел**

Средний отдел представлен амгинским и майским ярусами.

Непосредственно отложения среднего кембрия обнажены в юго-западной части площади представлены двумя свитами – оленекской ( $E_{2ol}$ ) и джахтарской ( $E_{2dg}$ ).

Оленекская свита ( $E_{2ol}$ ). Породы оленекской свиты закартированы в южной части площади работ, на отложениях битуминозной куонамской свиты залегают согласно. Разрез оленекской свиты весьма выдержан по площади и представлен пестроцветными известняками, глинистыми известняками, содержащими прослой мергелей и глинистых сланцев. Мощность свиты 70-75 м. Подошва свиты имеет стратиграфически согласное залегание с куонамской свитой.

Джахтарская свита ( $E_{2dg}$ ). Выходы их отмечены на юго-западе площади работ. В разрезе джахтарской свиты, представленной на площади лишь ее нижней частью, преобладают пестроокрашенные известняки и мергели, обладающие сравнительно малой плотностью и слабой устойчивостью к выветриванию. Мощность отложений джахтарской свиты, картируемых на площади, составляет 30-70 м. Отложения свиты залегают согласно на известняках оленекской свиты.

## **Верхний палеозой**

### **Пермская система**

Пермская система представлена нижним и верхним отделами, объединяющими в себе стратиграфически согласующиеся кунгурский ( $P_{1k}$ ) и уфимский ( $P_{2u}$ ) ярусы.

Кунгурский ярус ( $P_{1k}$ ). Отложения кунгурского яруса широко распространены на площади, вскрываются в долинах многих рек. В основании пермских отложений залегают углистые сланцы, иногда пески. Вышележащая часть разреза представлена толщей серых слабосортированных песков, содержащих линзовидные прослой алевролитов, углистых сланцев и углей, конгло-

мератов, округлые стяжения песчаников и многочисленные включения обуглившейся и сидеритизированной древесины. Нижнепермские отложения стратиграфически несогласно залегают на поверхности карбонатов кембрия. Мощность отложений кунгурского яруса порядка 60-65 м.

Уфимский ярус ( $P_{2u}$ ). Отложения верхней перми широко распространены в северо-западной части территории, образуют небольшие выходы в долинах р. Беенчима и правых притоков р. Бур. Разрез представлен песками пепельно-серыми, полевошпатовыми, включающими в себя крупные линзы и прослой углистых сланцев и глин, редкие мелкие линзы или прослой углей, обломки обуглившейся древесины. Мощность отложений верхней перми достигает 130-135 м. Залегание отложений верхней перми стратиграфически согласно с отложениями нижней перми.

### **Мезозойская эратема**

Представлена нижним отделом триасовой системы и нижним отделом юрской системы.

#### **Триасовая система, нижний отдел.**

Отложения нижнего отдела триасовой системы представлены индским ярусом. Индский ярус формируют отложения молодинской толщи ( $T_{1ml}$ )/

Молодинская толща ( $T_{1ml}$ ). Вулканоогенно-осадочные образования раннетриасового возраста распространены на водораздельных поверхностях в юго-западной части площади. Представлены они туфами с линзами туффитов и туфогенных песчаников, в меньшей степени – лавами базальтов. Туфогенные образования инъецированы силлами и дайками долеритов. Общая мощность туфолоавовой толщи в районе может достигать 150 м, но на значительных площадях толща сильно денудирована и представлена лишь нижней частью. Отложения раннего триаса имеют стратиграфически согласное залегание с отложениями пермской системы.

## **Юрская система, нижний отдел**

Отложения нижнего отдела юрской системы представлены плинсбахским ярусом. Плинсбахский ярус, представлен породами чымарской свиты ( $J_1\check{c}m$ )

Чымарская свита ( $J_1\check{c}m$ ). Породы чымарской свиты распространены на северо-западе территории, где слагают водораздел рек Бур и Беенчиме. Разрез характеризуется цикличностью и представлен закономерно чередующимися горизонтами песчаников и алевролитов с линзами и прослоями конгломератов. В составе юрских отложений нередки линзовидные прослой известняков, глинистых песков и конкреции сидеритов. В основании толщи залегает базальный горизонт мощностью 1-3 м, представленный слабо сцементированными конгломератами и песчаниками. Мощность отложений достигает 50-80 м. Отложения плинсбахского яруса, залегают со стратиграфическим несогласием на породах верхней перми.

## **Кайнозойская эратема**

Представлена четвертичной системой.

## **Четвертичная система**

Четвертичные отложения подразделяются на неоплейстоцен и голоцен. По генетическим признакам среди них выделяются озерно-аллювиальные, полигенетические, аллювиальные, озерно-болотные, элювиально-делювиальные образования.

## **Неоплейстоцен**

Вторая ступень, муруктинский горизонт - четвертая ступень, сартанский горизонт.

Озерно-аллювиальные отложения ( $laQ_{III2-4}$ ) широко развиты в северо-восточной части территории в бассейнах рек Куойка, Беенчиме, а также на юго-

западе -в бассейне р. Прав. Сектелях. Озерно-аллювиальные отложения плащеобразно перекрывают пологие плоские водоразделы и склоны речных долин. В разрезе преобладают желтовато-серые пески горизонтально- и косослоистые. Содержащаяся в них рассеянная галька представлена кремнистыми породами, реже кварцем, известняками, долеритами, сиенитами, кварцитами, песчаниками. Пески зачастую перекрываются суглинками и супесями. В основании свиты местами залегают галечники, глины. Нередко в разрезе наблюдаются линзы льда различных размеров. Полная мощность озерно-аллювиальных отложений, составляет 23,8 м.

Ейкская свита ( $laQ_{III2-4ej}$ ). Отложения ейкской свиты отмечены лишь в юго-восточной части исследованной территории, где они приурочены к плоским выположенным водоразделам. Залегают они большей частью на карбонатных породах нижнего палеозоя, местами на терригенных отложениях перми и, нередко перекрыты современными озерно-болотными осадками. Представлена свита полигенными льдистыми суглинками песчано-глинистыми, песчано-илистыми, илисто-песчаными отложениями, реже песками с гравием и галькой кремней, кварца, осадочных пород или долеритов. Максимальная вскрытая мощность отложений ейкской свиты – 9 м.

### **Неоплейстоцен – голоцен**

Четвертая ступень, сартанский горизонт - голоцен, нижняя часть

Аллювиальные отложения надпойменной террасы ( $a^1Q_{III4}-Q_H^1$ ) развиты в долинах рек Куойка и Беенчима. Аллювий террасы имеет двухчленное строение. Нижняя часть представлена галечниками с небольшим количеством песка, а верхняя суглинками с прослоями и линзами песка, торфа и жилами почвенного льда. Мощность террасы достигает 22,5 м.

Четвертая ступень, сартанский горизонт - голоцен

Озерно-болотные отложения ( $l,plQ_{III4}-Q_H$ ) распространены фрагментарно. Картируются они в верховьях р. Сектелях и на водоразделе рек Куойка

и Беенчиме, где занимают плоские заболоченные водоразделы и верховья мелких водотоков. Озерно-болотные отложения представлены супесями, илистыми суглинками серовато-бурого, бурого, темно-серого цвета, вязкими, плотными, нередко с прослоями льда, иногда встречаются прослой торфа. Вскрытая мощность озерно-болотных отложений 7,6 м.

## Голоцен

### Современное звено

Аллювиальные отложения русла и поймы ( $aQ_H^2$ ) слагают высокую и низкую поймы, а также русла рек. Они широко развиты во всех долинах, где имеется четко выраженное русло. Русловая фация высокой поймы сложена галечниками, мощность которых изменяется от нескольких десятков сантиметров до 3 - 4 м, или песками с включениями гальки и гравия, пойменная фация представлена льдистыми илами, торфами, суглинками. Установленная мощность отложений высокой поймы - 8,6 м. Русловые отложения представлены аллювием русловых отмелей и донными осадками. Мощность руслового аллювия колеблется от 0,5 до 4,5 м.

Отложения русел и пойм повсеместно содержат минералы-спутники алмазов, а в долинах крупных водотоков (рр. Беенчиме, Куойка) в них установлены непромышленные россыпи алмазов.

Элювиально-делювиальные образования ( $edQ$ ) развиты повсеместно и имеют небольшую мощность. В зависимости от литологического состава коренных пород они представлены суглинками, супесями, песками с включениями обломков различных пород, дресвяно-щебнистыми высыпками, развалами глыб. Максимальная вскрытая мощность образований 4,8 м.

## 2.2. Магматизм

Магматические образования исследуемой территории, картируемые на дневной поверхности и вскрытые поисково-картировочными скважинами,

представлены породами трапповой и кимберлитовой формаций, внедрение которых в осадочную толщу происходило на различных этапах платформенного развития.

Согласно условиям залегания, а также радиологическим определениям, возраст интрузивных образований различный, что позволило выделить три их комплекса: Молодо-уджинский комплекс долеритовый ( $\beta PZ_2mi$ ) Молодинский комплекс вулканический ( $\beta T_1m$ ) Куойкско-молодинский комплекс кимберлитовый ( $iJ_3-KIk$ ).

*Молодо-уджинский комплекс долеритовый ( $\beta PZ_2mi$ )* среднепалеозойского возраста выделен Масайтисом В.Л. в 1974 году, в дальнейшем неоднократно изучался на исследованной территории и сопредельных площадях. Среднепалеозойские траппы представлены преимущественно недифференцированными дайками долеритов и габбродолеритов северо-западного простирания. Формирование даек обусловлено активизацией Молодо-Попигайской зоны глубинных разломов в среднем палеозое. Дайки прорывают карбонатную толщу нижнего палеозоя, перекрываются пермскими отложениями, но отчетливо прослеживаются под ними по данным аэромагнитной съемки. Мощности даек варьируют в пределах первых десятков метров, залегание субвертикальное, азимуты простирания укладываются в диапазон СЗ 290 – 310°. Результаты возрастных определений дайковых интрузий, закартированных в долинах рек Солокут и Улахан-Юрях, составили 356 и 416 млн. лет.

Молодинский комплекс вулканический ( $\beta T_1m$ ) относится к трапповым образованиям раннетриасового возраста, широко развитым в южной половине площади. Комплекс выделен Ротманом А.Я. (1998 г.), включает в себя интрузивные, жерловые образования, туфы и туфогенные породы. Интрузивные образования представлены силлами различных мощностей, иногда кольцевыми лополитообразными телами. Силлы (или субпластовые интрузии) залегают среди песчаных отложений перми и туфогенных образований раннего триаса на разных уровнях, реже инъецируют карбонаты нижнего палеозоя. Мощности субпластовых интрузий могут меняться от первых метров до 50 - 100 м, в

скважине 6080 вскрыт силл мощностью 147,7 м. Силловые интрузии иногда прорываются штокообразными телами, сложенными оливиновыми долеритами. Субпластовые тела нередко расщепляются на серии маломощных интрузий, по периферии сопровождаются многочисленными апофизами, в том числе и дайкового типа. По мнению И.М. Осташкина (1990 г.) субпластовые интрузии тесно связаны с полями туфов и составляют с ними единый комплекс. Одной из важнейших особенностей интрузий, локализованных в туфах, являются аномально широкие контактовые зоны. Контактные породы представлены микродолеритами (эндоконтакт) и апотуфовыми роговиками. Контактное воздействие интрузий на туфы носит характер изохимического термального метаморфизма, туфы иногда подвергаются плавлению. Представлены силлы преимущественно толеитовыми долеритами и оливинсодержащими габбродолеритами. Приконтактные участки выполнены микродолеритами и долеритовыми порфиритами.

Дайкообразные тела, прорывающие терригенные отложения перми изучены по периферии траппового плато на правом берегу р. Куойка и в верховьях р. Кыран. Дайки разноориентированы, нередко дугообразно изогнуты в плане, иногда можно наблюдать постепенный переход дайки в пластовое тело. Многие дайки отчетливо выражены в рельефе протяженными «гривками» высотой до 3 м., мощности даек от 15 до 25 м. Дайки выполнены долеритами и оливинсодержащими долеритами, переходящими в микродолериты в приконтактных участках.

Химический состав раннетриасовых долеритов достаточно выдержан. В петрохимическом отношении исследованные магматиты характеризуются типично толеитовым составом с нормальной кремнекислотностью и щелочностью. От базитов среднепалеозойского возраста они отличаются низкими значениями окислов титана, калия, фосфора, суммарного железа и высокими содержаниями окислов кремния, магния и кальция.

*Куойкско-молодинский комплекс кимберлитовый (U<sub>3</sub>-K<sub>1k</sub>).* К настоящему времени на исследованной площади установлено 59 тел (трубки взрыва,

дайки, жилы) кимберлитовой формации, относящихся к Куойкско-Молодинскому полю. Локализованы кимберлитовые тела в юго-восточной части площади в пределах открытого карбонатного поля, единичные трубки установлены в пределах контура распространения покровного комплекса верхнего палеозоя и прорывают терригенную толщу перми. Размеры тел самые разные. Трубочные тела изменяются в поперечнике от 80 м (тр. Оливиновая) до 230×130 м (тр. Заозерная). Мощности даек и жил варьируют в пределах 1,5 – (10 – 15) м, протяженность их может составлять сотни метров. Оси удлинений кимберлитовых диатрем, дайки, а также цепочки кимберлитовых тел имеют преимущественно северо-восточное простирание (СВ 30 – 45°), совпадающее с простиранием Далдыно-Оленекской зоны глубинных разломов, которую принято считать кимберлитоконтролирующей. В целом же кимберлиты Куойкско-Молодинского поля локализованы в узле пересечения двух региональных зон глубинных разломов – Далдыно-Оленекской и Молодо-Попигайской.

Кимберлитовые тела чаще всего характеризуются относительно простым строением. Дайки и штоки сложены базальтоидными и слюдистыми кимберлитами, трубки взрыва – массивными и автолитовыми кимберлитовыми брекчиями с кимберлит-цементом того же состава. Шток (или трубка) Серая сложен монтичелитовыми пикритами. Контактные изменения вмещающих карбонатов выражены весьма слабо. Из ксенолитов в кимберлитовых телах отмечаются трапповые породы, карбонаты венда-нижнего кембрия, двупироксен-плагиоклазовые кристаллосланцы, гранат-содержащие гнейсы и плагиогнейсы, амфиболиты, пироксениты, эндербиты, чарнокиты, эклогиты. Минералы-спутники алмаза представлены пикроильменитом, пиропом, хромшпинелидом. Убогая алмазоносность отдельных кимберлитовых тел Куойкско-Молодинского поля установлена за пределами исследованной территории.

Возраст кимберлитовых тел, определявшийся различными методами и в разное время, варьирует в пределах 338 – 138 млн. лет, что позволило Брахфогелю Ф.Ф. (1995 г.) отнести Куойкско-Молодинское поле к полихронным,

формировавшимся в палеозойскую и мезозойскую эпохи кимберлитообразованиям. На данный момент, учитывая слабую изученность кимберлитового комплекса в целом, единый структурно-тектонический контроль над кимберлитовыми телами, а также тот факт, что большая часть определений возраста, проведенных U-Pb, Rb-Sr и другими методами, датируются мезозоем (128 - 170 млн. лет), принято считать возраст кимберлитовых тел Куойкско-Молодинского поля позднеюрским-раннемеловым.

### 2.3. Тектоника

Исследованная территория расположена в северо-восточной части Анабарской антеклизы в пределах западного фланга Оленекского сводового поднятия и зоны его сочленения с Хастахским прогибом (Рисунок 2).

В строении территории принимают участие два структурных этажа – кристаллический фундамент и платформенный чехол.

#### **Кристаллический фундамент**

В структурно-тектоническом плане районирования фундамента исследованная территория расположена в пределах Оленекского мегаблока (или коровой провинции), консолидированного в раннем протерозое.

В составе кристаллического основания преобладают слабомагнитные породы с относительно повышенной плотностью, о чем можно судить по геофизическим полям, наблюдаемым над территорией, а также результатам исследований ксенолитов кристаллических пород, установленных в кимберлитах Куойкско-Молодинского поля. По составу и петрофизическим характеристикам исследованные ксенолиты близки анабароидам и могут быть представлены аналогами хапчанской серии Анабарского щита.

Структурный план поверхности архейского этажа отображен, в гравитационном поле, о чем можно судить по вероятному наличию контрастной плотностной границы между кристаллическими породами архея и раннего протерозоя, а также отсутствию таковой между породами раннепротерозойского

фундамента и рифея. Средние значения плотности ксенолитов фундамента в трубке Обнаженной (без учета образцов мантийных пород) составили 2,90 - 2,93 г/см<sup>3</sup>. Плотности же пород экиитской серии в среднем составляют 2,6 - 2,7 г/см<sup>3</sup> и практически сопоставимы с плотностями, перекрывающих их отложений рифея или венда. Предполагаемые глубины залегания кровли архейского подэтажа в пределах площади работ находятся в пределах 4 - 6 км.

Исследованная территория охватывает фрагменты двух крупных структур фундамента – Оленекского поднятия и Хастахского прогиба, граница между которыми проводится по гравитационной ступени – интенсивному градиенту поля силы тяжести. Оленекское сводовое поднятие в пределах исследованной площади и сопредельных с юго-востока и востока территорий осложнено структурами второго порядка, как положительными так и отрицательными.

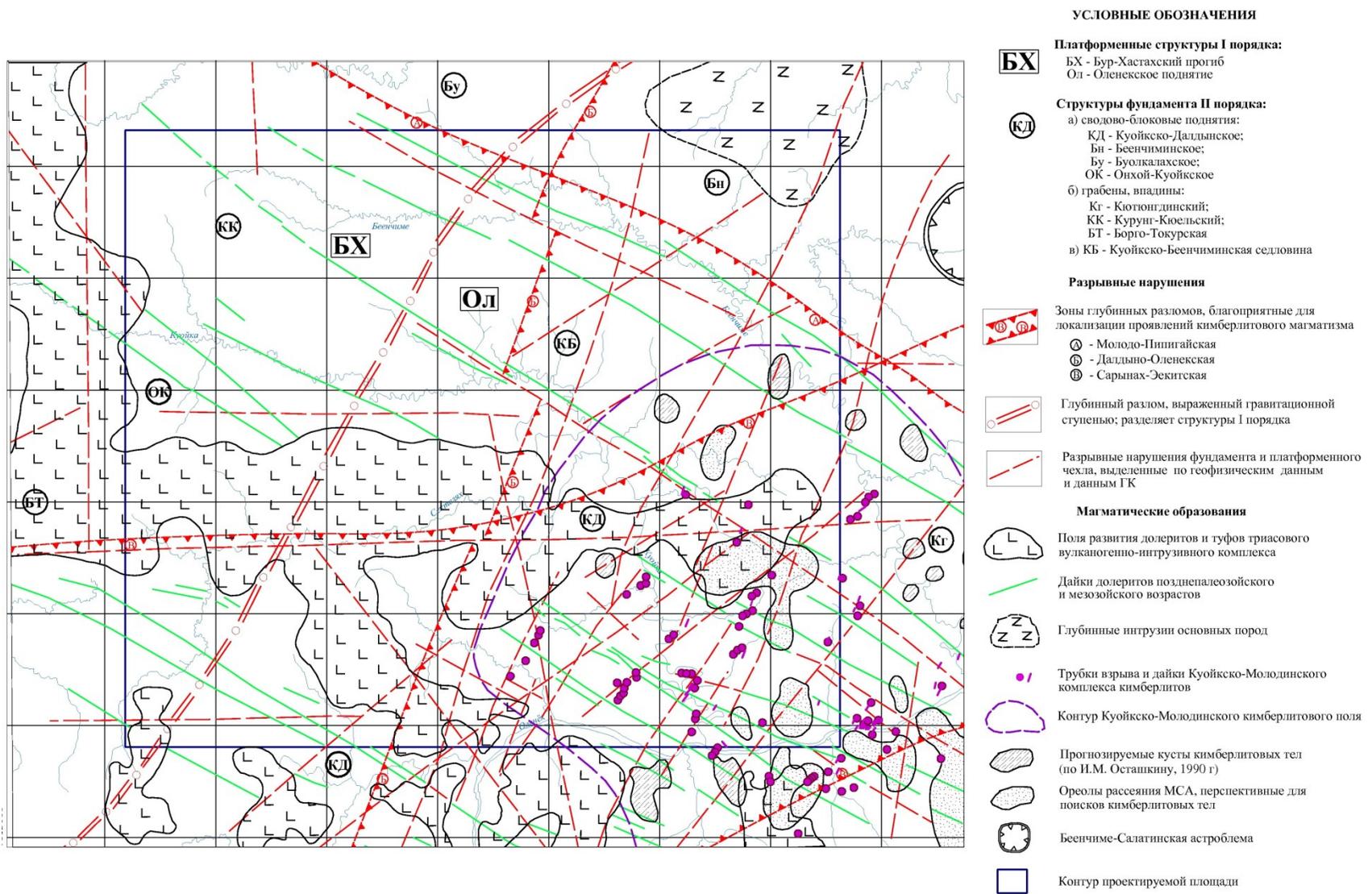


Рисунок 2 – Тектоническая схема фундамента. Масштаб 1:1 500 000

Большую часть исследованной территории занимает Беенчиминское блоковое поднятие архейского фундамента, представляющее юго-западную наиболее возвышенную часть Оленекского свода. Беенчиминское поднятие вытянуто к северо-востоку, контролируется региональными разломами того же направления (Бурским, Биректинским), размер его 170×90 км. Судя по характеристикам гравитационного поля, апикальная часть кровли архейского этажа фундамента в пределах Беенчиминского поднятия приурочена к северо-восточной его части – Салатинскому выступу размером 50×30 км. На северо-западном склоне Беенчиминского поднятия архейский фундамент испытывает довольно интенсивное погружение в сторону Хастахской впадины. К востоку и юго-востоку от исследованной территории Беенчиминское поднятие сочленяется с двумя горстовидными поднятиями – Сололийским и Куойско-Далдынским, разделенными Кютюнгдинским грабеном, формирование которого связывают с рифтогенными процессами. Все три структуры вытянуты к северо-западу, контролируются региональными разломами Молодо-Попигаийской зоны того же простирания, по размерам сопоставимы между собой. Днище Кютюнгдинского грабена воздымается к северо-западу и амплитуда его затухает в приближении к Беенчиминскому поднятию, разломы же, ограничивающие грабен (Северо-Кютюнгдинский и Южно-Кютюнгдинский), прослеживаются и в пределах поднятия. Абсолютный уровень залегания кровли архейского подэтажа в сводах Сололийского и Куойско-Далдынского поднятий несколько ниже, чем на Беенчиминском. Сололийское поднятие отделено от Беенчиминского малоамплитудной седловиной, Куойско-Далдынское – ступенеобразным уступом.

В пределах Хастахского прогиба, занимающего северо-западную часть площади, архейский фундамент погружается на значительные глубины и, судя по данным гавиразведки, осложнен серией поперечных прогибов грабенов и горстов.

Верхний подэтаж фундамента представлен слабометаморфизованными метаосадочными и метавулканическими породами экитской серии общей

мощностью до 2,5 км. Выходы кристаллических пород раннего протерозоя на дневную поверхность отмечены в сводовой части Оленекского поднятия, где они смяты в крутые асимметричные складки северного и северо-западного простирания. Некоторые исследователи относят эakitскую серию раннего протерозоя к промежуточному орогенному структурному этажу платформы, залегающему на архейских кристаллических породах, метаморфизованных в гранулитовую фацию.

### **Платформенный чехол**

Платформенный чехол представлен рифейским, венд-нижнепалеозойским, верхнепалеозойско-нижнемезозойским, мезозойским и кайнозойским структурными ярусами.

*Рифейский структурный ярус* сложен терригенными и терригенно-карбонатными породами нижнего, среднего и верхнего рифея общей мощностью до 1,4 км. На дневной поверхности породы не вскрываются, выходы их широко распространены к востоку от исследованной территории, на склонах Солюлийского и Салабынского выступов Оленекского поднятия, вскрыты скважинами на глубинах более 3 км по юго-восточному борту Хастахского прогиба. Структурный план рифейского яруса наследует рельеф кровли раннепротерозойского фундамента, глубины залегания его поверхности изменяются в пределах 0,6 - 1,5 км.

*Венд-нижнепалеозойский структурный ярус* залегает со структурным и стратиграфическим несогласием на рифейском. Включает в себя терригенно-карбонатные и карбонатные породы венда и кембрия, суммарная мощность которых может достигать 1300 м. Породы яруса вскрыты эрозией непосредственно на площади работ в южной и юго-восточной ее частях. Максимальное воздымание яруса отмечается на юго-востоке территории, а структурный план яруса в целом характеризуется подобием рельефу кровли подстилающего рифейского яруса и отличается более пологими формами.

Породы, слагающие венд-нижнепалеозойский ярус, разбиты густой сетью разрывных нарушений, обусловивших мелкоблоковый (клавишный) характер его строения, инъецированы дайками долеритов и являются вмещающими для диатрем и даек кимберлитовой формации. Возраст магматических образований среднепалеозойский и мезозойский.

*Верхнепалеозойско-нижнемезозойский структурный ярус*, широко распространенный на площади и занимающий до 70 - 75% всей территории.

Верхнепалеозойский ярус представлен терригенной угленосной толщей пермского возраста, залегающей субгоризонтально, с несогласием перекрывая разновозрастные отложения нижнего палеозоя. В южной части площади пермские отложения интродированы пластовыми и секущими телами трапповой формации. Мощность яруса на юге и в центральной части территории не превышает 100 - 150 м, а на северо-западе достигает 305 м.

Нижнемезозойский ярус распространен в южной половине территории, представлен туфогенными и вулканогенными образованиями молодинской толщи нижнего триаса, инъецированными многочисленными интрузиями трапповой формации. Породы яруса с угловым и стратиграфическим несогласием залегают на терригенных отложениях перми. Мощность подъяруса весьма невыдержана и может меняться от первых десятков метров до 190 м. Контуры его распространения на площади отчетливо фиксируются по геофизическим данным.

*Мезозойский структурный ярус* распространен на северо-западе территории в зоне сочленения Оленекского поднятия и Хастахского прогиба, представлен нижнеюрскими терригенными отложениями морского генезиса. Породы яруса с размывом залегают на терригенных отложениях перми, полого погружаются к северо-западу в сторону Хастахского прогиба, увеличиваясь в мощности в том же направлении. Максимальная мощность яруса в пределах территории составляет 82 м.

*Кайнозойский структурный ярус* широко развит в бассейнах рек Куойка и Беенчима, представлен озерно-болотными, озерно-аллювиальными и аллювиальными отложениями четвертичного возраста, формирующими маломощный сплошной покров на пологих и плоских формах рельефа. Мощность яруса не превышает 40 м.

### **Разрывные нарушения**

Разрывные нарушения, определившие современное структурно-блоковое строение территории, относятся в основном к двум кимберлитоконтролирующим зонам глубинных разломов – Далдыно-Оленекской и Молодо-Попигайской, на пересечении которых находится район работ.

Далдыно-Оленекская зона глубинных разломов протягивается от Тунгусской синеклизы до северо-восточного фланга Анабарской антеклизы, ширина ее достигает 100-150 км. Зона контролирует 13 кимберлитовых полей Якутской алмазоносной провинции с интрузиями среднепалеозойского и мезозойского возраста, в том числе и Куойкско-Молодинское поле, частично находящееся в пределах исследованной территории. В границах участка работ Далдыно-Оленекская зона представлена серией разрывных нарушений северо-восточного простирания (СВ 35-45°), характеризующихся сбросо-сдвиговой кинематикой. Наиболее протяженными региональными разломами зоны, проявленными в фундаменте и чехле, являются Бурский, Некекитский, Солокутский, Биректинский, Ейкский. Амплитуды вертикальных смещений незначительны, горизонтальные подвижки могут достигать 200 - 300 м. С простиранием разрывных нарушений согласуются простирания даек кимберлитов, длинных осей диатрем, а также кустов кимберлитовых тел, вытянутых в цепочки вдоль разломов. Это указывает на контроль кимберлитовых проявлений нарушениями данной системы.

Молодо-Попигайская зона глубинных разломов (Куойкско-Эбеляхская) широкой полосой (до 200 км) протягивается от Предверхожанского прогиба к северному обрамлению Анабарского щита, представлена густой сетью раз-

рывных нарушений северо-западного простирания (СЗ 290 – 320°), трассируемых дайками долеритов, а также полями развития трапповых и туфогенных образований покровного типа. В пределах Молодо-Попигайской зоны установлены 8 полей с малыми интрузиями кимберлитов и родственных им пород, а также массивы щелочно-ультраосновного и карбонатитового состава.

Согласно имеющимся представлениям разломы Молодо-Попигайской зоны долгоживущие, контролировали формирование таких крупных структур, как Кютюнгинский грабен и Куойкско-Далдынское поднятие, заложенных предположительно в рифее. Большое число мелких структур клавишного типа сформировалось, вероятнее всего, в среднем палеозое. С активизацией глубинных разломов Молодо-Попигайской зоны в палеозойское и мезозойское время связаны проявления траппового, а возможно, и кимберлитового магматизма, формы проявления которого охарактеризованы выше.

Наиболее крупные разломы Молодо-Попигайской зоны, картируемые в пределах исследованной территории – Северо-Кютюнгинский, Южно-Кютюнгинский, Муогданский, Анабаро-Борготокурский и Догой-Куойкский. Разрывные нарушения, контролирующие мелкие структуры, являются преимущественно сбросами с амплитудами до 200 м.

В пределах площади работ и всего Оленекского мегаблока довольно часто картируются разломы северо-западного простирания в румбах СЗ 330 – 340°, проявленные в геофизических полях и отдельных формах рельефа. Фрагменты некоторых из них картируются на дневной поверхности. Один из региональных разломов данного простирания – Куойкский, пересекает всю площадь работ, уходя далеко за ее пределы.

Разрывные нарушения субширотного направления имеют весьма подчиненное значение. Выделяются они при дешифрировании аэрофотокосмоснимков различного масштаба и по геофизическим данным.

## 2.4. Полезные ископаемые

Основными полезными ископаемыми района являются алмазы. Кроме того, на площади работ отмечены незначительные проявления углей, горючих сланцев, золота. Широко развиты на площади породы, которые можно использовать в качестве строительных материалов.

*Алмазы.* Алмазы на площади установлены в россыпях и коренных источниках. Бесспорно алмазоносной с убогим содержанием пока считается лишь одна кимберлитовая трубка (Поисковая) из 47 тел, выявленных на площади. Сомнительными по принадлежности к коренным источникам считаются находки алмазов, обнаруженные при опробовании трубок Великан, Первомайская, Скиф и Ноябрьская. К потенциально алмазоносным по парагенезису МСА отнесены кимберлитовые трубки и дайки Ольха, Заозерная, Придорожная, Боб, Серушка, Пятница, Эселях, Трапповая и Ноябрьская.

Россыпные проявления алмазов приурочены в основном к современному аллювию рек Куойка и Беенчиме, из которого извлечены сотни кристаллов. Единичные находки алмазов отмечены в озерно-аллювиальных и озерно-болотных четвертичных отложениях, а также в базальных горизонтах терригенной толщи плинсбахского яруса.

Протяженность непромышленных россыпей алмазов на площади работ составляет 61 км на р. Куойка и 30 и 34 км на р. Беенчиме. Среднее содержание алмазов в аллювии этих рек 0,4 - 49,1 мг/м<sup>3</sup> является некондиционным. Кроме того, запасы аллювия ограничены, что также снижает промышленную ценность россыпей.

Алмазы из россыпей представлены I, V, VII разновидностями, по габитусу кристаллов преобладают ромбододекаэдры, редко встречаются октаэдры, двойники и пластинчатые разновидности. Признаки аллювиального износа практически не выражены. Большинство кристаллов бесцветны, некоторые имеют желтоватые и коричневатые оттенки. Вес кристаллов находится в пре-

делах 1 - 20 мг, отмечены единичные кристаллы весом 44,8 и 122,2 мг. В россыпях отсутствуют разновидности алмазов, найденные в трубке Дьянга (за пределами участка работ), поэтому вопрос об их источниках остается открытым.

*Каменный уголь.* Проявления каменных углей приурочены к терригенным отложениям пермского возраста. Представлены угли маломощными (0,2 - 1,5 м) пластами и линзами, невыдержанными по простиранию. Угли дюренкларенового типа, гумусовые, по степени углефикации отнесены к начальной стадии каменных углей. Основным углеобразующим компонентом является гелифицированное вещество. Практического значения проявления углей не имеют, в основном, из-за малых мощностей и невыдержанности развития.

*Горючие сланцы.* Горючие сланцы распространены на всей территории в разрезе куонамской свиты нижнего-среднего кембрия, выходы их на дневную поверхность отмечаются в южной части территории. Сланцы залегают в виде прослоев и линз мощностью от 0,2 до 1,0 м среди битуминозных известняков, состоят из органики с примесью алевроито-глинистого материала, загораются от спички. По теплотворной способности и другим технологическим данным горючие сланцы удовлетворяют кондиционным требованиям к данному сырью, однако промышленного значения они не имеют из-за незначительной насыщенности разреза горючими разностями и малых мощностей отдельных прослоев. По данным спектрального анализа сланцы отличаются повышенными содержаниями иттрия, ванадия, циркония, стронция и галия.

*Торф.* Торф довольно широко распространен на площадях развития озерно-болотных отложений четвертичного возраста, большей частью в бассейнах средних течений рек Куойка и Беенчиме. Мощности торфяных пластов варьируют от 0,5-1 м до 5 м, площади развития отдельных массивов могут достигать 20 км<sup>2</sup>. Торф преимущественно некачественный и состоит из слабо разложившихся растительных остатков.

*Золото.* Золото встречается в аллювии большинства водотоков, обычно в знаковых количествах (1-3 знака) на шлиховую пробу, в единичных пробах

отмечены содержания до 50 знаков. Промышленно значимых проявлений не отмечено.

*Строительные материалы.* На площади известен широкий спектр горных пород, пригодных для использования в строительной индустрии после необходимого доизучения, причем запасы их огромны. Долериты, известняки и доломиты могут использоваться при строительстве зданий и сооружений, а также в дорожном строительстве; пески и галечники – для изготовления бетонных растворов, отсыпки дорог; некоторые разновидности известняков – для производства портландцемента и воздушной извести.

## 2.5. Физические свойства горных пород и руд.

Сведения о физических свойствах горных пород, слагающих территорию, приведены на основе анализа имеющихся материалов по петрофизическим исследованиям, проведенным в пределах Лено-Оленекского междуречья.

В геологическом строении района работ принимают участие карбонатные и терригенно-карбонатные отложения венда, кембрия, терригенные отложения перми и нижней юры, вулканогенные образования и интрузивные породы трапповой формации раннетриасового возраста, четвертичные образования различных генетических типов.

Петрофизическая характеристика карбонатных и терригенно-карбонатных пород верхнего протерозоя и нижнего палеозоя представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Петрофизическая характеристика карбонатных и терригенно-карбонатных пород верхнего протерозоя и нижнего палеозоя

№ п/п	Название пород, стратиграфическая привязка	Общая радиоактивность, $\gamma$ , мкР/ч min-max	Магнитная восприимчивость, $\alpha$ , $\times 10^{-5}$ ед. СИ min-max	Удельная электрическая проводимость, $\sigma$ , мСм/м min-max
1	Кесьюсинская свита (песчаники, алевролиты, аргиллиты, мергели, глауконитсодержащие известняки)	1,0 – 18,0	10,0 – 50,0	1,0 – 30,0
2	Еркекетская свита (известняки, глинистые известняки)	1,5 – 16,0	3,0 – 25,0	0,5 – 20,0
3	Куонамская свита (горючие сланцы, битуминозные известняки)	1,0 – 60,0	3,0 – 50,0	1,0 – 60,0
4	Оленекская свита (известняки, глинистые известняки)	1,5 – 7,0	3,0 – 18,0	1,5 – 7,0
5	Джахтарская свита (известняки, глинистые известняки)	2,0 – 8,0	3,0 – 15,0	2,0 – 8,0

В целом породы терригенно-карбонатного цоколя относятся к практически немагнитным и по этой причине рассматриваются как среда, благоприятная для поисков в ней локальных кимберлитоперспективных объектов.

Терригенные породы верхнего палеозоя и мезозоя представлены песчаными, в меньшей мере алевроитовыми породами нерасчлененных нижнего и верхнего отделов перми ( $P_{1-2}$ ) и чымарской свиты ( $J_1^{ct}$ ) нижней юры. Характеристика терригенных пород приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Петрофизическая характеристика терригенных пород верхнего палеозоя и мезозоя

№№ п/п	Название пород, стратиграфическая привязка	Общая радиоактивность $\gamma$ , мкР/ч min-max	Магнитная восприимчивость, $\alpha$ , $\times 10^{-5}$ ед. СИ min-max	Удельная электрическая проводимость, $\sigma$ , мСм/м min-max
1	Пермская система нерасчлененная (песчаники, алевролиты)	6,0 – 18,0	3,0 – 50,0	2,0 – 80,0
2	Чымарская свита (песчаники, алевролиты)	8,0 – 15,0	30,0 – 600,0	2,0 – 40,0

Мезозойские образования представлены долеритами молодинского комплекса ( $\beta T_1 m$ ), туфами, туфопесчаниками и базальтами молодинской толщи ( $\beta T_1 ml$ ) нижнего триаса. Петрофизическая характеристика указанных образований приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Геофизическая характеристика пород молодинского комплекса и молодинской толщи нижнего триаса

№№ п/п	Название пород	Общая радиоактивность, $\gamma$ , мкР/ч min-max	Магнитная восприимчивость, $\alpha$ , $\times 10^{-5}$ ед. СИ min-max	Удельная электрическая проводимость, $\sigma$ , мСм/м min-max
1	Долериты	1,5 – 2,3	300 – 2500	1,0 – 10,0
2	Туфы, туфопесчаники	4,0 – 10,0	50 – 1500	1,0 – 12,0
3	Базальты	10,0 – 19,0	600 - 3000	2,0 – 80,0

Физические свойства кимберлитов рассмотрены на примере кимберлитовых трубок Куойкско-Молодинского поля, расположенных в юго-восточной части площади в пределах открытого карбонатного поля (таблица 4).

Таблица 4 – Средние значения физических свойств кимберлитовых пород Куойкско-Молодинского кимберлитового поля

№ пп	Названия кимб. тел	Название породы	$\alpha \times 10^{-6} \text{СИ}$		Фактор Q		Плотность $\text{г/см}^3$	
			$\frac{\alpha}{n}$	$\frac{\alpha}{\text{до}}$	$\frac{Q}{n}$	$\frac{Q}{\text{до}}$	$\frac{\sigma}{n}$	$\frac{\sigma}{\text{до}}$
1	д. Великан I	Кимберлит	$\frac{464}{96}$	$\frac{251}{748}$	$\frac{1,88}{79}$	$\frac{0,2}{3,7}$	$\frac{2,72}{62}$	$\frac{2,4}{2,9}$
2	ш. Великан II	Кимберлит	$\frac{385}{6}$	$\frac{327}{604}$	$\frac{1,3}{6}$	$\frac{1,00}{1,64}$	$\frac{2,72}{6}$	$\frac{2,58}{2,76}$
3	ш. Мелкая	Альнеит	$\frac{76}{1}$		$\frac{3,42}{1}$		$\frac{2,85}{1}$	
4	ш. Серая	Альнеит	$\frac{421}{2}$	$\frac{334}{507}$	$\frac{-1,31}{2}$	$\frac{-0,76}{-1,86}$	$\frac{2,65}{2}$	$\frac{2,53}{2,78}$
6	гр. Дробленая	Кимберлитовая брекчия с массивной структурой цемента	$\frac{205}{1}$		$\frac{-0,43}{1}$		$\frac{2,33}{1}$	
7	гр. Мама	Кимберлитовая брекчия с автолитовой структурой цемента	$\frac{74}{3}$	$\frac{37}{145}$	$\frac{-4,66}{3}$	$\frac{-2,54}{-5,8}$	$\frac{2,54}{3}$	$\frac{2,52}{2,59}$
8	гр. Пятница	Кимберлитовая брекчия с автолитовой структурой цемента	$\frac{14}{9}$	$\frac{2}{41}$	$\frac{0,29}{2}$	$\frac{0,23}{0,36}$	$\frac{2,61}{9}$	$\frac{2,52}{2,71}$
9	гр. Слюдянка	Кимберлитовая брекчия с автолитовой структурой цемента	$\frac{28}{11}$	$\frac{5}{50}$	$\frac{0,24}{9}$	$\frac{0,07}{0,40}$	$\frac{2,56}{11}$	$\frac{2,14}{2,88}$
10	д. Хорей		$\frac{224}{10}$	$\frac{121}{318}$	$\frac{-1,25}{10}$	$\frac{-0,53}{-2,15}$	$\frac{2,74}{10}$	$\frac{2,66}{2,81}$
11	гр. Скиф-I	Кимберлитовая брекчия	$\frac{27}{2}$	$\frac{22}{33}$	$\frac{0,21}{2}$	$\frac{0,12}{0,3}$	$\frac{2,56}{2}$	$\frac{2,49}{2,62}$
12	гр. Скиф-I	Кимберлитовая брекчия	$\frac{29}{2}$	$\frac{27}{31}$	$\frac{0,32}{3}$	$\frac{0,08}{0,75}$	$\frac{2,48}{3}$	$\frac{2,46}{2,5}$
13	гр. Киевлянка	Кимберлитовая брекчия	$\frac{20}{7}$	$\frac{15}{28}$	$\frac{-5,30}{7}$	$\frac{-3,87}{-7,72}$	$\frac{2,42}{7}$	$\frac{2,28}{2,57}$
14	гр. Бурулька	Кимберлитовая брекчия	$\frac{248}{5}$	$\frac{193}{296}$	$\frac{6,34}{5}$	$\frac{2,25}{8,75}$	$\frac{2,21}{5}$	$\frac{2,10}{2,27}$
15	гр. Поисковая	Кимберлитовая брекчия	$\frac{59}{7}$	$\frac{45}{65}$	$\frac{0,75}{7}$	$\frac{0,22}{0,92}$	$\frac{2,54}{7}$	$\frac{2,48}{2,59}$
16	гр. Глубокая (сложное строение)	Кимберлит, Кимберлитовая брекчия с автолитовой структурой цемента	$\frac{48}{3}$	$\frac{14}{81}$	$\frac{1,9}{3}$	$\frac{1,0}{3,0}$	$\frac{2,46}{3}$	$\frac{2,28}{2,64}$
17	гр. Российская	Кимберлитовая брекчия	$\frac{99}{3}$	$\frac{35}{132}$	$\frac{0,63}{3}$	$\frac{0,27}{1,09}$	$\frac{2,28}{3}$	$\frac{2,21}{2,32}$
18	гр. Второгодница	Кимберлитовая брекчия с массивной текстурой цемента	$\frac{83}{79}$	$\frac{42}{219}$	$\frac{-1,88}{79}$	$\frac{0,4}{5,1}$	$\frac{2,73}{61}$	$\frac{2,49}{2,88}$
19	гр. Рубин	Кимберлитовая брекчия с массивной текстурой цемента	$\frac{7}{2}$	$\frac{1,6}{13}$	$\frac{-3,61}{1}$		$\frac{2,42}{2}$	$\frac{2,39}{2,46}$

№ пп	Названия кимб. тел	Название породы	$\alpha \times 10^{-6} \text{СИ}$		Фактор Q		Плотность г/см <sup>3</sup>	
			$\frac{\alpha}{\text{п}}$	$\frac{\alpha}{\text{до}}$	$\frac{Q}{\text{п}}$	$\frac{Q}{\text{до}}$	$\frac{\sigma}{\text{п}}$	$\frac{\sigma}{\text{до}}$
Продолжение таблицы 4								
20	гр. Оливиновая а)отрицательная аномалия		$\frac{102}{16}$	$\frac{57}{286}$	$\frac{-9,12}{16}$	$\frac{2,0}{13,6}$	$\frac{2,80}{16}$	$\frac{2,51}{2,92}$
	гр. Оливиновая а)положительная аномалия		$\frac{16}{2}$	$\frac{14}{18}$	$\frac{0,42}{2}$	$\frac{0,29}{0,56}$	$\frac{2,36}{2}$	$\frac{2,29}{2,44}$
21	д. Водорадельная	Кимберлит	$\frac{280}{2}$	$\frac{263}{298}$	$\frac{0,8}{2}$	$\frac{0,58}{1,0}$	$\frac{2,65}{2}$	$\frac{2,58}{2,72}$
22	д. Людмила	Кимберлитовая брекчия с массивной текстурой цемента	$\frac{230}{1}$		$\frac{4,09}{1}$		$\frac{2,49}{1}$	
23	гр. Руслвая	Кимберлитовая брекчия с автолитовой структурой цемента	$\frac{7}{111}$	$\frac{1,2}{49}$	$\frac{-0,65}{46}$	$\frac{-0,1}{-2,2}$	$\frac{2,65}{97}$	$\frac{2,55}{2,77}$
24	гр. Обнаженная	Кимберлитовая брекчия с автолитовой структурой цемента	$\frac{26}{521}$	$\frac{1,2}{115}$	$\frac{-1,26}{76}$	$\frac{-0,1}{-3,6}$	$\frac{2,70}{543}$	$\frac{2,51}{2,90}$
25	д. Поисковая	Кимберлит	$\frac{0,8}{2}$	$\frac{0,6}{0,9}$			$\frac{2,44}{2}$	$\frac{2,41}{2,47}$
26	гр. Рубин	Кимберлитовая брекчия с массивной текстурой цемента	$\frac{7}{2}$	$\frac{1,6}{13}$	$\frac{-3,61}{1}$		$\frac{2,42}{2}$	$\frac{2,39}{2,46}$
27	д. Шейка	Кимберлит	$\frac{87}{5}$	$\frac{56}{127}$				
28	гр. Кыл	Кимберлитовая брекчия	$\frac{54}{19}$	$\frac{32}{95}$			$\frac{2,37}{21}$	$\frac{2,23}{2,49}$
29	гр.Кыран-1	Кимберлитовая брекчия	$\frac{10}{16}$	$\frac{4}{16}$			$\frac{2,45}{14}$	$\frac{2,34}{2,55}$
30	гр.Кыран-2	Кимберлит	$\frac{3}{6}$	$\frac{0,8}{6,4}$			$\frac{2,46}{6}$	$\frac{2,35}{2,56}$
31	гр.Кыран-3	Кимберлитовая брекчия	$\frac{127}{8}$	$\frac{88}{191}$			$\frac{2,64}{9}$	$\frac{2,47}{2,74}$
32	гр.Кыран-4	Кимберлитовая брекчия	$\frac{84}{10}$	$\frac{52}{111}$			$\frac{2,51}{7}$	$\frac{2,43}{2,57}$
33	гр.Ольха-1	Кимберлитовая брекчия	$\frac{1}{16}$	$\frac{0,8}{1,6}$			$\frac{2,36}{9}$	$\frac{2,29}{2,43}$
34	гр.Ольха-2	Кимберлитовая брекчия	$\frac{0,8}{13}$	$\frac{0,6}{1,1}$			$\frac{2,25}{6}$	$\frac{2,20}{2,32}$
35	гр.Ольха-3	Кимберлитовая брекчия	$\frac{8}{57}$	$\frac{0,8}{24}$			$\frac{2,32}{31}$	$\frac{2,20}{2,38}$
36	гр. Серушка	Кимберлитовая брекчия	$\frac{36}{8}$	$\frac{32}{37}$			$\frac{2,20}{7}$	$\frac{2,15}{2,23}$
37	гр. Придорожная	Кимберлитовая брекчия	$\frac{11}{11}$	$\frac{3}{24}$			$\frac{2,22}{7}$	$\frac{2,16}{2,28}$
38	гр. Боб	Кимберлитовая брекчия	$\frac{4}{9}$	$\frac{0,8}{8,0}$				

№ пп	Названия кимб. тел	Название породы	$\alpha \times 10^{-6} \text{СИ}$		Фактор Q		Плотность г/см <sup>3</sup>	
			$\frac{\alpha}{n}$	$\frac{\alpha t}{\text{до}}$	$\frac{Q}{n}$	$\frac{\alpha t}{\text{до}}$	$\frac{\sigma}{n}$	$\frac{\alpha t}{\text{до}}$
Продолжение таблицы 4								
39	гр. Фондовая	Кимберлитовая брекчия	$\frac{76}{20}$	$\frac{56}{96}$			$\frac{2,65}{2}$	$\frac{2,62}{2,68}$
40	гр. Маскарад	Кимберлитовая брекчия	$\frac{263}{18}$	$\frac{207}{306}$			$\frac{2,60}{17}$	$\frac{2,55}{2,65}$
41	гр. Мгришница	Кимберлитовая брекчия	$\frac{14}{108}$	$\frac{6}{46}$				
42	д. Мгришница	Кимберлит	$\frac{22}{107}$	$\frac{0}{80}$			$\frac{2,67}{103}$	$\frac{2,43}{2,83}$

### 3. АНАЛИЗ РАННЕ ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТ

Анализ геологических исследований, проведенных на площади проектируемых работ, позволяет сказать, что изучена она неравномерно. Вся площадь охвачена геологической съемкой масштаба 1:200 000 и поисковыми работами масштаба 1:100 000. Более детально исследованы отдельные участки юго-восточной части площади, где локализованы кимберлитовые тела Куойкско-Молодинского кимберлитового поля. По результатам оценки прогнозных ресурсов ЯАП, перспективы обнаружения коренных источников алмазов на проектной площади оцениваются положительно, признано целесообразным дальнейшее изучение территории геолого-геофизическими работами. [1]

Анализируя степень геофизической изученности, необходимо констатировать, что в геофизическом плане площадь проектируемых работ изучена крайне слабо. В целом можно сказать, что магниторазведка оказалась весьма эффективной на данной площади при поисках кимберлитовых тел. Однако масштабы аэросъемочных работ (1:25 000) и аппаратура, с которой они проводились, не удовлетворяют современным требованиям к подобного рода работам:

1. Аэромагнитная съемка масштаба 1:25 000 проводилась более 30 лет назад с аппаратурой, не удовлетворяющей современным методическим и техническим требованиям к производству АМС по планово-высотной привязке фактических линий полета, вариациям и точности съемки.
2. При АМС фиксировались в основном контрастные аэромагнитные аномалии; могли быть пропущены слабоинтенсивные аномалии, а также аномалии сравнительно небольших размеров, из-за невысокой точности съемки и невыдержанности расстояний между линиями полетов.
3. Аэромагнитные высокоточные работы масштаба 1:10 000 и крупнее, на территории проектируемых работ не проводились. [1]

Достоинствами современной аэромагниторазведки является ее экспрессность и системность наблюдений в совокупности с высокой чувствительностью приборов, низкой погрешностью измерений и возможностью точной привязки пунктов наблюдений в плане и по высоте. Детальные аэромагнитные съемки масштаба 1:10 000 и 1: 5 000 проводятся по системе параллельных профилей с расстоянием между линиями полетов соответственно 100 и 50 м, объединенных системой опорных и секущих маршрутов. Как правило, частота измерений составляет 20 Гц, что позволяет получить исходные маршрутные данные с интервалом 3–5 м. Средняя точность съемки составляет 0,5–1,5 нТл. Точность позиционирования датчика при нахождении в гондole GPS-приемника составляет после введения дифференциальной коррекции  $\pm 1$  м. Измерения проводятся на высоте 60–70 м от поверхности земли, с генеральным обтеканием рельефа, что позволяет снизить влияние помех от близповерхностных объектов, забивающих поле при наземной магнитной съемке, и усилить элементы поля от крутопадающих тел. [4]

Что касается проектирования аэроэлектроразведочных работ в модификации ДИП, то подобные работы на данной территории никогда ранее не проводились. Эффективность аэроэлектроразведки во многом зависит от ландшафтно-геологических условий, характера и физических свойств вмещающих и перекрывающих пород, контрастности физических характеристик поисковых объектов, в связи с чем аэроэлектроразведка на современном этапе имеет вспомогательное значение и применяется для разбраковки магнитных аномалий и картирования проводящих тектонических зон. Опыт работ на сопредельных территориях со схожими геолого-геофизическими условиями показывает, что магнитные и электромагнитные данные в комплексе позволят выявить структуры, контролируемые кимберлитовый магматизм, выделить зоны разной проводимости и отдельные проводящие объекты. Совместное применение аэромагниторазведки и аэроэлектроразведки на закрытых площадях с целью

решения как поисковых, так и структурно-тектонических задач может значительно повысить информативность аэрогеофизического комплекса в целом. [4]

## 4. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

### 4.1. Обоснование выбора площади работ

Планируемая к изучению площадь представляет собой квадрат со стороной 80 км, и, соответственно площадью 6400 кв.км. Расположена на левобережье р. Оленек, охватывает бассейны рек Беенчиме, Куойка и Сектелях.

Представление о перспективах площади основаны на результатах геолого-съёмочных работ масштаба 1:200 000 и общих поисков масштаба 1:100 000, проводившихся, в основном, в 60-70 годах, а также данных аэромагнитной съёмки масштаба 1:200 000 и 1:25 000 тридцатилетней давности.

В 1985-1990 гг. были проведены тематические работы по составлению геолого-минералогической карты масштаба 1:200 000 по материалам геологического дешифрирования аэро- и космических съёмок. Кроме этого, был проведен анализ всех выполненных геолого-геофизических работ и дана положительная прогнозная оценка изученной площади. На сегодняшний день здесь установлены следующие благоприятные предпосылки и признаки:

1. Площадь работ расположена в узле пересечения Далдыно-Оленекской и Молодо-Попигайской зон глубинных разломов, в пределах которых уже установлено 12 кимберлитовых полей (Далдынское, Алакит-Мархинское, Мунское, Севернейское, Чомурдахское, Западно-Укукитское, Восточно-Укукитское, Огонер-Юряхское (Верхне-Моторчунское), Мерчимденское, Куойкско-Молодинское, Толуопское и Хорбосуонское).

2. К настоящему времени в пределах рассматриваемой площади известно 62 кимберлитовых тела, из них 37 трубчатой формы. Одно тело - тр. Поисковая – алмазоносно, 7 кимберлитовых трубок отнесены к потенциально

алмазоносным по содержанию минералов-индикаторов алмазной ассоциации. Степень алмазоносности отдельных трубок не определялась.

3. Алмазы Куойкско-Молодинского кимберлитового поля являются резко индивидуальными и характеризуются высоким качеством.

4. В пределах проектируемой площади к настоящему времени выделено 16 ореолов МСА хорошей сохранности, генетически не связанных с известными кимберлитовыми телами. Кроме этого, выделены две фотоаномалии в пределах одного из ореолов МСА; по рекам Беенчимае и Куойка установлены непромышленные россыпи алмазов; в бассейнах верхних течений рек Куойка и Беенчимае известны находки алмазов в промежуточных коллекторах (морские нижнеюрские образования). Приведенные факты свидетельствуют о наличии в данном районе еще неоткрытых кимберлитовых тел, в т.ч. алмазоносных.

5. В северо-западном углу участка обнаружена зона, перспективная на открытие среднепалеозойских кимберлитовых тел, так как МСА здесь обнаружены в юрских отложениях. [1]

Предшественниками отмечена высокая эффективность магниторазведочных работ при поисках кимберлитовых тел. Так, поисковые работы, проводившиеся в бассейнах рек Куойка и Беенчимае, включали наземные магниторазведочные работы, которые выполнялись на локальных аэромагнитных и шлиховых аномалиях. Результатом этих работ явилось открытие в Куойкско-Молодинском поле 39 кимберлитовых тел. [1]

По условиям ведения поисковых работ площадь разделяется на I («20%), III («50%), IV («30%) геотипы. Учитывая палеозойско-мезозойский возраст кимберлитовых тел Куойкско-Молодинского кимберлитового поля, в планируемую для аэросъемочных работ территорию включены площади различных геотипов – с открытым карбонатным цоколем, с покровами пермских и юрских отложений и перекрытые породами трапповой формации.

## 4.2. Выбор методов и обоснование аэрогеофизического комплекса

Для выполнения геологического задания предусматривается выполнение следующих видов работ:

1. Проведение высокоточной аэромагнитной съемки масштаба 1:10 000. Выделение локальных аэромагнитных аномалий, перспективных на обнаружение кимберлитовых тел.

2. Проведение аэроэлектроразведочной ДИП-съемки масштаба 1:10 000. Выявление элементов геоэлектрического разреза, с которыми могут быть связаны тектонические структуры, контролирующее размещение кимберлитовых тел.

Основанием для постановки на площади высокоточной аэромагнитной съемки масштаба 1:10 000, является слабая изученность территории в геофизическом плане, полное отсутствие исследований современными высокоточными аэрогеофизическими съемками. Проведенные ранее аэромагнитные съемки масштаба 1:25 000 с современной точки зрения имеют ряд существенных недостатков:

- низкая чувствительность используемой при съемке аппаратуры (использовался аэромагнитометр КАМ-28 с регистрацией на аналоговую ленту), визуальная прокладка маршрутов и фотопривязка маршрутов к местности, отсутствие вариационных наблюдений;

- технологически слабая оснащенность процессов обработки и ограниченность интерпретационного аппарата для решения поисковых и структурных задач.

Поэтому постановка аэромагнитной съемки на проектируемой площади вполне обоснована, благодаря существенно более высокому аппаратурно-технологическому обеспечению съемочного процесса и качеству интерпретации полученных материалов. Современная аппаратура позволяет выявлять тела слабонамагниченные и не отличающиеся значительными размерами (Рисунок 3) [2]. Опыт работ на площадях Алакит-Мархинского кимберлитового поля

показывает, что в открытых полях (I-II геотип) аэромагнитная съемка обеспечивает надежную фиксацию аномалий от крупных, средних и мелких по размерам кимберлитовых тел, в том числе и слабомагнитные аномальные эффекты составляющие единицы или десятки нТл (Рисунок 4). [2]

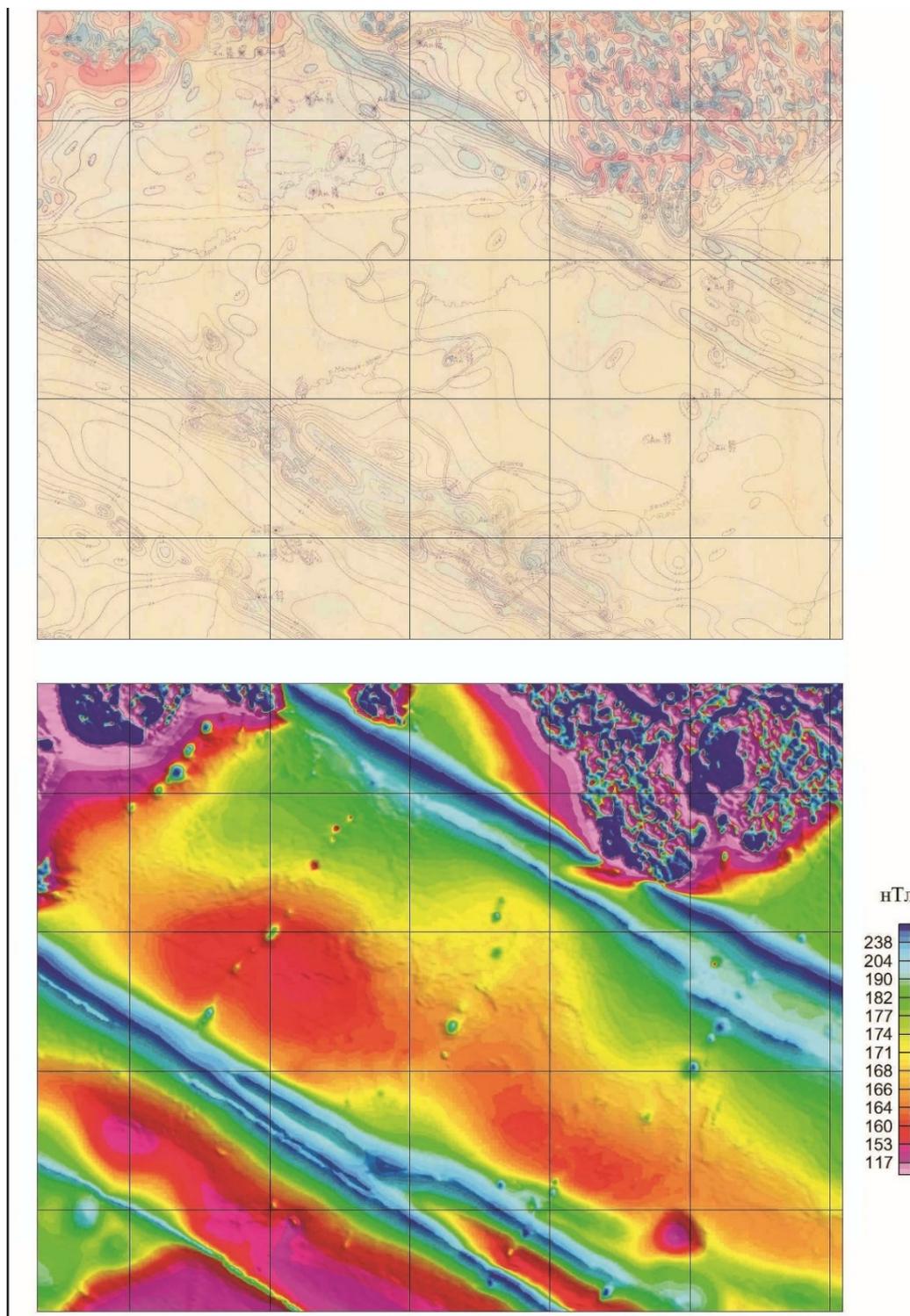


Рисунок 3 – Сравнение результатов аэромагнитной съемки прошлых лет и современной [2]

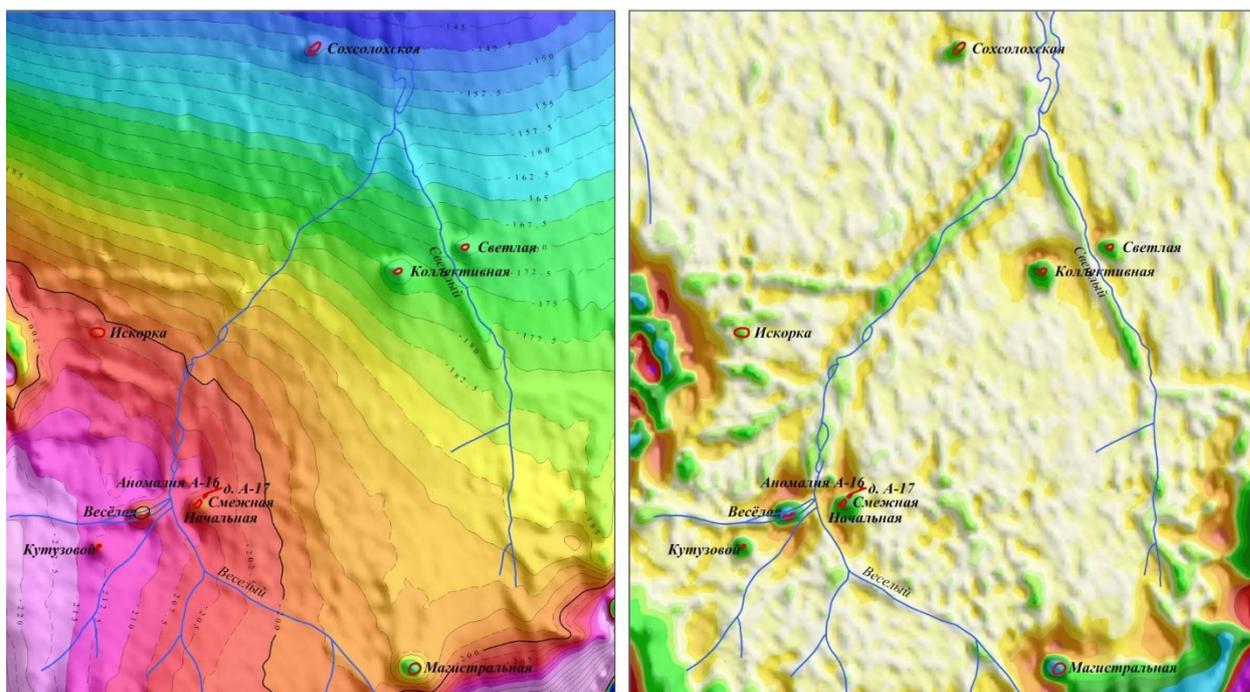


Рисунок 4 – Отражение известных кимберлитовых тел в аномальном (слева) и локальном (справа) магнитном поле [2]

Обоснованием постановки аэроэлектроразведочной ДИП-съёмки может служить:

- положительный опыт проведения работ с аналогичными аэроэлектроразведочными системами на территории Далдынского и Толуопского кимберлитовых полей. Хотя трубки не находят прямого отражения в полях эффективных сопротивлений, тем не менее все они расположены в градиентных зонах сопротивлений, отражающих разрывные нарушения, контролирующие размещение кимберлитовых тел. По результатам ДИП-съёмки на площадях Толуопского кимберлитового поля, в электромагнитных полях отражаются электропроводные свойства пород, слагающих верхнюю часть разреза осадочного чехла (рисунок 5). Элементы строения поля эффективных сопротивлений находят отражение на геоэлектрических разрезах и согласуются на качественном уровне с геологическими разрезами в верхней и средней частях. [3]

- результаты аэроэлектроразведки в модификации ДИП на характерных, закрытых траппами площадях хорошо коррелируются с материалами наземной гравиметрической съёмки и позволяют с большой уверенностью выделять

и прослеживать бестрапповые «окна» и «коридоры» (Рисунок 6), либо участки уменьшения мощности или полного выклинивания интрузий долеритов в терригенной толще верхнего палеозоя, которые в определенной мере могут являться косвенным поисковым признаком локализации кимберлитовых тел и выделять там как магнитные, так и электромагнитные аномалии, предположительно обусловленные кимберлитовыми телами. [3]

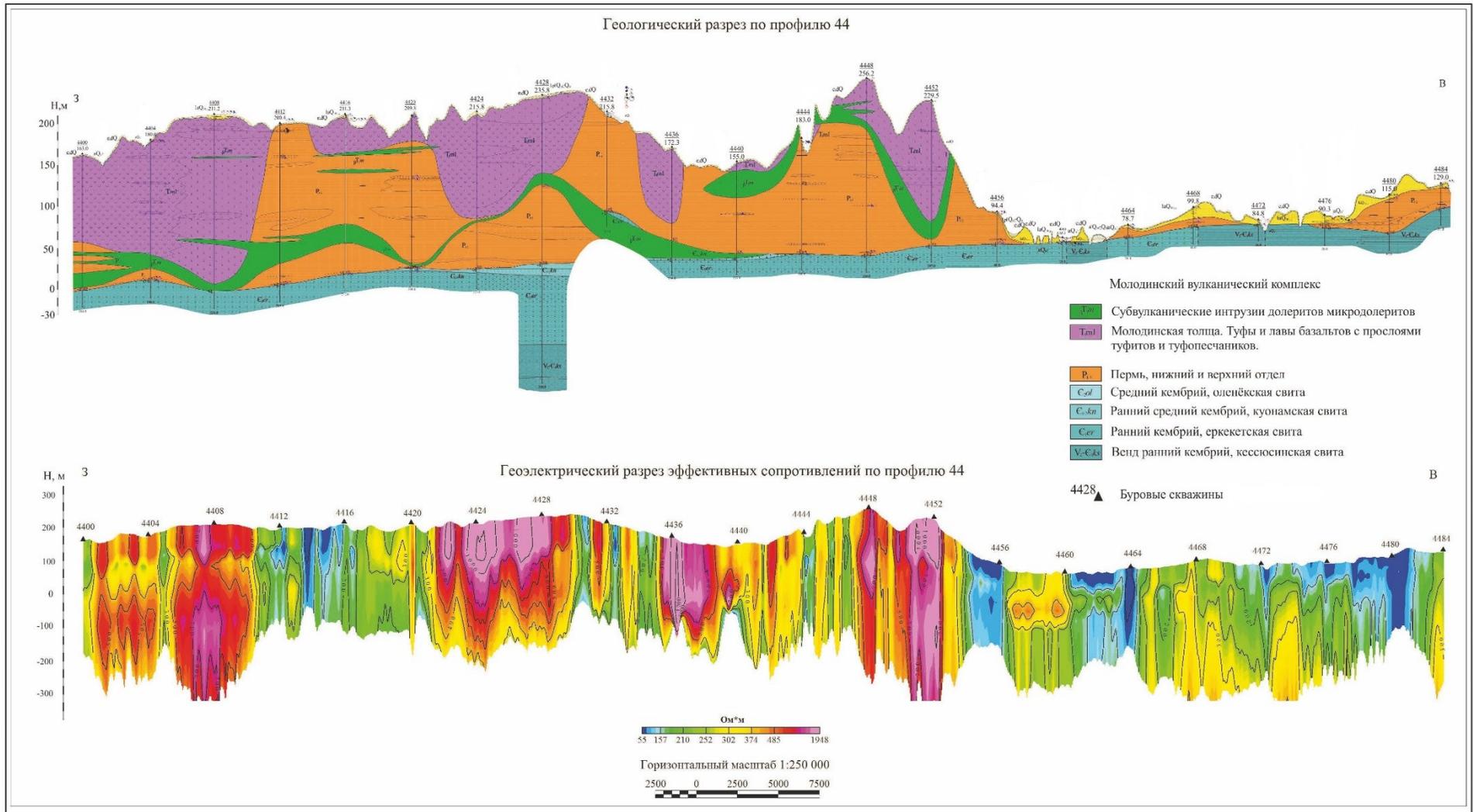


Рисунок 5 – Сопоставление геологического и геоэлектрического разреза [3]

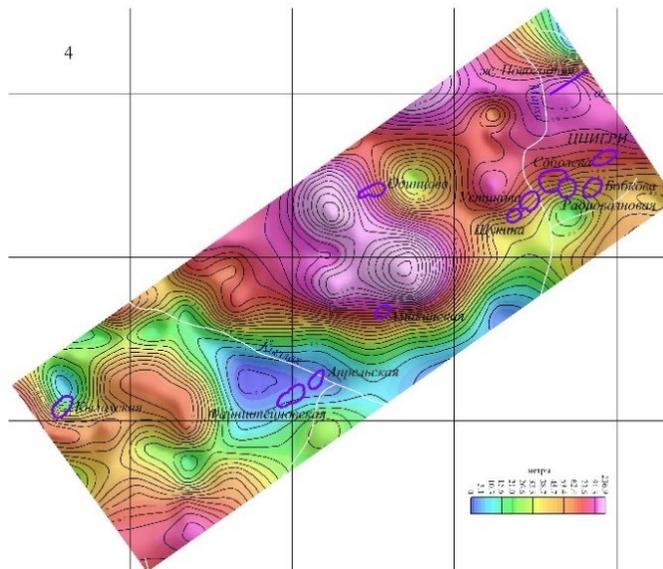
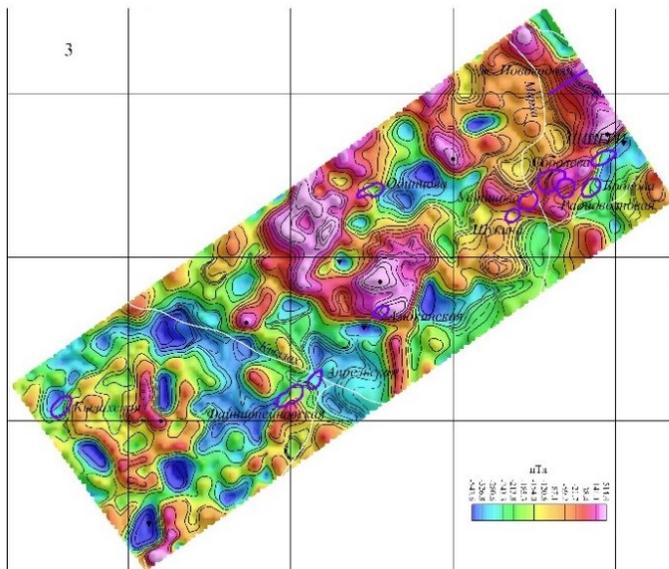
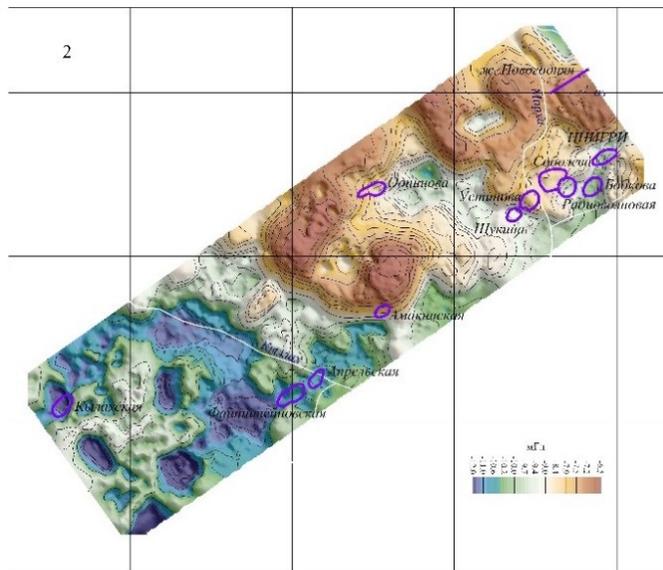
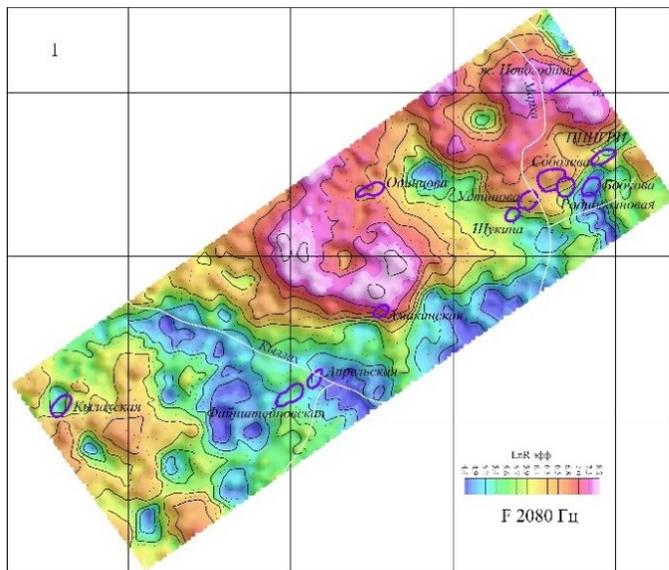


Рисунок 6 – Пример отражения мощности траппов в сводном геолого-геофизическом комплексе данных: 1) карта логарифмов эффективных сопротивлений на частоте 2080 Гц, 2) карта поля силы тяжести, 3) карта аномального магнитного поля, 4) карта изопахит трапповых отложений по данным бурения [3]

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

### 5.1. Методика и техника полевых работ

Проектируемый комплекс аэрогеофизических работ будет выполняться с использованием аэрогеофизического комплекса ЕМ-4Н, разработанный в ЗАО «ГЕОТЕХНОЛОГИИ» г. Москва. Аэрогеофизический комплекс предназначен для проведения съемки в модификации дипольного индуктивного профилирования с параллельной регистрацией магнитного поля. В основу измерительного процесса аппаратуры ЕМ-4Н положено измерение амплитудно-фазовых параметров (или квадратурных компонент) гармонических сигналов на четырех частотах: 130, 520, 2080 и 8320 Гц. В состав комплекса ЕМ-4Н входит передатчик (возбуждающий контур первичного электромагнитного поля), приемник измеренных данных, трос-кабель и бортовой ЭВМ. *Передатчик* представляет собой катушку диполя первичного тока (26 витков, площадь витка около  $40 \text{ м}^2$ ), монтируется ортогонально продольной оси самолета, вокруг фюзеляжа с помощью растяжек, закрепленных между бипланными стойками и задним швартовочным узлом самолета. *Приемник* состоит из магниточувствительного блока (МЧБ) магнитного канала и приемника сигнала вторичного электромагнитного поля, которые монтируются в выпускном устройстве (гондола), буксируемом на трос-кабеле длиной 75 м. Все измерения по трос-кабелю поступают на бортовой ЭВМ. [5] Комплекс ЕМ-4Н будет смонтирован на самолет Ан-2. Съемочные полеты будут проводиться с обтеканием генеральных форм рельефа по системе встречно-параллельных маршрутов с курсами  $90 - 270^\circ$  (рисунок 7), вкrest простирания основных региональных структур. Высота съемки на всех типах маршрутов  $120 \pm 5 \text{ м}$ , при длине трос-кабеля – 75 м. Весь объем работ предусматривается выполнить одним съемочным бортом. Базирование съемочного борта будет осуществляться на ВПП «устье р. Беннчиме» (рисунок 8), которая представляет песчано-галечную речную косу на р. Оленек.

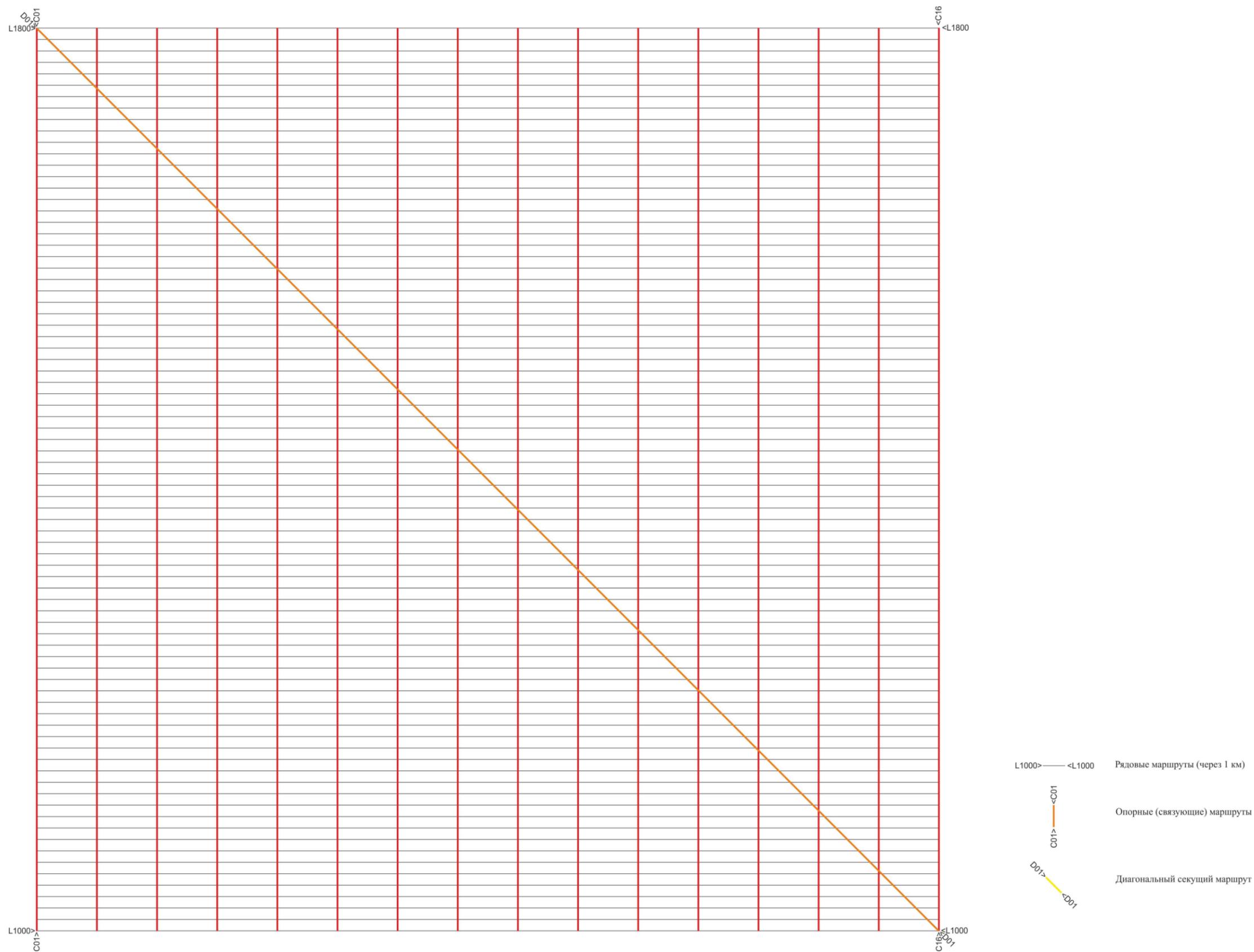


Рисунок 7 – Схема маршрутов аэрогеофизических работ



Рисунок 8 – Схема базирования самолета относительно площади работ

Основные параметры комплексной аэрогеофизической съемки подстроены под требования для аэромагнитной съемки.

Аэромагнитная съемка будет проводиться с применением высокочувствительного квантового цезиевого датчика CS-3 – производства фирмы Scintrex (Канада).

Для увязки рядовых маршрутов и магнитного поля по площади предусматривается залет опорной сети курсами  $0 - 180^\circ$  на всю площадь работ. Поскольку южная и центральная часть площади, характеризуется сложным геологическим строением, обусловленным трапповым магматизмом, а следовательно и высокими градиентами магнитного поля, интервал между опорными маршрутами задается 5 км.

С целью определения точности съемки, предусмотрен 1 диагональный секущий маршрут, курсом  $315^\circ$ , протяженностью 113 км, пересекающий площадь с ю-з угла к с-з углу, и серии равномерно распределенных по площади повторных маршрутов в объеме 5 % от общего объема рядовых маршрутов. Среднеквадратическая погрешность измерений, по проекту не должна превышать  $\pm 2$  нТл для полей с горизонтальными градиентами до 50 нТл/км.

Требованиями «инструкции к крупномасштабным аэромагнитным съемкам при региональных геолого-съёмочных и прогнозно-поисковых исследованиях» (ФГУП ВСЕГЕИ), для наблюдения геомагнитных вариаций во время

съемки, допускается один пункт регистрации, который будет расположен на ВПП устье р. Беенчима, в непосредственной близости от площади работ. Расстояние до максимально удаленной точки на площади – 132 км. Регистрирующая аппаратура – магнитовариационная станция (МВС) GT-MVS-SB с аналогичным съемочному цезиевым датчиком Scintrex CS-3. Вариационные наблюдения проводятся ежедневно в дни съемочных полетов, вариационная станция включается за час до начала вылета, для оценки вариационной обстановки и принятия решения на вылет. Наблюдения вариаций магнитного поля проводятся в течении всего периода аэросъемочных работ с дискретностью измерений –1 сек. В соответствии с современными методическими требованиями к вариационным данным материалы съемки не удовлетворяют требуемым условиям, если вариации магнитного поля отклоняются более чем на 2,5 нТл от линейной хорды, соединяющей крайние точки 30 секундного цикла измерений, а также в случае градиента вариаций, превышающего 20 нТл за 5 минут. [6]

Подготовка к работе аэрогеофизического комплекса EM-4N заключается в проверке работоспособности системы в целом, списании девиации (для магнитного канала) и калибровки радиовысотомера.

В начале и конце каждого вылета для аппаратуры EM-4N на высотах более 600 м (в отсутствии влияния проводимости земли) осуществляется запись калибровок для последующей математической компенсации влияния поля самолета. Для этого в течении 3 - 5 минут производится запись данных различных положений самолета (тангаж и крен) имитирующих движения на маршруте. [5]

Перед началом работ и в конце полевого сезона, а при необходимости после технического обслуживания самолета, требуется выполнить списание девиации по стандартной методике путем залета «звездочки» по восьми курсам через 45° на высоте 200 - 300 м в спокойном магнитном поле (рисунок 9).

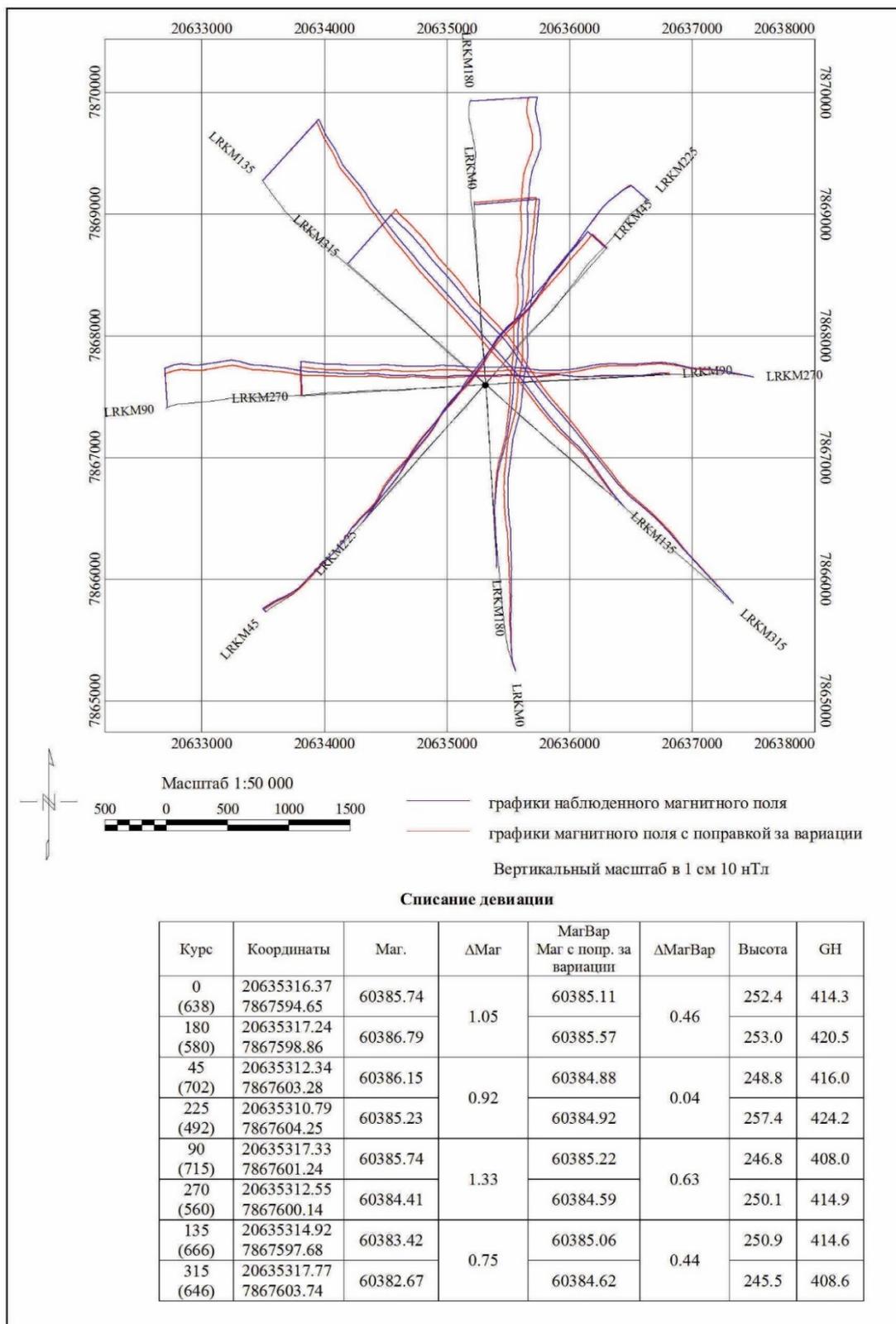


Рисунок 9 – Списание девиационной погрешности самолета [2]

Девиационные поправки измеряются в дальнейшем снова (2-3 раза за сезон) и дополнительно во всех случаях, когда они могут измениться: при смене

деталей, расположенных в гондоле, при замене или перепайке трос-кабеля, при монтаже на самолете какого-либо нового оборудования. В связи с возможным изменением девиации на съемочном самолете в процессе съемки запрещается попутная перевозка магнитных грузов (бочек и т. п.). [6]

Оценка стабильности работы ЕМ-4Н-системы, контроль и оценка качества первичного полевого материала осуществляется на этапе предобработки данных с использованием специализированных программ, разработанных ЗАО «ГЕОТЕХНОЛОГИИ», отдельно по каждому вылету с учетом данных пилотирования и компенсации. В созданной базе пилотирования проводится оценка стабильности работы аппаратуры по каналу «флагов» (flag – ошибка). Оценку шумов и систематическую погрешность считают во всех зонах компенсации, по каждому вылету на четырех частотах, по реальной и мнимой компоненте вектора переменного электромагнитного поля. Предельные значения среднеквадратической ошибки, представлены в таблице 5, превышения которых свидетельствует о некорректной работе аппаратуры. Средняя относительная погрешность электромагнитных измерений будет оцениваться по диагональному и повторно-контрольным маршрутам в объеме 5%, по реальной и мнимой компоненте вектора переменного электромагнитного поля. [5]

Таблица 5 – Предельные значения СКО для ЕМ-4Н [5]

Частота	Среднее значение (ppm)	СКО (ppm)
130	10	400
520	10	400
2080	10	400
8320	25	1000

Для выдерживания высоты полета и соблюдения требований по высотной привязке результатов измерений и текущего контроля высоты полета будет использован радиовысотомер – TRA-3500, дискретность измерения высоты – 10 изм/сек; точность определения высоты полета (для базовой высоты

съемки 100м)  $\pm 5$  метров. Максимально допустимые отклонения высоты полета от заданной на коротких отрезках маршрута не более  $\pm 25$  %. Среднее отклонение на отрезке 5000 м не должно превышать  $\pm 15$  %. [5] Для калибровки радиовысотомера, определения и расчета поправочных коэффициентов, учитывающих изменение высоты полета самолета, будут проведены измерения на высотах 0, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140 метров над взлетно-посадочной полосой аэропорта «Полярный» (рисунок 10).

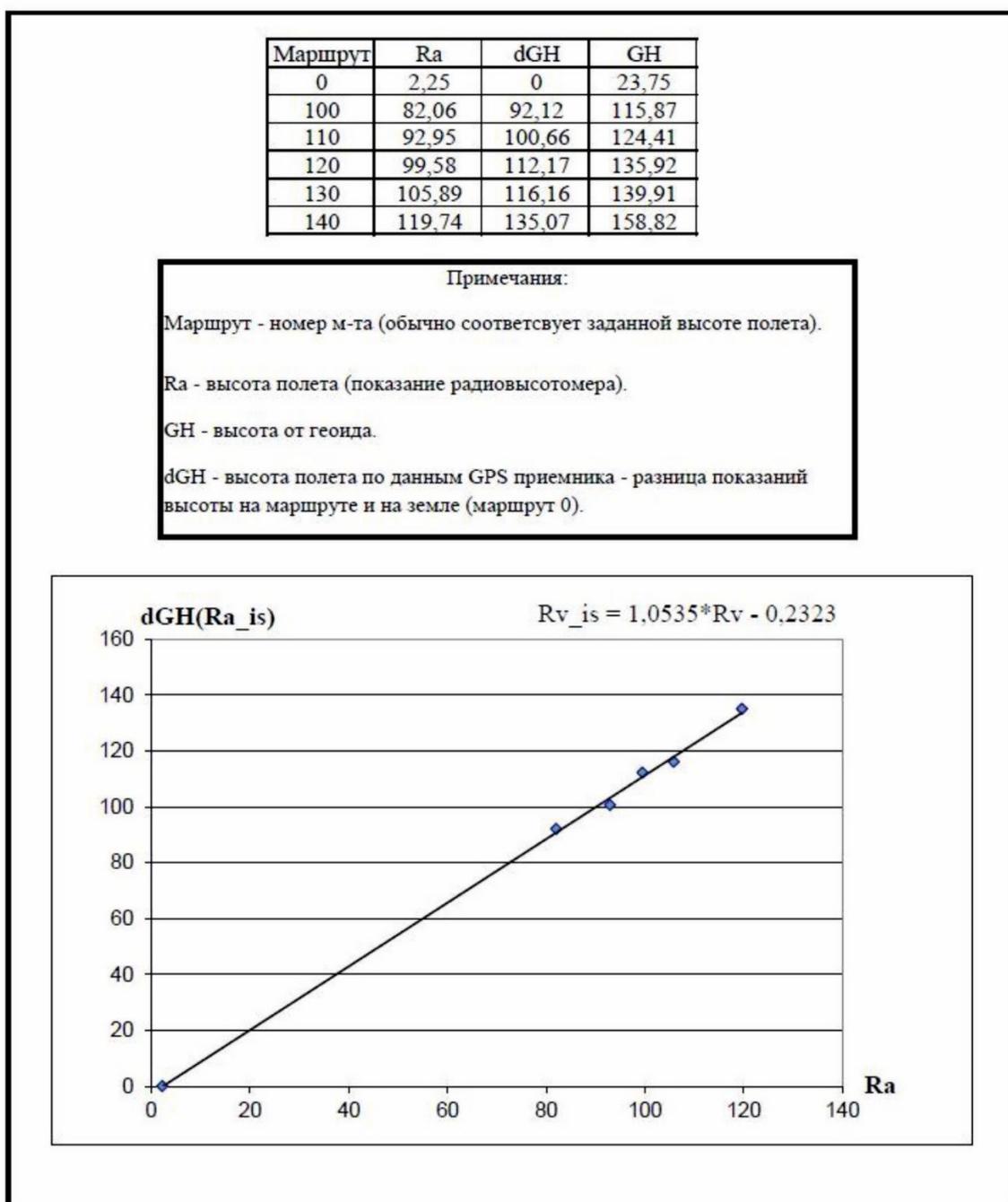


Рисунок 10 – Калибровка радиовысотомера [2]

Плановая привязка будет осуществляться с использованием спутникового навигационного обеспечения, которое размещается на борту летательного аппарата.

Спутниковое навигационное обеспечение съемки будет осуществляться с помощью программно-аппаратного комплекса «Лощман», разработанного в ГНПП «Аэрогеофизика», совмещающего в себе систему активного самолетовождения, визуализацию регистрируемых данных и их запись на жесткий диск бортового компьютера. Активное вождение самолета осуществлялось по заранее подготовленному плану заданных линий полета.

Навигационный блок системы базируется на использовании спутникового навигационного оборудования JAVAD на борту летательного аппарата с приемником JNS100 (для проводки самолета). Эта система позволяет вести одновременно работу со спутниками двух созвездий GPS (США) и ГЛОНАСС (Россия). Для повышения точности плановой привязки измеренных значений магнитного поля в гондолу устанавливается вторая GPS-антенна авиационная с приемником JNS100.

Для дифференциальной коррекции данных измерений бортовых GPS-приемников на площади работ будет установлена базовая наземная GPS-станция, в состав которой входят спутниковый GPS-приемник Lexon LGGD, накопитель информации и персональный компьютер. Обработка навигационных данных в дифференциальном режиме должна обеспечивать точность определения координат местоположения выпускной гондолы не хуже  $\pm 5$  м. Контроль качества дифференциальной коррекции данных GPS будет выполняться путем непрерывных измерений координат базовой станцией в течение 1 часа на геодезическом пункте триангуляции. [5]

Сводная информация о спецификации аэрогеофизической съемки представлена в таблице 6

Таблица 6 – Параметры аэрогеофизической съемки

<b>Аппаратура и параметры</b>	<b>Основные характеристики</b>
Летательный аппарат	Самолет Ан-2
Место базирование	ВПП устье р. Беенчиме
Масштаб съемки	1:10000
Расстояние между маршрутами	100 м
Азимут полетов	90 – 270°
Средняя скорость полета	140-150 км/ч
Средняя высота полетов (м)	120 м, с генеральным обтеканием рельефа
Крепление датчика магнитометра и приемника электромагнитного поля	Гондола
Длина трос-кабеля	75 м
Аэрогеофизический комплекс; Фирма-изготовитель	ЕМ-4Н; ЗАО «ГЕОТЕХНОЛОГИИ»
Аэромагнитометр; Фирма-изготовитель	Квантовый датчик CS3; Scintrex (Канада)
Предельная чувствительность магнитометра	0,001 нТл
Высотомер	TRA-3500
Навигационная система	GPS + ГЛОНАСС
Тип навигационного приемника	JNS100 JAVAD, Lexon GGD112T JAVAD
Бортовой компьютер (регистратор)	Защищенный ноутбук «Panasonic CF-29»
Система активного самолетовождения; Фирма изготовитель	«Лоцман»; ЗАО «Аэрогеофизика»
Частота регистрации (измерений/сек)	Магнитометрия – 10; Электроразведка – 6; Координаты – 5; Высота полета – 10
Средняя скорость полетов	140 - 150 км/час
Аппаратура регистрации вариаций геомагнитного поля (МВС), разрешающая способность	GT-MVS-SB, квантовый датчик – Scintrex CS3, 0,001 нТл
Цикл измерения вариаций	1 сек
Обрабатывающий комплекс, базовое программное обеспечение	ЭВМ, пакет программ Geosoft Oasis montaj

### 5.1.1 Метрологическое обеспечение работ

Измерительная аппаратура, задействованная в процессе проведения геофизических работ, подлежит ежегодной метрологической поверке и настройке на специализированных предприятиях.

Метрологические исследования аэрогеофизической аппаратуры производятся с целью обеспечения достоверности и сравнимости геологической информации, что достигается получением нормируемой точности измерений, применением аттестованных методик выполнения измерений и контролем качества измерений.

Метрологические поверки аппаратуры для производства аэромагнитной съемки будут проведены в Институте метрологии им. Д. И. Менделеева, г. Санкт-Петербург, комплекса ЕМ-4Н в метрологической лаборатории ЗАО «Геотехнологии», г. Москва. Поверкам подлежит следующая аппаратура:

1. Вариационная станция «GT-MVS-SB» - 1 комплект 2 сезона = 2 поверки;
2. Аэрогеофизический комплекс ЕМ-4Н – 1 комплект\* 2 сезона = 2 поверки;

Метрологические поверки GPS-приемников будут производиться в ФГУП «ПО Инжгеодезия», г. Новосибирск.

Поверкам подлежат:

1. Приемник GPS JAVAD JNS100-GG – 2 шт.\* 2 сезона = 2 поверки.
2. Приемник GPS базовой станции Javad lexon GGD112T -1 шт.\* 2 сезона = 2 поверки.

Таблица – 7 Метрологические характеристики применяемых средств измерений

№ п/п	Средство измерений	Измеряемая величина	Диапазон измерений	Частота измерений (изм/сек)	Разрешающая способность	Период проведения поверки	Место проведения поверки
1	2	3	5	6	7	8	9
1	Магнитометр комплекса EM-4H, с датчиком Scintrex CS-3	Магнитная индукция поля Земли	15000 – 100000 нТл	10	0,001 нТл	1 раз в год.	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», г. Санкт-Петербург
2	Магнитовариационная станция «GT-MVS-SB» с датчиком Scintrex CS-3	Магнитная индукция поля Земли	20000 – 100000 нТл	1	0,001 нТл	1 раз в год.	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», г. Санкт-Петербург
3	Радиовысотомер TRA 3500	Высота полета	0 – 762 м	1	±5 м на высоте 100 м	-	-
4	Аэроэлектроразведочная станция EM-4H	Эффективные сопротивления (проводимости) как функция от квадратурных составляющих электромагнитного поля.	-	6	По каналу отношения полюсей эллипса поляризации: $5 \cdot 10^{-4}$	1 раз в год	ЗАО «Геотехнологии», г. Москва
5	Приемник GPS JAVAD JNS100-GG - 2000	Расстояние	-	5	0,1	1 раз в год.	ФГУП «ПО Инжгеодезия», г. Новосибирск.
6	Спутниковый приемник GPS Lexion GGD112T	Расстояние	-	5	0,01	1 раз в год.	ФГУП «ПО Инжгеодезия», г. Новосибирск.

## 5.2. Камеральные работы и интерпретация геофизических данных

В состав камеральных работ входит текущая (предварительная) и окончательная (завершающая) обработка всей полученной геолого-геофизической информации. Текущая обработка дает возможность оперативного использования получаемых результатов для рационального ведения ГРП и комплексирования поисковых методов. Окончательная обработка состоит в комплексной интерпретации полученных результатов и написании отчета по объекту после завершения полевых работ в соответствии с ГОСТ Р 53579-2009.

Обработка материалов комплексной аэромагнитной съемки и сопутствующей навигационной геодезической информации, вариационных данных, а также интерпретация материалов и создание электронных моделей карт магнитного поля, результативных карт и рисунков будут выполнены на персональных компьютерах с использованием специализированного пакета программ Geosoft и программных пакетов Coscad 3D, ArcGIS, WinLessa, FDR, CorelDRAW.

### 5.2.1 Обработка материалов аэромагнитной съемки

Основные этапы камеральной обработки полевых материалов и подготовки отчетных карт заключаются в следующем: обработка данных спутниковой навигации. Выполнение дифференциальной коррекции навигационных данных аэромагнитной съемки в режиме постобработки – расчет и введение дифференциальных поправок, вычисляемых по данным наземной базовой станции.

Интерполяция координат в каждое геофизическое измерение. Преобразование координат из геодезической системы измерения WGS-84 (World Geodetic System, 1984), в которой регистрируются навигационные параметры в процессе полета, в систему геодезической рабочей основы (эллипсоид Красовского 1942 г.) и вычисление прямоугольных координат.

Начальный этап обработки включает в себя следующие операции работы с первичными материалами: просмотр, проверку качества входных данных, контроль высоты и качества прокладки маршрутов, определение шумов магнитометра по четвертой разности магнитного поля, контроль суточных вариаций магнитного поля, редакцию всех фиксируемых каналов для гондолы и самолета. [7]

*Учет влияния вариаций геомагнитного поля по данным вариационной станции.* Для этого, проводится анализ поведения суточных вариаций магнитного поля по его отклонению от линейной хорды в течение 30 секунд на величину 2,5 нТл. Выполняется редакция единичных выбросов и незначительное осреднение графиков магнитных вариаций. Отредактированные вариационные данные импортируются по дате и времени в основную базу обработки. При вычислении вариационной поправки выбирается средний уровень магнитного поля на МВС за все время съемки. Далее поправки за вариации вводятся в рядовые, опорные и секущие маршруты. [7]

*Расчет поправок за нормальное поле Земли в каждую точку наблюдений.* Для учета поправки за нормальное поле используется международная модель IGRF 2000 г. [7]

*Вычисление аномального магнитного поля.* Аномальное магнитное поле рассчитывается по формуле:  $\Delta T_a = T_{\text{набл}} - T_{\text{норм}} - \delta T_{\text{вар}}$

Увязка аномального магнитного поля будет выполнена по опорно-секущим маршрутам с использованием программы Leveling System пакета программ Geosoft. [7]

*Определение точности съемки.* Среднеквадратическая погрешность АМС вычисляется в точках пересечения рядовых маршрутов с диагональными секущими маршрутами. В соответствии с «инструкцией по магниторазведке», расчеты выполняются для наиболее спокойного магнитного поля на участках работ (с градиентами до 50 нТл/км). Средняя квадратическая погрешность площадной аэромагнитной съемки (погрешность  $m_1$ ) вычисляется по формуле:

$$m_1 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_i^2}{2(n-1)}},$$

где  $\delta_i$  – разности значений аномалий магнитного поля на рядовых и независимых (не участвующих в увязке) диагональных маршрутах в точках пересечений.

$n$  – число разностей  $n \geq 50$

*Площадная интерполяция данных и создание матрицы аномального магнитного поля.* Матрица строится по уравненному каналу аномального магнитного поля методом Minimum Curvature Gridding, с размером ячейки сети 50×50 м. Составляются карты аномального магнитного поля. [7]

*Вычисление локальной составляющей магнитного поля и составление карты графиков и изолиний* выполняется с использованием разделяющего фильтра гаусса magmap Gaussian пакета Geosoft с окном 750 м. Составляется карта локальной составляющей магнитного поля. [7]

*Расчет относительных превышений рельефа дневной поверхности*, как разности между высотой над эллипсоидом, полученной спутниковыми измерениями, и высотой полета по радиовысотомеру. Статистическое уравнивание выполняется по опорно-секущим маршрутам с использованием блока программ Leveling System пакета Geosoft. Площадная интерполяция выполняется методом Minimum Curvature Gridding с размером ячейки сети 50×50 м. [7]

### 5.2.2 Обработка материалов ДИП-А съемки

Процесс обработки электроразведочных данных состоит из 2-х этапов.

1 этап – предварительная обработка, которая включает в себя распаковку бортового файла, получение базы pilotir.gdb для просмотра качества работы системы (количество не измерений и т.д.) и база DemoDat.gdb для определения ориентации катушек приемника по уровню сигнала в катушках, выбора участка компенсации для последующего введения поправки за влияние само-

лета. В базе DemoDat.gdb производится предварительный просмотр правильного выбора ключей для распаковки и определения ориентации катушек приемника по уровню сигнала в катушках. По анализу высоты полета и поведению амплитуды сигнала, определяются участки компенсации для последующей обработки. При совершении эволюций самолетом наибольшим образом меняется сигнал в вертикальной и горизонтальной катушках. При изменении крена наибольшим образом изменяется сигнал в боковой катушке.

2 этап – производится введение математической компенсации и получение рабочих файлов маршрутов за вылет в формате \*.хуз, в котором содержится 60 параметров измеренных комплексом ЕМ-4Н. Основными, которые используются для дальнейшей обработки, являются мнимая (ImHz) и реальная (ReHzS) компоненты вертикальной составляющей вектора электромагнитного поля, отношение полуосей эллипса поляризации (эллиптичность) на каждой частоте (130, 520, 2080, 8320 Гц), а так же навигационные данные и данные высоты полета. Выполняется редакция всех каналов, вычисляются натуральные логарифмы мнимой, реальной компонент сигнала, эллиптичности (отношений  $H_b/H_a$ ) и высоты полета. Пересчитываются координаты из геодезической системы измерения WGS-84 (World Geodetic System, 1984), в которой регистрируются навигационные параметры в процессе полета, в систему геодезической рабочей основы (эллипсоид Красовского 1942 г.) и вычисляются прямоугольные координаты. Рассчитывается гипсометрия дневной поверхности, как разница между высотой самолета, полученной спутниковыми измерениями, и высотой полета по радиовысотомеру. [8]

Пересчет в логарифмы эффективных сопротивлений производится с использованием палеточных зависимостей, рассчитанных на основе решения прямой задачи для данной установки. Палетки представляют собой grid файлы формата Geosoft, в теле grd файла находятся значения логарифмов эффективных сопротивлений, которые записываются в базу.

По полученным значениям логарифмов эффективных сопротивлений на всех четырех частотах будут построены матрицы с ячейкой  $50 \times 50$ . Увязка

электромагнитного поля по каждой частоте выполняются по опорно-секущим маршрутам с использованием блока программ Leveling-System пакета Geosoft. Окончательные матрицы строятся по уравненному каналу электромагнитного поля методом Minimum Curvature Gridding, с размером ячейки сети 50×50 м. Далее составляются карты логарифмов эффективных сопротивлений по частотам 8320, 2080, 520 и 130 Гц. [8]

### 5.2.3 Интерпретация геофизических данных

Интерпретация геофизических материалов направлена на решение поисковых, структурно-картировочных и прогнозных задач, обозначенных геологическим заданием.

В полученных картах магнитного поля и картах сопротивлений ожидается отражение области распространения магматических образований участка работ. Контрастно выделить площади, различающиеся по сопротивлениям. Структуры обоих геофизических полей должны хорошо отразить геологическое строение территории.

Основные моменты интерпретации связаны с решением следующих задач:

- Выявлением локальных магнитных аномалий, предположительно перспективных на обнаружение кимберлитовых тел.
- Районированием магнитного поля и составлением геолого-геофизической модели строения верхней части разреза кристаллического фундамента и осадочного чехла.
- Картированием магматических образований.
- Картированием тектонических нарушений.

Совместный анализ вновь полученных геофизических материалов с привлечением априорной геолого-геофизической информации позволит существенно уточнить имеющееся представление о геологическом строении территории исследований.

Для решения задач картирования, изучения геолого-геофизических особенностей и структурно-тектонического строения территории будут выполнены различные трансформации исходного магнитного поля: рассчитаны полный горизонтальный градиент и горизонтальные градиенты по различным направлениям, будет выполнено разделение магнитного поля на частотные составляющие, рассчитаны статистические и корреляционные характеристики.

Блок работ по выделению локальных аэромагнитных аномалий, перспективных на обнаружение кимберлитовых тел, включает в себя: анализ отражения известных кимберлитовых тел, старых аномалий в материалах проведенной аэромагнитной и аэрогеофизической съемок масштаба 1:10 000 и их разбраковку, выделение локальных магнитных аномалий «трубочного» типа, под детализацию выделенных аномалий наземной магнитной съемкой с проведением количественных расчетов, их анализ и разбраковку, передачу наиболее перспективных аномалий под заверку бурением.

Принципы и методы выделения кимберлитоперспективных аномалий по данным АМС подробнее изложено в разделе специальное исследование.

## 6. СПЕЦИАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

### **Проблема разбраковки аэромагнитных аномалий по степени их перспективности на обнаружение кимберлитовых тел.**

Чувствительность современной магнитометрической аппаратуры нового поколения позволяет зафиксировать слабоконтрастные аномалии на фоне сложного высокоградиентного магнитного поля. При массовом проведении детальных аэрогеофизических съемок в короткий период формируются обширные цифровые массивы данных и картографические материалы на значительные площади. Потребность в оперативной обработке материалов определяет необходимость применения технологий выделения аномалий и анализа их перспективности на обнаружение кимберлитовых тел. Разбраковка выделенных магнитных аномалий остается всегда актуальной и является одной из сложных задач геофизики.

Результат аэромагнитной съемки на Алакит-Мархинском и Далдынском кимберлитовых полей, показывает, что подавляющее большинство кимберлитовых трубок, приуроченных к открытому карбонатному полю, отражается в магнитном поле классическими положительными аномалиями трубочного типа интенсивностью от 5-7 до 15 нТл и более. Некоторые из них создают высокоинтенсивные аномалии в десятки и сотни нТл. Современные аэрогеофизические комплексы позволяют фиксировать и слабомагнитные кимберлитовые тела, интенсивность аномалий над которыми составляет 1-3 нТл. (рисунок 11). [2]

Из опыта следует, что зачастую аномалии, обусловленные кимберлитовыми трубками, имеют на плане выраженную субизометричную или эллипсовидную форму. Так, например, на рисунке 12 представлена аномалия 25/04 с результатами ее детализации наземной магнитной съемкой (НМС), результат

заверки которой буровыми работами подтвердил – природа аномалии – кимберлитовая трубка. Охарактеризовать данную аномалию можно следующим образом: положительная субизометричная, интенсивностью по АМС – 10 нТл, по НМС – 300 нТл, характер приращения поля закономерный к центру, присутствует ярко выраженный законтурный минимум, свидетельствующий о неглубоком залегании нижней кромки.

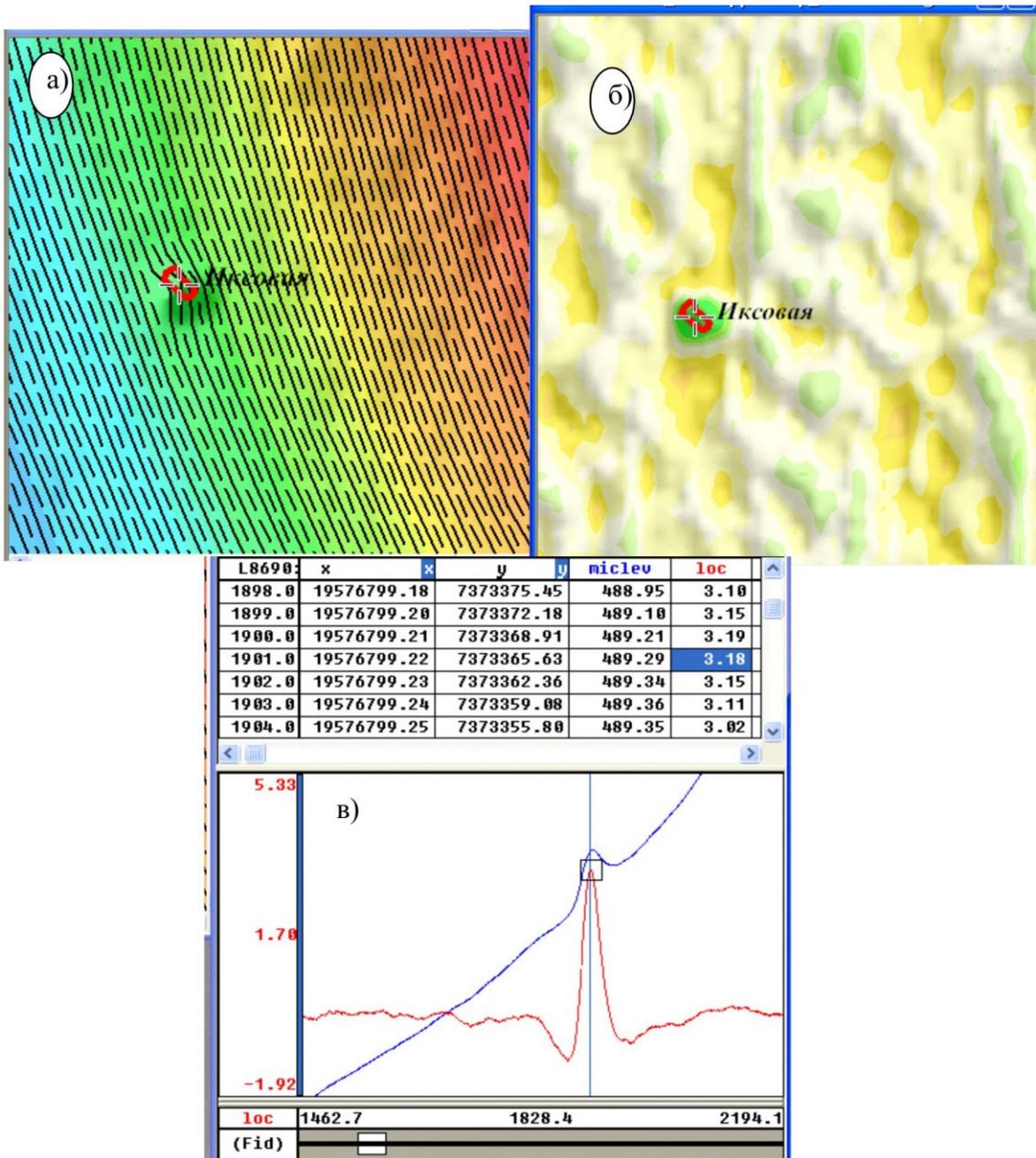


Рисунок 11 – Отражение слабомагнитной кимберлитовой трубки «Икс-овая» в магнитном поле. а) аномальное; б) локальная составляющая; в) графики полей [2]

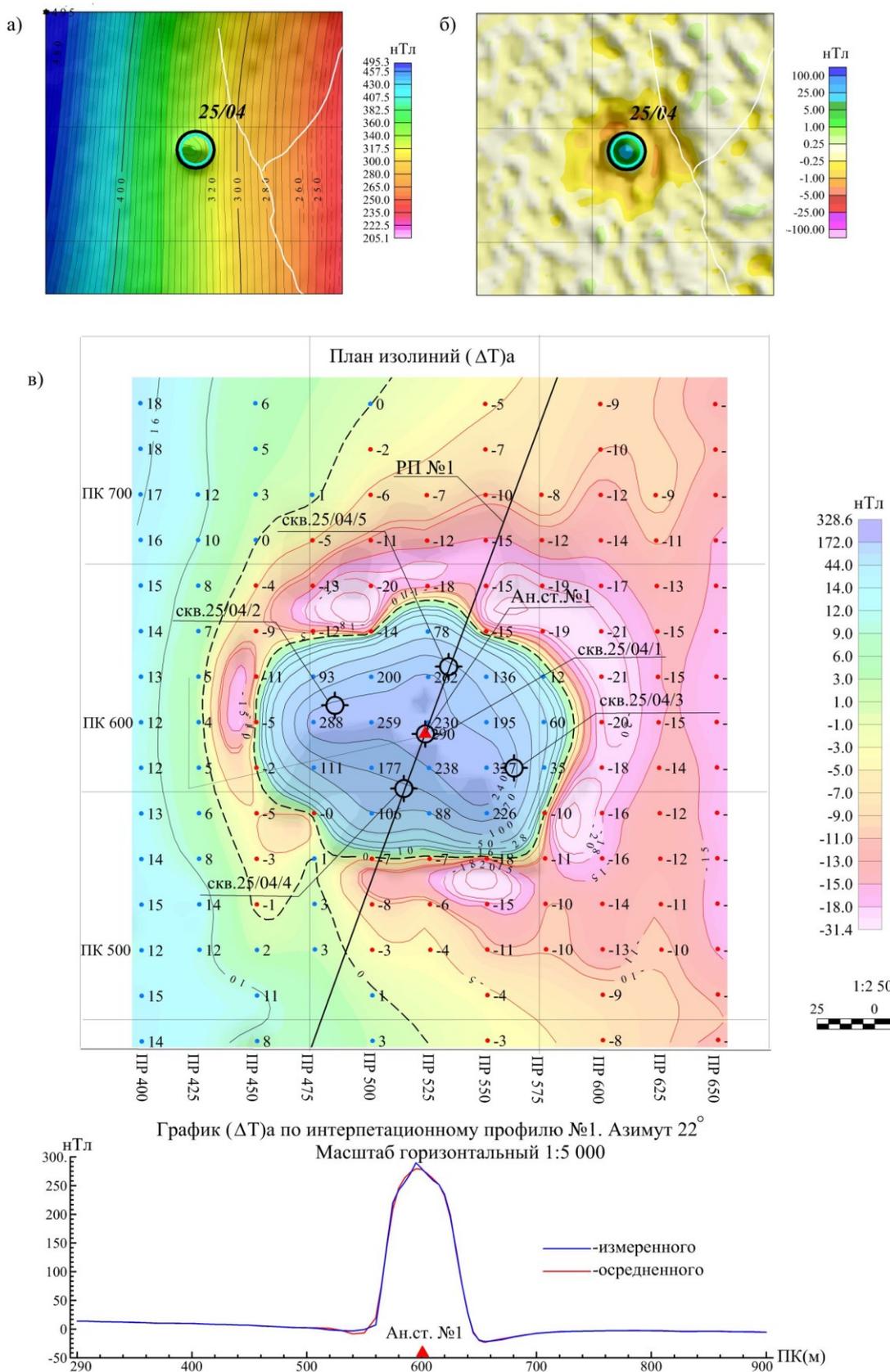


Рисунок 12 – Аномалия 25/04 (тр. Новогодняя). а) аномальное магнитное поле; б) локальная составляющая магнитного поля; в) результаты детализации наземной магнитной съемкой [3]

При выделении кимберлитоперспективных аномалий учитываются следующие критерии:

- интенсивность и контрастность аномалии;
- размеры аномалии в плане;
- характер отражения старых аномалий в материалах высокоточных аэромагнитных съемок: сохранение локальности, контрастности аномалии, приуроченность к участкам сложного дифференцированного магнитного поля, линейным аномалиям даечного типа, участкам слабоинтенсивного и спокойного магнитного поля, характеризующим сложность геолого-геофизической обстановки применительно к поискам кимберлитовых тел (области развития метаморфических пород кристаллического фундамента, покровных образований пород трапповой формации, терригенных образований мезозойского возраста, в разрезе которых распространены те или иные магнитные разности пород, безтрапповые «окна» и «коридоры», открытые поля);
- отсутствие или малая амплитуда сопряженных минимумов;
- группирование аномалий в виде «кустов», цепочек (рисунок 14);
- сохранение «трубочной» формы аномалии при ее детализации наземной магнитной съемкой.

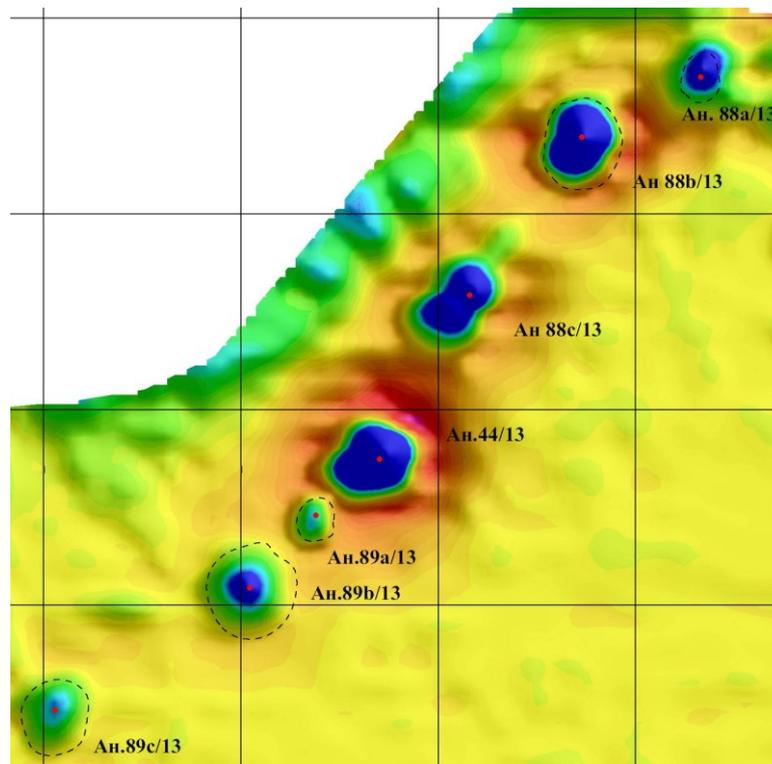


Рисунок 14 – Пример группирования аномалий [3]

Однако, анализ природы заверенных бурением магнитных аномалий по материалам работ в различных районах показывает, что помимо кимберлитов локальные магнитные аномалии «трубочного» типа наблюдаются над многочисленными магнитными образованиями:

- мелкими останцами траппов, штоками основных пород, апофизами дайковых интрузий;
- туфовыми трубками;
- локальными участками аккумуляции продуктов разрушения основных магматитов в рыхлых четвертичных отложениях;
- ожелезненными галечниками;
- магнитными разностями юрских терригенных образований;
- конгломератами и вулканогенно-осадочными разностями пород в отложениях кессюсинской свиты венда-нижнего кембрия;
- «гореликами» – выгоревшими битуминозными сланцами в отложениях куонамской свиты нижнего кембрия;

- пермскими грубообломочными образованиями, обогащенными магнитными минералами.

Аномалии, фиксируемые над кимберлитовыми трубками, практически не отличаются от аномалий, обусловленных «геологическими помехами». Вместе с тем, на отдельных локальных участках возможно возрастание магнитной восприимчивости рыхлых четвертичных образований за счет скопления обломков магнитных осадочных и изверженных пород. Такие зоны фиксируются аэромагнитной съемкой над участками площадного распространения юрских и четвертичных отложений с повышенной намагниченностью. Здесь регистрируются слабоинтенсивные (3 - 9 нТл) площадные магнитные аномальные области типа «магнитной ряби», являющиеся помехами при выявлении кимберлитоперспективных аномалий (рисунок 13).

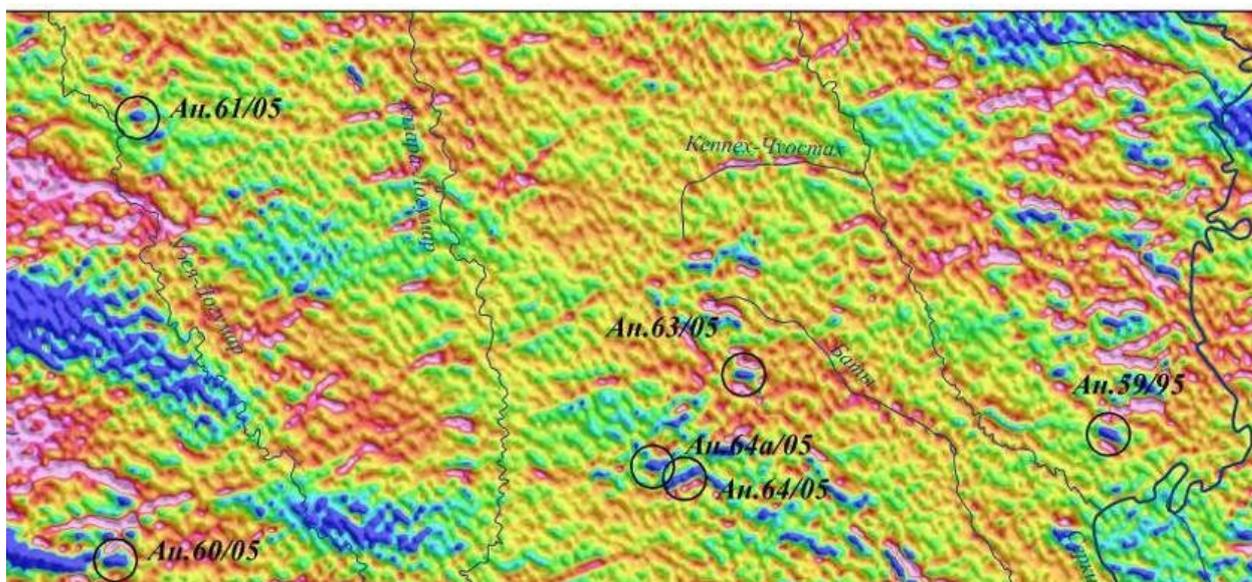


Рисунок 13 – Площадное развитие аномалий-помех [2]

При выделении аномалий в сложной геолого-геофизической обстановке существует технология фильтрации локальной составляющей магнитного поля методом «стандарта фона», которая сводится к вычислению в обрамлении заданного окна статистических характеристик поля и нормированию значения поля в центре окна на величину стандартного отклонения фона обрамления. Полученная в результате нормирования матрица представляет собой

некоторое поле «аномальности», выраженной в единицах стандартного отклонения от фона, рассчитанного для каждого положения скользящего окна (рисунок 14). После изучения гистограммы распределения этих величин и учитывая точность съемки, можно задать желаемый порог «аномальности» (характеристика фона) и рассматривать в качестве перспективных только те локальные аномалии магнитного поля, которые превышают этот порог. Данный алгоритм позволяет выявить слабоконтрастные в абсолютных значениях аномалии на низком фоне и сивелировать значения высокоамплитудных аномалий в поле высокомагнитных пород. [9]

Для определения наибольшей вероятности, что природа выделенных аномалий окажется кимберлитовой, также следует при оценке перспективности аномалий наряду с геофизическими характеристиками учитывать сведения о геологическом строении участка аномалии, шлихоминералогические и структурно-тектонические факторы, также принимаются к сведению рекомендации предшественников, выполнявших аэромагнитные съемки и тематические работы по определению остаточных перспектив алмазности территории исследований. [9]

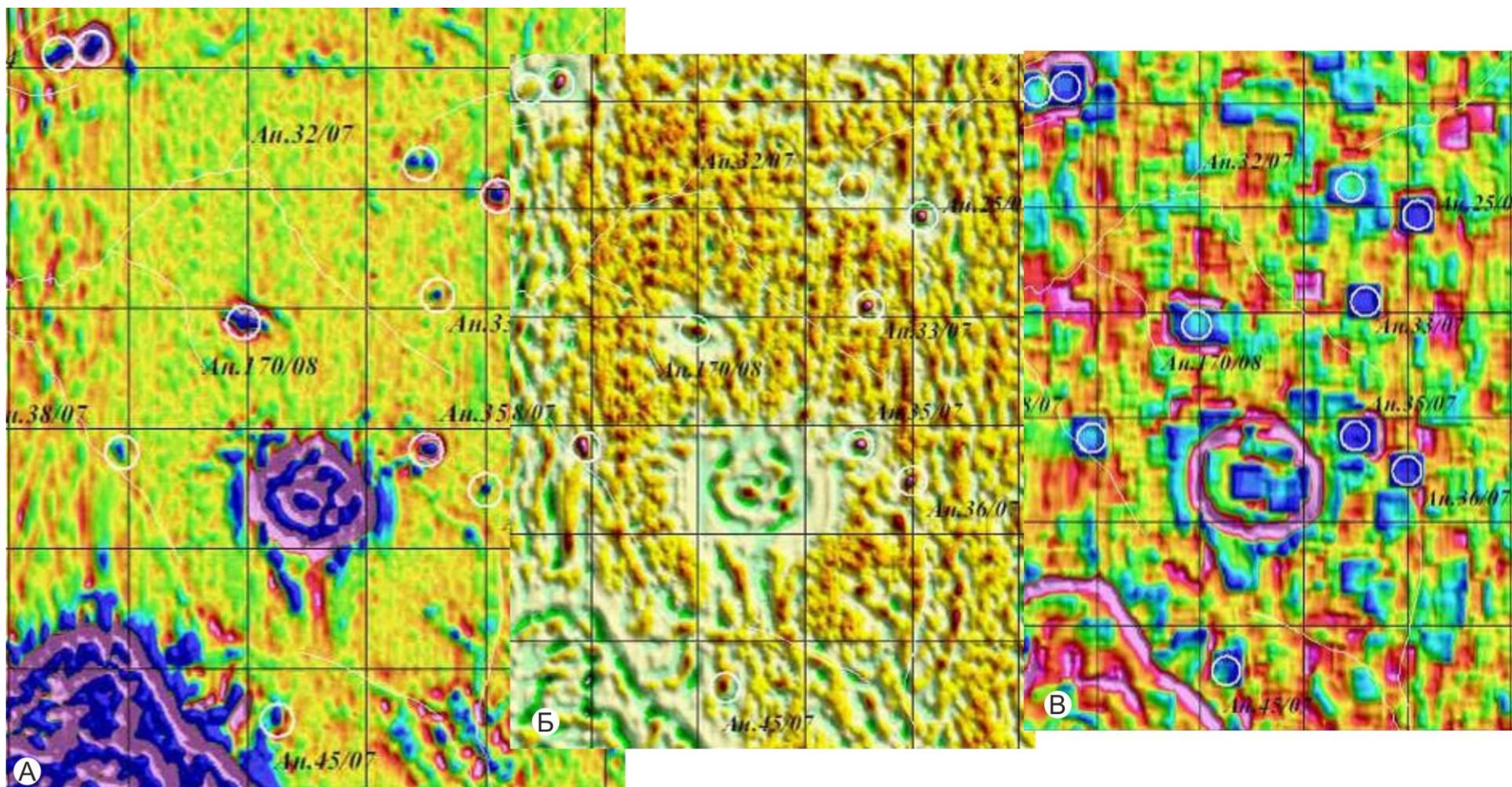


Рисунок 14 – Пример выделения кимберлитоперспективных аномалий методом стандарта фона: А) локальная составляющая магнитного поля; Б) локальная составляющая магнитного поля в единицах стандарта; В) поле асимметрии [3].

## 7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

### РЕСУРСОЭФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В разделе освещены организационные вопросы производственного процесса. Выполнен расчет затрат труда, времени и сметной стоимости проектируемых работ, в соответствии с «Методическими рекомендациями по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы».

При расчетах использовались следующие нормативные документы:

- СНН-2003, выпуск 3, часть 4 [10]
- СНОР-93, выпуск 3, часть 4 [11]

#### 1. Проектирование

В состав проектирования входят следующие виды работ:

1. Изучение и систематизация фондовых и изданных материалов по ранее проведенным геолого-геофизическим исследованиям на проектной площади и прилегающих территориях;

2. Разработка проекта геологического задания на проектируемые работы, при составлении которого производится выбор, анализ и оценка участка после изучения результатов ранее проведенных работ;

3. Составление, оформление графических приложений и рисунков к проекту в электронном виде и размножение их на бумажных носителях;

5. Расчет сметной стоимости проекта.

Затраты труда и времени на проектирование приведены в таблице 8

Расчет сметной стоимости произведен в таблице 9

Таблица 8 – Затраты труда и времени на проектирование

№ п/п	Должность	Затраты труда, чел.-мес.
1	Ведущий геофизик	2,0
2	Ведущий геолог	2,0
3	Геофизик I категории	3,25
4	Геофизик 2 категории	1,25

Продолжение таблицы 8		
5	Геофизик	0,5
7	Тех геофизик 1 кат.	0,25
8	Экономист-сметчик 1 категории	0,75
	<b>Итого:</b>	<b>10,0</b>

Таблица 9 – Расчет сметной стоимости проектирования

№ п/п	Статьи расходов	Един. измер.	Норма	Цена	Поправ. коэфф.	Сумма
1	2	3	4	5	6	7
1	<u>Заработная плата ИТР</u>					
	<u>основная</u>					
	- Ведущий геофизик	ч\мес	2,00	240	2,0	960,00
	- Ведущий геолог	ч\мес	2,00	240	2,0	960,00
	- Геофизик I категории	ч\мес	3,25	220	2,0	1430,00
	- Геофизик II категории	ч\мес	1,25	200	2,0	500,00
	- Геофизик	ч\мес	0,50	180	2,0	180,00
	- Тех.геофизик I кат	ч\мес	0,25	165	2,0	82,50
	- Экономист-сметчик I кат.	ч\мес	0,75	200	2,0	300,00
	<u>Итого:</u>	руб.	10,00			<u>4412,50</u>
2	Дополнительная заработная плата 7,9%	руб.				348,59
3	Соцстрах 7%	руб.				333,28
	<u>Итого:</u>	руб.				<u>5094,36</u>
4	Материалы 5% от суммы					
	2547,18	руб.	127,4		1,39	176,90
5	Амортизация					
	20 x 3,25 =65 руб.	руб.	65		1,22	79,30
	<u>Итого:</u>	руб.				5350,57
	<u>Итого с Кинд.=1.97</u>	руб.				10540,61
	<b><u>Итого с К=1,59</u></b>	руб.				<b><u>16784,87</u></b>
	в том числе:					
	<b>Зарплата</b>	руб.				<b>15981,16</b>
	<b>Материалы</b>	руб.				<b>554,95</b>
	<b>Амортизация</b>	руб.				<b>248,77</b>

## 2. Комплексная аэрогеофизическая съемка

Продолжительность полевого сезона на территории производства работ (по СУСН-83 вып.3 ч. 4) составляет: 15.VI-15.IX – летний 20.X-5.V – зимний.

[12]

Период полевого сезона для производства аэрогеофизических работ с временных ВПП, утвержден технико-экономическим советом Амакинской ГРЭ, согласован с Мирнинским авиапредприятием и составляет: весной 2 месяца. (март – апрель) и летом-осенью (июль – октябрь) 4 месяца.

Объем аэрогеофизической съемки по типам съемочных маршрутов представлен в таблице 10

Условия производства работ следующие:

- Аэрогеофизический комплекс ЕМ-4Н с выпускным устройством-регистратором (гондола);
- Тип ВС – самолет Ан-2;
- Масштаб съемки 1:10000;
- Тип привязки: спутниковое навигационно-геодезическое обеспечение;
- Категория трудности – I-я
- Среднее расстояние подлета – 50 км.

Таблица 10 – Объемы аэрогеофизической съемки по типам съемочных маршрутов

<b>Вид маршрутов</b>	<b>Объем</b>
Рядовые маршруты	6400 кв. км.
Опорная сеть маршрутов (для аэромагнитной съемки)	1280 п. км.
Диагональный и повторные маршруты	3317 п. км

По ССН – 2003, выпуск 3, часть 4, таблица 2, при работе с выпускными устройствами, к норме времени применяется поправочный коэффициент 1,1.

Поскольку нормы времени в ССН даны на единицу площади, технико-экономическим советом Амакинской ГРЭ утвержден площадной коэффициент, который составляет 0,1.

Норма времени на аэрогеофизические работы на самолете Ан-2 по ССН – 2003, выпуск 3, часть 4, таблица 7, строка 1, составит – 1,050 самолето-месяц на 1000 кв. км.

Для выполнения всего объема необходимо затратить:

Рядовые маршруты  $6400 * 1,050 * 1,1 / 1000 = 7,39$  сам-мес;

Опорные маршруты  $1280*1,050*1,1*0,1/1000=$  **0,15 сам-мес;**

Диагональный и повторный маршруты  $3317*1,050*1,1*0,1/1000 =$  **0,38 сам-мес.**

Всего затрат времени на съемку:  $7,39+0,15+0,38=$  **7,92 сам-мес.**

Расчет стоимости 1 сам.-мес. на комплексную аэрогеофизическую съемку произведен в таблице 11.

Следовательно, выполнение аэрогеофизической съемки будет осуществляться в течение 2х полевых сезонов.

Норма затрат времени на съемочные полеты и подлеты по ССН – 2003, выпуск 3, часть 4, таблица 9, строка 1, составит – основное время (съемка) – 83,4, вспомогательное (подлеты) – 6,6 летных часов на 1 самолето-месяц.

Для выполнения всего объема работ необходимо затратить:

собственно аэросъемка  $7,92*83,4=$  **660,53 л.ч.**

подлет и возврат  $7,92*6,6*2=$  **104,54 л.ч.**

Всего летного времени:  $660,53+104,54=$  **765,07 л.ч.**

Месячная санитарная норма летного времени на Мирнинском авиапредприятии составляет 80 часов.

Дневная норма летного времени на самолете Ан-2 составляет:  $80/26$ (рабочих дней в месяце)= **3,08 л.ч.**

Таблица 11 – Расчет стоимости 1 сам-мес на комплексную аэрогеофизическую съемку

№ п/п	Статьи расходов	Един. измер.	Норма	Поправ. коэфф.	Сумма
1	2	3	4	5	6
1	Заработная плата	руб.	2784,71	2,0	5569,42
2	Материалы	руб.	986,17	1,39	1369,79
3	Амортизация	руб.	5849,5	1,2	14272,78
	<b>ИТОГО:</b>	руб.	9620,4		21211,99
	Итого с Кинд.=1,73				36696,74
	<b>Итого с К=1,59</b>	руб.		1,59	<b>58435,85</b>
	в том числе:				
	<b>Итого:</b>	руб.			<b>58435,85</b>
	<b>Зарплата</b>	руб.			<b>15342,93</b>
	<b>Материалы</b>	руб.			<b>3773,57</b>
	<b>Амортизация</b>	руб.			<b>39319,4</b>

Монтаж и демонтаж аппаратуры на самолет будет производиться в а/п Полярный. Расстояние от а/п Полярный до места временного базирования на площади работ, составляет 600 км. В течение 2х сезонов на транспортировку аппаратуры и возврат самолета необходимо затратить:

$600 \cdot 4 / 205$  (крейсерская скорость самолета) = **11,71 л.ч**, или  $11,71 / 80 = \mathbf{0,15}$  **сам.-мес.**

На установку бортовой аппаратуры необходимо 3 дня, на демонтаж – 1 день.

Всего на монтаж-демонтаж, в течение 2х сезонов потребуется:  $3,08 \cdot 4 \cdot 2 = \mathbf{24,64}$  л.ч, или  $24,64 / 100 = \mathbf{0,25}$  **сам.-мес.**

Затраты труда на монтаж-демонтаж аппаратуры составят:

Геофизик-бортоператор I кат. – 2 человека.

$2 \cdot 4 \cdot 2 = 16$  ч.-дн.

Всего на монтаж-демонтаж потребуется:  $16 / 26 = 0,61$  месяца.

Расчет сметной стоимости монтажа-демонтажа аппаратуры и оборудования произведен в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет сметной стоимости монтажа-демонтажа аэросъемочной аппаратуры и оборудования на самолет Ан-2

№ п/п	Статьи расходов	Един. измер.	Норма	Цена	Поправ. коэфф.	Сумма
1	Заработная плата					
	<u>Основная ИТР:</u>					
	геофизик-бортоператор I к.	ч/дн	16	8,66	2,0	277,17
2	Допол.зарплата ИТР - 7,9%	руб				21,90
	Итого зарплата:	руб				299,06
5	Отчисление соцстраху 7%	руб				20,93
	Всего по зарплате	руб				320,00
	Итого с Кинд=1,73	руб				<u>553,59</u>
	<b>ИТОГО с К=1,59</b>	руб				<b>881,54</b>

Для облета и настройки аппаратуры (списание девиаций, калибровка радиовысотомера) предусматривается по 5 л.ч. каждый сезон, что составит:  $5/80*2= 0,12$  сам.-мес.

Общий объем затрат летного времени представлен в таблице 13

Таблица 13 – Затраты летного времени по видам работ

№ п/п	Вид работы	Кол-во сам.-мес.	Кол-во л.час
1	Рядовая съемка, опорные и контрольные маршруты	7,92	765,07
2	Облет аппаратуры	0,12	10,0
3	Монтаж-демонтаж аппаратуры	0,25	24,64
4	Транспортировка аппаратуры на монтаж, возврат самолета	0,15	11,71
	Итого:	<b>8,44</b>	<b>811,42</b>

Норма затрат труда на производство аэрогеофизических работ по ССН-2003, выпуск 3, часть 4, таблица 22, составит – 11,5 чел.-мес. на 1 сам.-мес.

Затраты труда представлены в таблице 14.

Перечень основного оборудования при производстве аэрогеофизических работ представлен в таблице 15.

Сводный расчет сметной стоимости на производство аэрогеофизических работ, представлен в таблице 16

Расчет сметной стоимости производственного транспорта, представлен в таблице 17

Таблица 14 – Затраты труда на выполнение аэрогеофизической съемки и облета аппаратуры

№№ пп	Наименование должности	Ед. изм.	Норма на 1 сам.- мес.	Объем сам.-мес.	На весь объем
	<b>ИТР</b>				
1	Вед. геофизик (интерпретатор)	ч.-мес	1,0	8,04	8,04
2	Геофизик I кат. (интерпретатор)	ч.-мес	1,0	8,04	8,04
3	Ведущий геолог	ч.-мес	0,5	8,04	4,02
4	Геофизик-бортопер. I кат	ч.-мес	2,0	8,04	16,08
5	Геофизик	ч.-мес	2,0	8,04	16,08
6	Техник-геофизик I кат.	ч.-мес	1,0	8,04	8,04
7	Техник-геофизик II кат.	ч.-мес	1,0	8,04	8,04
8	Инженер-электронщик I кат.	ч.-мес	1,0	8,04	8,04
	<b>Рабочие</b>				
9	Рабочий III разряда	ч.-мес	2,0	8,04	16,08
	<b>Итого:</b>	<b>ч.-мес</b>	<b>11,5</b>		<b>92,46</b>

Таблица 15 – Основное оборудование, необходимое при производстве аэрогеофизической съемки

№ п/п	Наименование основных средств	Ед. изм	Кол - во
1	Аэрогеофизический комплекс ЕМ-4Н: - генератор электромагнитных импульсов; - приемник вторичных электромагнитных импульсов; - радиовысотомер TRA-3500; - контроллер радиовысотомера; - система сбора данных.	комплект	1
2	Квантовый датчик Scintrex CS-3;	шт	1
3	Универсальная выпускная система А2000	комплект	1
4	Бортовой регистратор типа «TS STRONG @MASTER 7020T»	шт.	1

Таблица 16 – Расчет сметной стоимости аэрогеофизических работ

№ п/п	Наименование работ и затрат	Един. измер.	Объем	Стоим. единицы	Сумма	В том числе:		
						Зарплата	Материалы	Амортиза- ция
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	АГС-10 м-ба 1:10 000, (все типы маршрутов)	сам.мес. км <sup>2</sup>	7,92 6859,7	58435,85 67,47	462812,0	121516	29887	311410
2	Монтаж-демонтаж аппаратуры	сам.-мес.	0,25		881,5	882	0	0
3	Облет и настройка аппаратуры	сам.-мес.	0,402	58435,85	23491,2	6168	1517	15806
4	Доставка аппаратуры на монт-дем.	сам.-мес.	0,12	58435,85	7012,3	1841	453	4718
	<u>Итого</u>	руб	<u>8,692</u>	<u>72,04</u> (1км <sup>2</sup> )	<u>494197,0</u>	<u>130407</u>	<u>31856</u>	<u>331934</u>
	<b><u>Итого:</u></b>	<b>руб.</b>	<b><u>8,692</u></b>		<b><u>494197,0</u></b>	<b><u>130407</u></b>	<b><u>31856</u></b>	<b><u>331934</u></b>

Таблица 17 – Расчет сметной стоимости производственного транспорта

№ п/п	Виды работ	Един. измер.	Объем	Стоим. един.	Сумма
1	Комплексная аэрогеофизическая съемка масштаба 1:10 000 (все типы маршрутов)	л.час	765,07	600	459042
2	Облет и настройка аппаратуры	л.час	10,0	600	6000
3	Монтаж-демонтаж аппаратуры	л.час	24,64	600	14784
4	Доставка аппаратуры на монт-дем.	л.час	11,71	600	7026
	<b>Итого:</b>		<b>811,42</b>	<b>600</b>	<b>486852</b>

### 3. Спутниковое навигационно-геодезическое обеспечение аэросъемочных работ

Для пространственной привязки аэросъемочных маршрутов предусматриваются работы по спутниковому навигационно-геодезическому обеспечению. Продолжительность работ приравнена к продолжительности полевых аэрогеофизических работ с радиогеодезической привязкой, и составляет **8,04 сам.-мес.**

Затраты труда и перечень основного оборудования на производство спутниковой привязки представлены в таблицах 18, 19.

Расчет стоимости привязки на 1 сам.-мес и сметной стоимости произведен в таблицах 20, 21.

Таблица 18 – Затраты труда на производство спутниковой привязки при аэросъемочных работах

№ п/п	Наименование должностей	Ед. изм.	Норма на 1 сам.-мес	Объем, сам.-мес	На весь объем
	<b>ИТР</b>				
1	Геодезист 1 кат	ч.-мес	1	8,04	8,04
2	Техник-геофизик 1 кат.	ч.-мес	1	8,04	8,04
3	Техник-геофизик 2 кат.	ч.-мес	1	8,04	8,04
4	Инженер электронщик	ч.-мес	0,5	8,04	4,02
	<b>Рабочие</b>				
5	Рабочий IV раз.	ч.-мес	0,5	8,04	4,02
	<b>Итого:</b>	<b>ч.-мес</b>	<b>4</b>		<b>32,16</b>

Таблица 19 – Основное оборудование, необходимое при производстве спутниковой навигации.

№ № п/п	Наименование основных средств	Ед. изм.	Кол - во
1	2	3	4
1	Навигационная система JAVAD: Приемник GPS JAVAD JNS100-GG антенна авиационная	комплект шт.	2 2
2	Навигационный система активного само- летовождения «Лощман»	комплект	2
3	Базовая станция GPS-ГЛОНАСС: приемник GG-24 антенный комплекс для базового прием- ника генератор EU – 10 компьютер	комплект шт. шт. шт. шт. шт.	1 1 1 1 1
4	Источник питания SMART UPS 24/3	комплект	1
5	Зарядное устройство	шт.	1
6	Компьютер	шт.	1
17	Бензоагрегат Honda	шт.	1

Таблица 20 – Расчет стоимости привязки на 1 сам-мес

№ п/п	Статьи расходов	Един. измер.	Норма	Поправ. коэфф.	Сумма
1	2	3	4	5	6
1	Заработная плата	руб.	774,73	2,0	1549,46
2	Материалы	руб.	332,40	1,389	461,70
3	Амортизация	руб.	187,21	1,22	913,58
				2,00	
	Итого:	руб.	1294,34		2924,75
	Итого с Кинд=1,73				5059,81
	<b>Итого с К=1,59</b>	руб.			<b>8057,2</b>
	в том числе:				
	<b>Зарплата</b>	руб.			<b>4268,5</b>
	<b>Материалы</b>	руб.			<b>1271,9</b>
	<b>Амортизация</b>	руб.			<b>2516,8</b>

Таблица 21 – Расчет сметной стоимости привязки маршрутов с использованием спутниковых навигационных систем

Един. измер	Объем	Стоим. единицы	Сумма	В том числе:		
				Зарплата	Мат-лы	Амортизац.
1	2	2	4	5	6	7
отр-мес	8,04	8057,25	64780,28	34319,01	10226,28	20235,00

#### 4. Наблюдение геомагнитных вариаций

Для обеспечения заданной точности аэромагнитной, предусматривается измерение вариаций геомагнитного поля в течение всего периода аэросъемочных работ, с учетом облета аппаратуры. Продолжительность измерений вариаций магнитного поля приравнивается к продолжительности аэросъемочных работ с аэрофотопривязкой и составляет **8,04 сам.-мес**,

Норма затрат труда по ССН выпуск 3, часть 3, таблица 37 составит 2 человека-дня на одну отрядно-смену. Согласно протоколу технико-экономического совета Амакинской ГРЭ, норму принять в человеко-месяцах на 1 самолето-месяц. [13]

Затраты труда на вариационные наблюдения и перечень основного оборудования при производстве измерений приведены в таблицах 22, 23.

Расчеты стоимости наблюдений геомагнитных вариаций на 1 сам.-мес. и сметной стоимости произведены в таблицах 24, 25.

Таблица 22 – Затраты труда на производство наблюдений вариаций магнитного поля

№№ пп	Наименование должности	Ед. изм.	Норма на единицу	На весь объем
1	2	3	4	5
	ИТР			
1	Геофизик	ч.-мес	1,0	8,04
	Рабочие			
2	Рабочий IV разряда	ч.-мес	1,0	8,04
	<b>Итого:</b>		<b>2,0</b>	<b>16,08</b>

Таблица 23 – Основное оборудование, необходимое при производств измерений вариаций магнитного поля

№№ п/п	Наименование основных средств	Единицы измерения	Кол - во
1	Магнитовариационная станция GT-MVS-SB	комплект	1
3	Зарядное устройство «Орион»	шт.	1
4	Бензогенератор Honda	шт.	1
5	Компьютер	шт.	1

Таблица 24 – Расчет стоимости наблюдений геомагнитных вариаций на 1 сам-мес

№ п/п	Статьи расходов	Един. измер.	Норма	Поправ. коэфф.	Сумма
1	2	3	4	5	6
1	Заработная плата	руб.	234,03	2,0	468,06
2	Материалы	руб.	48,43	1,389	67,27
3	Амортизация	руб.	198,72	1,22	484,88
				2,00	
	Итого:	руб.	481,18		1020,21
	Итого с Кинд.=1,73				1764,96
	<b>ВСЕГО с К=1,59</b>	руб.			<b>2810,52</b>
	в том числе:				
	<b>Зарплата</b>	руб.			<b>1289,44</b>
	<b>Материалы</b>	руб.			<b>185,32</b>
	<b>Амортизация</b>	руб.			<b>1335,76</b>

Таблица 25 – Расчет сметной стоимости наблюдений геомагнитных вариаций

Един. измер	Объем	Стоим. единицы	Сумма	В том числе:		
				Зарплата	Мат-лы	Амортизац.
1	2	3	4	5	6	7
отр.-мес.	8,040	2810,52	22597	10367	1490	10740

## 5. Камеральные работы

В состав камеральных работ входит текущая (предварительная) и окончательная (завершающая) обработка всей полученной геолого-геофизической

информации. Текущая обработка дает возможность оперативного использования получаемых результатов для рационального ведения ГРР и комплексирования поисковых методов. Окончательная обработка состоит в комплексной интерпретации полученных результатов и написании отчета по объекту после завершения полевых работ в соответствии с ГОСТ Р 53579-2009.

Продолжительность камерального периода по ССН – 2003, выпуск 3, часть 4, таблица 37, строка 2, составит – 0,28 отрядо-месяцев на 1000 кв. км.

Поскольку проектируемая аэрогеофизическая съемка является высоко-точной, а следовательно и сложной в обработке, то по ССН – 2003, выпуск 3, часть 4, п. 61, норма умножается на коэффициент сложности 1,3.

Для выполнения всего объема необходимо затратить:

$$6859,7 * 0,28 * 1,3 / 1000 = 2,5 \text{ отр.-мес.}$$

Продолжительность камерального периода по спутниковой привязке аэросъемочных маршрутов (приравнена к радиогеодезической) приравнивается к продолжительности камерального периода обработки материалов по аэросъемке, без применения коэффициента сложности (ССН, вып. 3, ч. 4, п. 62) и составляет:

$$6859,7 * 0,28 / 1000 = 1,92 \text{ отр.-мес.}$$

На период камеральной обработки материалов аэрогеофизической съемки задалживаются специалисты ИТР, предусмотренные нормами затрат труда на проведение полевых работ.

Затраты труда на камеральную обработку материалов аэрогеофизических съемок и данных спутниковой навигации приведены в таблицах 26, 27.

Расчет стоимости камеральных работ на обработку материалов аэрогеофизической съемки и материалов привязки произведен в таблице 28.

Расчет сметной стоимости компьютерной обработки данных, произведен в таблице 29.

Сводный расчет сметной стоимости камеральных работ, произведен в таблице 30.

Таблица 26 – Затраты труда на камеральную обработку материалов аэрогеофизических съемок и данных спутниковой навигации

№ п/п	Наименование камеральных работ	Объем полевых работ кв. км	Продолж. камерального периода отр.-мес	Затраты труда, чел.-мес.	
				Норма на 1 сам-мес.	На весь объем
1	Обработка и интерпретация комплексной аэрогеофизической съемки (магниторазведка + электроразведка ДИП) масштаба 1:10000	6859.7	2,5	9,5	23,75
2	Обработка данных привязки аэросъемочных маршрутов спутниковой навигацией	6859.7	1,92	3,5	6,72
	<b>Итого:</b>				<b>29,72</b>

Таблица 27 – Расчет стоимости камеральных работ на обработку материалов аэрогеофизической съемки на 1 отр.-мес. (СУСН-83, вып.3, ч.4, таб.20, гр.8) [12]

№ п/п	Статьи расходов	Един. измер.	Норма	Поправ. коэфф.	Сумма
1	2	3	4	5	6
14	Заработная плата	руб.	4775,85	2,0	9551,7
15	Материалы	руб.	179,25	1,389	248,98
13	Итого:	руб.			9800,68
	ИТОГО с Кинд=1,97	руб.			19307,34
23	<b>Итого с К=1,5924</b>	руб.			<b>30745,00</b>
	<u>в том числе:</u>				
	<b>Зарплата</b>	руб.			<b>29963,95</b>
	<b>Материалы</b>	руб.			<b>781,05</b>

Таблица 28 – Расчет стоимости камеральных работ по привязке аэросъемочных маршрутов (СУСН-83, вып.3, ч.4, таб.20, гр.7) [12]

№ п/п	Статьи расходов	Един. измер.	Норма	Поправ. коэфф.	Сумма
1	Заработная плата	руб.	1473,76	2,0	2947,52
2	Материалы	руб.	55,5	1,389	77,09

	Итого:	руб.			3024,61
	Итого с Кинд=1,97	руб.			5958,48
	<b>Итого с К=1,59</b>	руб.			<b>9488,28</b>
	<u>в том числе:</u>				
	<b>Зарплата</b>	руб.			<b>9246,45</b>
	<b>Материалы</b>	руб.			<b>241,83</b>

Таблица 29 – Расчет сметной стоимости компьютерной обработки данных (на весь объем)

№ п/п	Статьи расходов	Един. измер	Норма	Цена	Попр. коэф.	Сумма
1	2	3	4	5	6	7
	<u>Заработная плата ИТР</u>					
	<u>основная</u>					
1	Ведущий геофизик	ч/дн	1117,0	9,45	2,0	21108,7
2	Ведущий геолог	ч/дн	1117,0	9,45	2,0	21108,7
3	Ведущий программист	ч/дн	200,0	9,45	3,0	5669,3
4	Геофизик I категории	ч/дн	1520,0	8,66	2,0	26330,7
5	Геофизик II категории	ч/дн	1450,0	7,87	2,0	22834,6
6	Геолог II категории	ч/дн	250,0	7,87	2,0	3937,0
7	Геофизик	ч/дн	850,00	7,09	2,0	12047,2
8	Тех.-геофизик I категории	ч/дн	350,3	6,50	2,0	4551,1
9	Тех.-геофизик II категории	ч/дн	202,2	6,10	2,0	2468,3
	Итого:	руб.	7056,54			120055,7
10	Дополнит. зараб.плата 7,9%	руб.				9484,4
	Итого:	руб.				129540,1
11	Соцстрах 7%	руб.				9067,8
	Итого:	руб.				138607,9
	Итого с К=1,97	руб.				273057,6
	Итого с К=1,59	руб.				434816,9
12	Экспл-я компьютера Pentium-4	м-час	48125,63	2,615		125849
13	Экспл-я плоттера DesignJet5500	м-час	1784,11	7,675		13693
14	Экспл-я принтера ColorLaserJet5550	м-час	66,02	7,675		507
15	Экспл-я принтера DesignJet130	м-час	274,98	1,477		406
16	Экспл-я принтера LaserJet1522	м-час	32,46	7,675		249
17	Эксплуатация сканера	м-час	120,31	7,675		923
	<b>Итого</b>	руб				<b>576444</b>
	<u>в том числе:</u>					
	<b>Зарплата</b>	руб.				<b>448001</b>
	<b>Материалы</b>	руб.				<b>28266</b>
	<b>Амортизация</b>	руб.				<b>96038</b>

Таблица 30 – Расчет сметной стоимости камеральных работ

№ п/п	Наименование работ и затрат	Един. измер.	Объем	Стоим. единицы	Сумма	В том числе:		
						Зарплата	Мат-лы	Аморти- зац.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Обработка материалов аэросъемки	отр/мес	2,5	30745,00	76863	74910	1953	0
	Обработка материалов привязки	отр/мес	1,92	9488,28	18218	17753	464	0
	Компьютерная обработка материалов	руб.			576444	448001	28266	96038
	<b><u>Итого:</u></b>	руб.			<b><u>671524</u></b>	<b><u>540664</u></b>	<b><u>30683</u></b>	<b><u>96038</u></b>

## 6. Сопутствующие работы и зависимые затраты

Для создания нормальных производственно-бытовых условий при проведении полевых геофизических работ, предусматривается строительство временных сооружений, технологически связанных с производством.

Объем временного строительства будет выполнен на подбазе «устье р.Беенчима», которая будет организована в течение 2-х сезонов.

Предусматривается выполнить следующие виды и объемы временного строительства:

1. Установка-демонтаж вагон-домов – 3 шт.
2. Установка-демонтаж 6-ти местных палаток зимнего типа – 2 шт. × 3 сезона = 6 шт.
3. Установка-демонтаж 4-х местной палатки летнего типа – 1 шт. × 3 сезона = 3 шт.
4. Устройство- демонтаж склада авиа ГСМ на 3,5 тонны (емкость, поддон, подстилка, насосный агрегат) – 1 шт. × 3 сезона = 3 шт.

Транспортировка груза и персонала партии на участок работ предусматривается осуществлять наемным транспортом – вертолет Ми-8.

Расчет производится из стоимости полевых работ без наемного транспорта (съемочный борт) и временного строительства:

$$1\ 068\ 426-486\ 852+7290=588\ 864\ \text{руб.}$$

В соответствии с установленными сметными лимитами на 1991 год затраты на транспортировку наемным транспортом составят 69,64%:

$$588864*0,6964 = \underline{\underline{410085}}\ \text{руб}$$

Расчет стоимости строительства объектов, технологически связанных с производством работ произведен в таблице 31

Таблица 31 – Расчет стоимости строительства объектов, технологически связанных с производством работ

№ п/п	Наименование работ, затрат	Един. измер.	Объем	Стоимость, в руб							
				Единицы				Всего			
				Всего	В том числе			Всего	В том числе		
					Зарплата	Матер-лы	Аморт.		Зарплата	Матер-лы	Аморт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Установка вагон-домов	шт.	3	1097,49	840,97	246,50	10,02	3292,47	2522,91	739,51	30,05
2	Устройство 6-местных палаток зимнего типа	шт.	6	465,65	266,97	198,67	0,00	2793,88	1601,84	1192,04	0,00
3	Устройство 4-местных палаток летнего типа	шт.	3	310,43	177,98	132,45	0,00	931,29	533,95	397,35	0,00
4	Монтаж агрегата насосного	шт	1	153,32	110,55	39,83	2,95	153,32	110,55	39,83	2,95
	Демонтаж агрегата насосного	шт	1	56,75	55,27		1,47	56,75	55,27	0,00	1,47
	Монтаж и демонтаж емкости, поддона, подстилки	компл	2	31,30	31,30			62,60	62,60	0,00	0,00
	<b>Итого:</b>							<b>7290,32</b>	<b>4887,13</b>	<b>2368,72</b>	<b>34,47</b>

Сметную стоимость для начисления зависимых затрат принимаем без учета наемного транспорта:

$2205515-896937 = \underline{1308578}$  руб.

Согласно установленных сметных лимитов затраты по этим статьям принимаем:

Полевое довольствие - 5,7% = 4589 руб.

Доплаты и компенсации - 17,2% = 25075 руб.

Премии - 3,05% = 39912 руб.

Резерв - 6,0% = 78515 руб.

## **7. Сводный расчет сметной стоимости проектируемых работ и затрат**

Сводный расчет сметной стоимости проектируемых работ и затрат по объекту произведен в таблице 32.

Сводный расчет сметной стоимости в текущих ценах проектируемых работ и затрат по объекту произведен в таблице 33.

Таблица 32 – Сводный расчет сметной стоимости проектируемых работ и затрат по объекту

№ п/п	Наименование работ и затрат	Един. измер.	Полная стоимость работ				
			в ценах IV кв.1991г.	в том числе:			
				зарплата	материалы	амортизация	услуги
1	2	3	4	5	6	7	8
	<b><u>I. СОБСТВЕННО ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ</u></b>						
1	Проектирование	%	16 785	15 981	555	249	0
	<b><u>ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ</u></b>						
2	Аэрогеофизические работы	руб.	494 197	130 407	31 856	331 934	0
3	Производств. транспорт (авиация)	руб.	486 852	0	0	0	486 852
4	Спутниковая привязка аэросъемочных маршрутов	руб.	64 780	34 319	10 226	20 235	0
5	Наблюдение вариаций магнитного поля Земли	руб.	22 597	10 367	1 490	10 740	0
	<b>Всего полевых работ:</b>	руб.	<b>1 068 426</b>	<b>175 093</b>	<b>43 573</b>	<b>362 909</b>	<b>486 852</b>
	<b>в т.ч.авиация</b>	руб.	<b>486 852</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>486 852</b>
6	Организация 3,0%	руб.	17 447	2 859	712	5 926	7 950
7	Ликвидация 2,4%	руб.	13 958	2 287	569	4 741	6 360
8	Камеральные работы	руб.	671 524	540 664	30 683	96 038	4 140
	<b>Итого собственноГРР:</b>	руб.	<b>1 788 140</b>	<b>736 884</b>	<b>76 091</b>	<b>469 863</b>	<b>505 302</b>
	<b>в т.ч. авиация</b>	руб.	<b>486 852</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>486 852</b>
	<b><u>II. СОПУТСТВУЮЩИЕ РАБОТЫ</u></b>						
9	Временное строительство	руб.	7 290	4 887	2 369	34	0

1	2	3	4	5	6	7	8
10	Транспортировка грузов и персонала партии наемным транспортом	руб.	410 085	0	0	0	410 085
	<b>Итого:</b>	руб.	<b><u>2 205 515</u></b>	<b><u>741 771</u></b>	<b><u>78 460</u></b>	<b><u>469 897</u></b>	<b><u>915 387</u></b>
	<b>в т. ч. авиация</b>	руб.	<b><u>896 937</u></b>	<b><u>0</u></b>	<b><u>0</u></b>	<b><u>0</u></b>	<b><u>896 937</u></b>
11	Полевое довольствие	руб.	74 589	74 589	0	0	0
12	Доплаты и компенсации	руб.	225 075	225 075	0	0	0
13	Премии	руб.	39 912	39 912	0	0	0
14	Резерв	руб.	78 515	31 406	11 777	15 703	19 629
	<b>Итого сопутствующих работ</b>	руб.	<b><u>835 468</u></b>	<b><u>375 869</u></b>	<b><u>14 146</u></b>	<b><u>15 737</u></b>	<b><u>429 716</u></b>
	<b><u>ВСЕГО ПО СМЕТЕ: в ценах 1991г.</u></b>	руб.	<b><u>2 623 607</u></b>	<b><u>1 112 753</u></b>	<b><u>90 237</u></b>	<b><u>485 600</u></b>	<b><u>935 018</u></b>
	<b>в т.ч. авиация</b>	руб.	<b><u>896 937</u></b>	<b><u>0</u></b>	<b><u>0</u></b>	<b><u>0</u></b>	<b><u>896 937</u></b>

Таблица 33 – Сводный расчет сметной стоимости в текущих ценах проектируемых работ и затрат по объекту

№ п/п	Наименование работ и затрат	Един. измер.	Стоимость в ценах IV кв.1991г.	Индекс 2016 года	Стоимость в ценах 2016 г.
1	2	3	4	5	6
	<b><u>I. СОБСТВЕННО-ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ</u></b>				
1	Проектирование	%	16 785	41,82	701 943
	<b><u>ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ</u></b>				
2	Аэрогеофизические работы	руб.	494 197	33,62	16 614 904
3	Производств. транспорт (авиация)	руб	486 852	47,52	23 135 207
4	Спутниковая привязка аэросъемочных маршрутов	руб.	64 780	39,51	2 559 469
5	Наблюдение вариаций магнитного поля Земли	руб.	22 597	38,91	879 232
	<b><u>Всего полевых работ:</u></b>	<b><u>руб.</u></b>	<b><u>1 068 426</u></b>	<b><u>40,42</u></b>	<b><u>43 188 813</u></b>
	<b><u>в т.ч.авиация</u></b>	руб.	<b><u>486 852</u></b>	0,00	<b><u>23 135 207</u></b>
6	Организация 3,0%	руб.	17 447	34,48	601 608
7	Ликвидация 2,4%	руб.	13 958	34,48	481 287
8	Камеральные работы	руб.	671 524	39,64	26 619 204
	<b><u>Итого собственноГРР:</u></b>	руб.	<b><u>1 788 140</u></b>	<b><u>40,04</u></b>	<b><u>71 592 853</u></b>
	<b><u>в т.ч. авиация</u></b>	руб.	<b><u>486 852</u></b>	47,52	<b><u>23 135 207</u></b>
	<b><u>II.СОПУТСТВУЮЩИЕ РАБОТЫ</u></b>				

1	2	3	4	5	6
9	Временное строительство	руб.	7 290	26,15	190 642
10	Транспортировка грузов и персонала партии наемным транспортом	руб.	410 085	47,52	19 487 240
	<b>Итого:</b>	руб.	<b>2 205 515</b>	<b>41,38</b>	<b>91 270 735</b>
	<b>в т. ч. авиация</b>	руб.	<b>896 938</b>	47,52	<b>42 622 447</b>
11	Полевое довольствие	руб.	74 589	44,52	3 320 699
12	Доплаты и компенсации	руб.	225 075	44,52	10 020 356
13	Премии	руб.	39 912	44,52	1 776 866
14	Резерв	руб.	78 515	44,52	3 495 473
	<b>Итого сопутствующих работ</b>	руб.	<b>835 468</b>	<b>45,83</b>	<b>38 291 276</b>
	<b><u>ВСЕГО ПО СМЕТЕ: в ценах 1991г.</u></b>	руб.	<b><u>2 623 607</u></b>	<b>41,88</b>	<b><u>109 884 129</u></b>
	<b>в т.ч. авиация</b>	руб.	<b>896 938</b>	47,52	<b>42 622 447</b>

## 8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ

В данном разделе дипломного проекта рассматриваются следующие вопросы безопасности:

- производственная безопасность – охарактеризованы условия производства работ, изложены основные моменты техники безопасности, выполнен анализ опасных и вредных факторов производственной среды, их воздействие на организм человека, методы и средства защиты от них;
- экологическая безопасность – выполнен анализ воздействия на атмосферу выбросов продуктов сгорания авиационного топлива;
- безопасность в чрезвычайных ситуациях – изложены основные моменты действий членов экипажа воздушного судна, терпящего бедствие;
- правовые и организационные вопросы безопасности – рассмотрены основные положения и формы трудового законодательства, регламентирующие работу во вредных условиях.

Проектом предусматривается проведение комплексной аэрогеофизической съемки (магниторазведка + электроразведка в модификации дипольного индуктивного профилирования). Целевым назначением которых является выделение аномалий и участков, благоприятных на обнаружение коренных источников алмазов.

В административном плане площадь работ расположена в Оленекском районе республики Саха (Якутия). В орографическом отношении район проектируемых работ расположен на плоскогорье Восточной Сибири, за полярным кругом.

Район работ является труднодоступным, удаление до ближайшего населенного пункта с развитой инфраструктурой п. Саскыллах – 280 км. В этой

связи, для уменьшения времени на подлет, будет оборудована временная ВПП на песчано-галечной косе р Оленек.

Аэрогеофизические работы планируется выполнять с использованием самолета Ан-2, в весенний (март – апрель) и летне-осенний (июль – октябрь) периоды. Приостановка работ в мае-июне связана с распутицей и паводковым периодом.

### 8.1. Производственная безопасность

Аэрогеофизические работы связаны с эксплуатацией летательных аппаратов гражданской авиации, с подстройкой летных параметров (высота, скорость) под требования методики аэрогеофизической съемки. Взаимоотношения работников геофизической партии и службы гражданской авиации на всех стадиях использования авиационного транспорта, распределение между ними обязанностей по обеспечению полетов регламентируются «Руководством по съемочным полетам».

Поскольку место базирования самолета предусматривается на значительном удалении от постоянно действующих аэродромов, временная ВПП должна удовлетворять безопасным условиям работы авиатранспорта и приниматься представителями гражданской авиации. [14]

Запасы горюче-смазочных материалов должны храниться в специально оборудованных для этого местах, затемненных от солнечных лучей и удаленных от других объектов. Недопустимо хранение объемов авиационного топлива свыше 3,5 тонн. В районах складов ГСМ запрещается курить, разводить костры и пользоваться обычными светильниками. Вход на территорию складов ГСМ посторонним лицам запрещается Организация площадки, техническое обслуживание, и обеспечение мер безопасности на временной ВПП будут проводиться в соответствии с требованиями к посадочным площадкам «Воздушного кодекса Российской Федерации» [14]

Аэросъемочный процесс на борту летательного аппарата осуществляет геофизик, имеющий квалификацию бортоператор. К работе в качестве бортоператоров при использовании воздушного транспорта допускаются лица, обученные на специальных курсах, прошедшие специальное медицинское освидетельствование и инструктаж по технике безопасности. Требования техники безопасности для геофизиков-бортоператоров установлены «Правилами безопасности при геологоразведочных работах ПБ 08-37-93». От момента запуска двигателей на аэродроме вылета до полной остановки винтов на аэродроме назначения, включая время пребывания на промежуточных точках посадки, все участвующие в полете лица подчиняются командиру судна, немедленно и точно выполняют все его указания. Включение (выключение) съемочной аппаратуры в полете, а также выпуск и уборка внефюзеляжных убирающихся устройств производится только с разрешения командира воздушного судна. При размещении геофизической аппаратуры в выпускной гондоле, обязательно применение специальных тросорубов. При обращении с пиропатронами тросоруба необходимо соблюдать общие правила обращения с ВМ. [14]

Как и в любом виде профессиональной деятельности, производство аэрогеофизической съемки сопровождается воздействием внешних неблагоприятных факторов рабочей среды на организм человека.

Опасные факторы труда членов экипажей ВС ГА обусловлены работой в необычной, несвойственной человеку среде, принципиально отличающейся от среды, в которой проходит работа специалистов других профессий. Работа членов экипажей ВС связана с эксплуатацией аппаратов тяжелее воздуха, которые являются источниками не только повышенной, но и постоянной опасности, при этом средств индивидуального спасения в случае возникновения аварийной и особенно катастрофической ситуации члены экипажей ВС ГА не имеют. К опасным факторам относятся возникновения аварийных или катастрофических ситуаций, связанных с движением ВС на земле и в полете, возможность столкновения с земной поверхностью или препятствиями на земле и в полете по различным причинам:

- ошибок собственных или ошибок диспетчеров управления воздушным движением (УВД);

- отказов авиационной техники;
- возникновения пожара;
- разрушения конструкции ВС;
- поражения ВС грозовыми разрядами;

Возникновение указанных факторов способно привести к крушению воздушного судна, при этом вероятность сохранения жизни членов экипажа ВС крайне низкая. [15]

Помимо опасных факторов, создающих прямую угрозу жизни и здоровью экипажа, на ВС присутствуют факторы, действие которых создают угрозу здоровью экипажа при длительном воздействии.

Опасные и вредные факторы при производстве проектируемых аэрогеофизических работ, классифицированы в таблице 34.

Таблица 34 – Опасные и вредные факторы при выполнении аэрогеофизических работ

Виды работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74) [16]		Нормативные документы
	Опасные	Вредные	
1. Аэрогеофизическая съемка	- повышенный уровень статического электричества	- отклонение показателей микроклимата;	ГОСТ 12.1.045-84; СанПиН 2.5.1.2423-08; СанПин 2.2.4.1294-03
		- повышенный уровень шума; - повышенный уровень вибрации	

*Повышенный уровень статического электричества.* Статическое электричество для летательных аппаратов представляет собой более чем серьезную проблему, в настоящее время успешно решаемую.

Из-за трения о воздух на самолете в полете набирается заряд 200 – 300 мкКл, поднимающий потенциал до 200 – 300 киловольт.

Когда шасси самолета приближаются к посадочной полосе, происходит электрический разряд на землю длиной около метра, чаще всего по поверхности резины колес. Его хорошо видно в темноте.

Накапливающееся в полете статическое электричество значительно ухудшает работу радиосвязного оборудования (вплоть до полной потери слышимости), приводит к сбоям в работе цифровой аппаратуры, а при значительных потенциалах вызывает физические повреждения бортовой электроники. После посадки летательного аппарата статический заряд вполне способен убить человека. [17]

Для предотвращения негативного влияния статического электричества на летательных аппаратах установлены следующие средства защиты:

- Перемычки металлизации, соединяющие отдельные элементы конструкции самолета между собой и массой самолета.
- Разрядники, способствующие стеканию накопленного самолетом заряда статического электричества в атмосферу.
- Токосъемники на тележках шасси для снятия статического заряда при приземлении и на стоянке самолета.
- Стационарное заземление на стоянке.
- Резервное заземление на необорудованной стоянке.

На самолетах электростатические разрядники установлены группами на законцовках крыла, киля, стабилизатора, а также других выступающих частях конструкции самолета. [17]

*Отклонение показателей микроклимата.* В кабинах воздушных судов нормируются следующие оптимальные и допустимые показатели микроклимата: температура, относительная влажность и скорость движения воздуха, а также температура ограждающих поверхностей.

Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха на этапе горизонтального полета во всех ожидаемых условиях эксплуатации

должны соответствовать нормативным допустимым величинам согласно Сан-ПиН 2.5.1.2423-08, представленных в таблице 35. [18]

Отрицательно влияет на организм членов экипажей ВС температурный дискомфорт в виде низких температур в кабинах в зимнее время, особенно при работах в северных районах, и работах в условиях высоких температур (от +40 до +45 °С). Кроме того, имеет место значительная разница температур в различных зонах кабины экипажа. Например, при выполнении длительных полетов (до 8 - 10 часов и более), в рабочей зоне экипажа температура воздуха колеблется от +10 -11 °С по борту до +25 - 28 °С в центре кабины. Превышение ПДУ отмечается в 2 - 4 раза. [18]

Допустимые параметры микроклимата, вызывающие напряжение механизмов терморегуляции, не выходящие за пределы физиологических приспособительных возможностей и при систематическом воздействии не приводящие к нарушению состояния здоровья, должны обеспечиваться на эксплуатирующихся воздушных судах с герметичными кабинами и на проектируемых, реконструируемых, строящихся и эксплуатирующихся судах с негерметичными кабинами.

Температура ограждающих поверхностей при соблюдении оптимальных норм микроклимата не должна отличаться от температуры воздуха в кабине более чем на 2°С, а при обеспечении допустимых норм - более чем на 5 °С. Предельная температура ограждающих поверхностей не должна быть ниже + 5°С и выше + 45°С. Перепад температур по высоте рабочей зоны допускается не более 3 °С, а по горизонтали - не более 4 °С. [18]

Таблица 35 – Допустимые параметры микроклимата для кабин воздушных судов [18]

Место измерения	Температура воздуха °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/сек
Кабина экипажа	20-25	30-70	не более 0,30
Пассажирская кабина	20-25	не нормируется	не более 0,40

Для поддержания нормированного микроклимата в кабине экипажа, на борту предусмотрены система отопления (в холодно время) и система принудительной вентиляции воздуха.

Содержание вредных химических веществ и пыли в воздухе кабин воздушных судов, источниками которых могут быть горюче – смазочные материалы, гидравлические и другие специальные жидкости, лакокрасочные покрытия, синтетические материалы элементов интерьера кабин, забортный воздух, человек и др., при различных типах используемых систем вентиляции и кондиционирования, в том числе и при частичной рециркуляции в пассажирских кабинах, не должно превышать предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. [18]

При одновременном присутствии в воздухе кабин нескольких вредных веществ однонаправленного действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них в воздухе к их ПДК не должна превышать единицы.

При одновременном содержании в воздухе вредных веществ разнонаправленного действия ПДК остаются такими же, как и при изолированном воздействии. Внедрение в эксплуатацию новых горюче – смазочных и специальных жидкостей, декоративно – отделочных, лакокрасочных, клеящих и других материалов, предназначенных для использования на воздушных судах, допускается с разрешения органов и учреждений Госсанэпидслужбы России. Содержание углерода диоксида (CO<sub>2</sub>) в воздухе кабин воздушных судов не должно превышать 0,1%. Запрещается применение систем рециркуляции воздуха в кабинах экипажа. Содержание легких отрицательных и положительных аэроионов в кабинах воздушных судов гражданской авиации должно соответствовать санитарно-гигиеническим нормам допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений по СанПиН 2.2.4.1294-03, представленных в таблице 36. [18]

Таблица 36 – Значения нормируемых показателей концентраций аэроионов и коэффициента униполярности [19]

Нормируемые показатели	Концентрация аэроионов, $\rho$ (ион/см <sup>3</sup> )		Коэффициент униполярности $U$
	положительной полярности	отрицательной полярности	
Минимально допустимые	$\rho^+ \geq 400$	$\rho^- > 600$	$0,4 \leq U < 1,0$
Максимально допустимые	$\rho^+ < 50000$	$\rho^- \leq 50000$	

*Повышенный уровень шума.* Источником повышенного уровня шума на борту самолета, является работа двигателя. Шум имеет широкополосный, постоянный характер и уровень порядка 100–110 дБ. Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука, воздействующие на летный состав в полете, не должны превышать величин, представленных в таблице 37 (СанПиН 2.5.1.2423-08). [18]

Шум зачастую негативно влияет на чувствительность органов слуха, нервную систему, также может нарушать биоритмы организма человека. Болезнетворное действие шума определяется его громкостью и частотной характеристикой (наибольшую вредность приносят высокочастотные шумы). Постоянный шум — шум, интенсивность которого меняется во времени не более чем на 5 дБ. Согласно СанПиН 2.5.1.2423-08 нормально допустимым уровнем постоянного шума считается 40–50 дБ (уровень обычной человеческой речи). Вредная для здоровья граница громкости — 80 дБ. В зонах с громкостью звука свыше 135 дБ даже кратковременное пребывание запрещено. [18]

Систематическое воздействие авиационного шума на организм членов экипажей, превышающего допустимый уровень в 1,3 – 1,7 раза, приводит к развитию профессионального заболевания слуха – кохлеарного неврита. Кроме того, воздействие авиационного шума на организм вызывает головную боль, нарушение сна, повышение артериального давления и другие отрица-

тельные проявления, которые расцениваются как неврастенические, астенические и вегетативные дисфункции, существенно влияющие на профессиональную работоспособность в полете. [18]

Следует отметить, что надежных средств защиты от воздействия авиационного шума не существует, а необходимость вести постоянный радиообмен лишь усиливает это воздействие на организм членов экипажа. Однако, улучшение эргономических характеристик авиационных гарнитур, шлемофонов, наушников, способно существенно снизить негативное воздействие авиационного шума.[20]

Таблица 37 – Допустимые уровни звукового давления звука и эквивалентные уровни звука для рабочих мест летного состава воздушных судов [18]

Нормируемый параметр: уровни звука, дБ	Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц									Эквивалентный уровень звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Допустимые	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Оптимальный	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

*Повышенный уровень вибрации.* Источником повышенного уровня вибрации на борту самолета является работа двигателя и аэродинамическая болтанка. Характер издаваемой вибрации – общий, 1 категории. Предельно допустимые уровни общей вибрации для кабин экипажей воздушных судов не должны превышать величин, указанных в таблице 38 (СанПиН 2.5.1.2423-08).

Вибрация вызывает снижение зрения, точности управляющих движений, качества переработки оперативной информации, показателей внимания и других психофизиологических функций. [18]

Вибрация ухудшает пространственную ориентировку, затрудняет речь, способствует развитию утомления и переутомления, тем самым непосредственно влияет на профессиональную работоспособность членов экипажей ВС ГА. Наибольшему влиянию вибрации подвергаются члены экипажей легкомоторной авиации и вертолетов, у которых при стаже летной работы в 10

лет и более возникали парестезии в руках и ногах. Трофические изменения кожи стоп и голеностопных суставов, вспыльчивость и раздражительность, нарушение сна, головная боль, головокружение и др. Изучение показателей артериального давления в покое, во время 5-минутной ортостатической пробы до и после полетов выявляет повышенный сосудистый тонус у членов экипажей. С учетом перечисленного отмечено превалирование эмоциональной неустойчивости, пояснично-крестцовых радикулитов и астенических состояний, а также частое диагностирование хронического гастрита и язвенной болезни с пониженной секреторной функцией желудка. [18]

Таблица 38 – Уровни общей вибрации в третьоктавных полосах частот на рабочих местах членов экипажей воздушных судов [18]

Частоты	Допустимые значения виброускорения	
	Вертикальная, дБ	Горизонтальная, дБ
1,60	114	107
2,00	113	107
2,50	112	109
3,15	111	111
4,00	110	110
5,00	110	110
6,30	110	110
8,00	110	110
10,00	112	112
12,50	114	114
16,00	116	116
20,00	118	118
25,00	120	120
31,50	122	122
40,00	124	124
50,00	126	126
63,00	128	128
80,00	130	130
100,00	132	132
125,00	134	134
160,00	136	136

Для недопущения превышения допустимого уровня вибрационного воздействия на экипаж, возможно применение специальных виброгасящих амортизаторов на креслах.

## 8.2. Экологическая безопасность

Применяемый при аэрогеофизических работах аппаратурный комплекс ЕМ-4Н является экологически нейтральным. Урон окружающей среде наносится только вследствие использования авиатранспорта.

Основным техногенным фактором воздействия авиационного транспорта на окружающую среду являются выбросы в атмосферу продуктов сгорания топлива. Самолет, как и любая система, использующая энергию окисления углеводородного топлива, выбрасывает в атмосферу продукты этого процесса, которые изменяют естественный состав атмосферы и рассматриваются как загрязнители. И в зависимости от направления движения воздушных потоков (розы ветров) эти загрязнители могут распространяться как в глубь суши, в густонаселенные районы, так и в область акватории.

Характер вредного действия загрязняющих веществ чрезвычайно разнообразен. Окись углерода и двуокись азота связывают гемоглобин крови и при больших концентрациях опасны для жизни. Сернистый ангидрид и некоторые углеводороды оказывают раздражающее действие на слизистую оболочку дыхательных путей, а сернистый ангидрид, кроме того, губителен для многих видов растений. Среди углеводородов могут быть вещества, наделенными канцерогенными свойствами (например, бензпирен) или обладающие резким неприятным запахом. Углеводороды под действием солнечного света вступает в фотохимические реакции с окислами азота, образуя в результате широкий спектр веществ (перекиси, озон и др.), которые ускоряют коррозию различных материалов, вредно действуют на растительность, а также являются одной из причин, образования смога, способного, помимо всего прочего, обусловить массовые легочные и другие заболевания. [21]

В авиации применяется два вида нефтяного топлива - керосин и бензин. Основное отличие по составу продуктов сгорания состоит в том, что этилированный бензин, используемый на самолетах с поршневыми двигателями, дает

в отработавших газах свинец, являющийся одним из нежелательных компонентов загрязнения воздушной среды.[21]

Международные стандарты по выбросам (эмиссии) вредных веществ от авиационных двигателей гражданской авиации существуют в виде тома II «Эмиссия авиационных двигателей» Приложения 16 к Конвенции о международной гражданской авиации ИКАО.

В рамках СНГ эмиссия вредных веществ регулируются Авиационными правилами АП-34 «Охрана окружающей среды. Нормы эмиссии для авиационных двигателей», практически соответствующими международным требованиям. В соответствии с международным и отечественными стандартами в настоящее время нормируется эмиссия несгоревших углеводородов (НС), оксида углерода (СО), оксидов азота (NO<sub>x</sub>), дыма (SN) и запрещается преднамеренный выброс топлива в атмосферу гражданской авиацией в зоне аэропортов.

Впервые международный стандарт по эмиссии принят в 1981 г., с 1996 г. по настоящее время действуют более жесткие (на 20 %) международные нормы на эмиссию оксидов азота. В 1998 г. ИКАО приняла решение о дополнительном ужесточении норм на эмиссию NO<sub>x</sub> (приблизительно на 16 %) для новых двигателей и модификаций существующих двигателей, созданных после 31 декабря 2003 г. В настоящее время подавляющее большинство зарубежных двигателей удовлетворяет действующим и новым нормам ИКАО.

В настоящее время ИКАО нормирует эмиссию несгоревших углеводородов (НС), оксида углерода (СО), оксидов азота (NO<sub>x</sub>) и дыма от турбореактивных и турбовентиляторных двигателей гражданских самолетов в зоне аэропортов (таблица 39), а также запрещает преднамеренный выброс топлива после остановки двигателя. [22]

Таблица 39 – Нормативы авиационных выбросов по ИКАО [22]

№	Показатель	Норматив, г/кН
1	Несгоревшие углеводороды (НС)	19,6
2	Оксид углерода (СО)	118

3	Оксиды азота (NO <sub>x</sub> )	$40+2\pi$ , где $\pi$ – степень повышения давления на взлетном режиме
4	Твердые частицы, преимущественно сажа (дым) (SN)	50 – для двигателей $cR_{взл} \leq 6.53$ кН 83,6 $(R_{взл})^{-0.274}$ – для двигателей $cR_{взл} > 6.53$ кН

С учетом постоянного ужесточения международных норм по экологии гражданской авиации, а также на фоне экологического совершенства зарубежных двигателей крайне неудовлетворительно выглядит состояние авиадвигателей отечественных – более 80 % отечественного парка двигателей гражданской авиации не соответствуют международным и национальным нормам эмиссии вредных веществ.

Выбросы двигателя самолета Ан-2, вследствие своего морального устаревания, значительно превышают нормы ИКАО по эмиссии HC и CO. Единственным решением по разрешению проблемы превышения ПДК вредных выбросов, может быть замена двигателя самолета на удовлетворяющий современным требованиям нормативов авиационных выбросов. Однако в рамках данного проекта такое решение не представляется возможным.

### 8.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – неожиданная, внезапно возникшая обстановка на определенной территории в результате аварии, катастрофы опасного природного явления, стихийного или иного бедствия, которые могут привести к человеческим жертвам, ущербу здоровья людей или окружающей природной среде, материальным потерям и нарушению условий жизнедеятельности людей.

Воздушным судном, терпящим бедствие, считается воздушное судно, попавшее в ситуацию, когда такому судну и (или) находящимся на его борту лицам угрожает опасность, которая не может быть устранена в результате действий экипажа, либо воздушное судно, с которым потеряна связь и местона-

хождение которого неизвестно. Сигналы бедствия передаются только по команде командира воздушного судна всеми имеющимися на борту средствами связи и оповещения. Командир воздушного судна, принявший сигнал бедствия от другого воздушного или морского судна внутреннего плавания или обнаруживший судно, терпящее или потерпевшее бедствие, либо находящиеся в опасности людей, обязан оказать им помощь постольку, поскольку он может это сделать без опасности для вверенного ему судна, пассажиров и экипажа, отметить на карте место бедствия и сообщить о бедствии органу УВД. [23]

Для приема сообщений о бедствии на территории Российской Федерации организуется дежурство радиоспециалистов, осуществляемое:

круглосуточно;

в соответствии с заявкой на обеспечение полетов или перелетов воздушных судов;

после получения сообщения о бедствии воздушного судна.

К особым случаям в полете относятся:

- попадание воздушного судна в опасное метеорологическое явление;
- отказ двигателя (двигателей);
- отказы систем воздушного судна, приводящие к необходимости изменения плана или профиля полета, в том числе к вынужденной посадке;
- пожар на воздушном судне;
- потеря устойчивости, управляемости, нарушение прочности;
- потеря радиосвязи (отказ бортовых или наземных систем радиосвязи);
- потеря ориентировки;
- нападение на экипаж (пассажиров);
- ранение или внезапное ухудшение здоровья членов экипажа (пассажиров);
- вынужденная посадка вне аэродрома; [23]

Пилотирование и управление системами воздушного судна при возникновении особых случаев в полете должно соответствовать требованиям Руководства летной эксплуатации (РЛЭ). Члены экипажа при выполнении операций в соответствии с РЛЭ в особых случаях полета обязаны докладывать о своих действиях командиру воздушного судна. В случаях, когда продолжение полета не обеспечивает безопасности экипажа и пассажиров, командир воздушного судна имеет право принять решение на выполнение вынужденной посадки вне аэродрома. [23]

При возникновении пожара на воздушном судне экипаж обязан:

- приступить к экстренному снижению и одновременно применить все доступные средства для ликвидации пожара;
- включить сигнал бедствия;
- в зависимости от сложившейся обстановки продолжить полет до ближайшего аэродрома либо произвести посадку вне аэродрома.

Экипаж воздушного судна, совершившего вынужденную посадку вне аэродрома, обязан:

- немедленно эвакуировать пассажиров из воздушного судна в безопасное место;
- организовать оказание медицинской помощи пострадавшим;
- определить или уточнить свое местонахождение;
- принять меры по установлению связи с ближайшим аэродромом, наземной или самолетной радиостанцией.

При возникновении пожара на воздушном судне после вынужденной посадки экипаж обязан:

- немедленно эвакуировать пассажиров из воздушного судна и отвести их на безопасное расстояние не менее 100 м;
- по возможности извлечь аварийную радиостанцию, медикаменты, продукты и принять меры по тушению пожара.

Экипаж должен знать, что для его спасения принимаются все необходимые меры, и своими действиями должен способствовать облегчению своего

поиска и обнаружения. Решение оставаться на месте или уходить из района вынужденной посадки принимает командир воздушного судна. Остаться на месте вынужденной посадки рекомендуется в следующих случаях:

- сигнал бедствия или сообщение о месте происшествия переданы экипажем с воздуха либо после приземления (независимо от того, получено или не получено подтверждение о приеме сигнала или сообщения);

- местонахождение точно не определено, местность незнакома и труднопроходима (горы, лес, глубокий снег, болота и др.), направление на ближайший населенный пункт и его удаление неизвестно;

- часть пассажиров и членов экипажа из-за полученных ранений самостоятельно передвигаться не могут, а здоровых людей для их транспортирования недостаточно;

- местность открытая, и потерпевшие бедствие могут быть легко обнаружены с воздуха.

Приняв решение оставаться на месте, командир воздушного судна обязан:

- подготовить к немедленному использованию все имеющиеся средства связи и сигнализации;

- установить круглосуточное наблюдение за воздухом и окружающей местностью для обеспечения своевременной подачи сигналов поисковым экипажам и наземным группам;

- произвести разведку близлежащей местности для изыскания площадки, пригодной для посадки поискового воздушного судна;

- организовать уход за ранеными и больными;

- взять на учет имеющееся имущество, снаряжение, запас продуктов и воды и установить норму их расходования;

- организовать сооружение убежищ для людей;

- организовать добычу пищи и воды, используя местные возможности (охота, рыбная ловля, сбор растений, ягод, грибов и др.);

- провести профилактические мероприятия, предупреждающие заболевания и отравления.

Уходить с места вынужденной посадки рекомендуется в следующих случаях:

- местонахождение известно и имеется возможность свободно дойти до ближайшего населенного пункта;
- люди способны идти и транспортировать раненых;
- воздушное судно и находящиеся на нем люди не могут быть обнаружены из-за густой растительности, а средства сигнализации отсутствуют;
- имеется непосредственная угроза здоровью пассажиров и экипажа в результате стихийного бедствия (пожара, наводнения).

Приняв решение об уходе с места вынужденной посадки, командир воздушного судна обязан:

- определить маршрут движения, нанести его на карту, рассчитать время по этапам перехода;
- отобрать и подготовить имущество и снаряжение, необходимые для обеспечения автономного существования в условиях безлюдной местности;
- подготовить раненых к транспортировке или самостоятельному передвижению;
- распределить продукты и воду, установив суточную норму питания и потребления воды из расчета на максимальное количество дней перехода;
- оставить на месте происшествия сведения о маршруте движения и состоянии здоровья людей. На месте происшествия обозначить направление движения (выложить стрелку). [23]

В случае вынужденной посадки на воду покидать воздушное судно можно только после его остановки по команде командира воздушного судна. При покидании воздушного судна на воде необходимо:

- членам экипажа и пассажирам надеть спасательные жилеты и при выходе из воздушного судна включить систему газонаполнения;
- опустить на воду групповые спасательные плавсредства;

- загрузить на плавсредства имеющиеся запасы продуктов, воды и снаряжения;

- отплыть от воздушного судна на безопасное расстояние (не менее 100 м), пока оно не начало погружаться в воду.[23]

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

Комиссией по охране труда экипажей ВС ГА, мирнинского авиапредприятия, в соответствии с «Руководством по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса», установлено: условия работы членов экипажа самолета Ан-2 относятся к вредным. В соответствии с принципами классификации условий труда, определены как 3 класс, 3-я степень.

3 степень 3 класса (3.3) – условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействие которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронической (производственно-обусловленной) патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности. [24]

Работа в условиях превышения гигиенических нормативов является нарушением Законов Российской Федерации: "Основ законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан", "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения", "Об основах охраны труда в Российской Федерации" и основанием для использования органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора и другими контролирующими организациями предоставленных им законом прав для применения санкций за вредные и опасные условия труда.

В тех случаях, когда по обоснованным технологическим причинам работодатель не может в полном объеме обеспечить соблюдение гигиенических

нормативов на рабочих местах, органы и организации госсанэпидслужбы, рассмотрев ТЭО и другие необходимые документы, могут разрешить работу в этих условиях при обязательном использовании средств индивидуальной защиты и ограничении времени воздействия на работающих вредных производственных факторов (защита временем). [24]

При этом каждый работник должен получить полную информацию об условиях труда, степени их вредности, возможных неблагоприятных последствиях для здоровья, необходимых средствах индивидуальной защиты, режимах труда и отдыха, медико-профилактических мероприятиях, мерах по сокращению времени контакта с вредным фактором. Одновременно учреждения госсанэпидслужбы требуют от организации разработки перспективного плана мероприятий по нормализации условий труда.

Превышение гигиенических нормативов, обусловленное особенностями профессиональной деятельности работника(ов) и регламентированное отраслевыми, национальными или международными актами (например, труд летчиков, моряков, водолазов и т.п.) является основанием для использования рациональных режимов труда и отдыха и мер социальной защиты в данных профессиях. [24]

Допустимое время контакта работников отдельных профессиональных групп, занятых во вредных условиях труда (защита временем), за рабочую смену и/или период трудовой деятельности (ограничение стажа работы) может быть установлено учреждениями санэпиднадзора или другими организациями гигиенического профиля на основе утвержденных (центрами госсанэпиднадзора) методик оценки риска здоровью работающих. Защита временем уменьшает риск повреждения здоровья работающего, но, как правило, не изменяет класс условий его труда. [24]

Федеральным законом РФ от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», предусмотрено, что люди, работающие в опасных условиях, могут получать гарантии и компенсации:

-уменьшение количества рабочих часов (36 часов в неделю и меньше),

- оплачиваемый отпуск, являющемся дополнительным и предоставляемым каждый год (не меньше 7 календарных дней),
- рост оплаты труда (не меньше 4% от оклада),
- льготы для пенсионного обеспечения,
- бесплатное лечение и оздоровление,
- выдача расходных материалов — спецодежды, обеззараживающих средств.

Работодатель на сегодня имеет право самостоятельно определять вид и размер компенсации за вредные условия труда, основываясь на Трудовом кодексе. Также он может инициировать повышение суммы. Все компенсации выплачиваются из страховых взносов работодателей по тарифам, установленными страховыми организациями. [25]

Работник имеет право в письменном виде отказаться от некоторых компенсаций, получая их возмещение в денежной форме – например, монетизация таких льгот распространена при обеспечении рабочих молоком или при уменьшении рабочих часов в течение недели.

Компенсация дополнительного отпуска за вредные условия труда для работника предусмотрена только за те дни, которые дает работодатель сверх минимального значения (более 7). [25]

Все разновидности компенсаций не облагаются налогами. В то же время, если на данном уровне технологического развития имеется возможность устранить вредные производственные факторы, то выплата денежной компенсации уже таковой не считается. Поэтому, если выплата продолжается, то она подлежит налогообложению НДФЛ на общих основаниях. Также из компенсационных выплат не удерживаются страховые взносы.

Кроме компенсаций, существует такое понятие как доплата за вредные условия труда, которая также может устанавливаться работодателем. Отличие доплат от компенсаций в том, что они не закрепляются в коллективном договоре и облагаются НДФЛ. [25]

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Фондовые материалы Амакинской ГРЭ. «Проект на проведение среднемасштабных поисковых работ на алмазы в бассейнах рек Бееничине, Куойка, Сектелях в 2011-2015 гг.».
- [2] Фондовые материалы Амакинской ГРЭ. «Отчет о результатах изучения остаточных перспектив коренной алмазоносности Алакит-мархинского кимберлитового поля в 2006-2008 гг.».
- [3] Фондовые материалы Амакинской ГРЭ «Отчет о поисках коренных месторождений алмазов в бассейнах рек Молодо, Муогдан, Кютюнгде в 2010-2013 гг.».
- [4]. Контарович Р.С., Бабаянц П.С. Аэрогеофизика – эффективный инструмент решения геолого-поисковых задач., Журнал разведка и охрана недр, 2011 г.
- [5] Комплекс ЕМ-4Н, Техническое описание, ЗАО «Геотехнологии», г. Москва, 2012 г.
- [6] Требования к крупномасштабным аэромагнитным съемкам при региональных геолого-съемочных и прогнозно-поисковых исследованиях, ФГУП ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург, 2006 г.
- [7] Инструкция по камеральной обработке данных аэромагнитной съемки, Ботубинская ГРЭ АК АЛРОСА., Мирный., 2006 г.
- [8] Инструкция по камеральной обработке данных комплексных аэрогеофизических съемок., Ботубинская ГРЭ АК АЛРОСА., Мирный., 2006 г.
- [9] Калмыков Б.А., Трусов А.А., Технология выделения перспективных мало-амплитудных аэромагнитных аномалий при поисках кимберлитовых тел., Разведка и охрана недр., 2011 г.

[10] Сборник сметных норм на геологоразведочные работы(ССН), выпуск 3. Геофизические работы., часть 4 Аэрогеофизические работы., Москва., 2003 г.

[11] Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы (СНОР)., выпуск 3 Геофизические работы., часть 4 Аэрогеофизические работы., Москва., 2003 г.

[12] Сборник укрупненных сметных норм на геологоразведочные работы (СУСН), выпуск 3 Геофизические работы, часть 4 Аэрогеофизические работы., Москва., Недра., 1983 г.

[13] Сборник сметных норм на геологоразведочные работы(ССН), выпуск 3. Геофизические работы., часть 3 Гравиразведка, Магниторазведка., Москва., 1992 г.

[14]. «Правила безопасности при геологоразведочных работах» ПБ 08-37-93.

[15] Санитарно-гигиеническая характеристика вредности, опасности, напряженности, тяжести труда членов экипажей воздушных судов гражданской авиации России. Руководящий документ.

[16] ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы». Классификация (с Изменением N 1).

[17] Википедия // Электростатический разрядник (авиация) // электронный ресурс, режим доступа свободный // URL [http://wiki-org.ru/wiki/Электростатический\\_разрядник\\_\(авиация\)](http://wiki-org.ru/wiki/Электростатический_разрядник_(авиация)) (дата обращения 23.05.17).

[18] СанПиН 2.5.1.2423-08 «Гигиенические требования к условиям труда и отдыха для летного состава гражданской авиации».

[19] СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений».

[20] С.К. Солдатов, Н.И. Скуратовский., «Инженерно-технические аспекты эволюции средств защиты от авиационного шума», 4-й Центральный научно-исследовательский институт Минобороны России.

[21] Экология, планета, человек // Воздействие авиационного транспорта на окружающую среду // электронный ресурс, режим доступа свободный // URL <http://ekologhealth.ru/health-and-ecology/chelovek-i-okruzhayuschaya-sreda/876-vozdeystvie-aviacionnogo-transporta-na-okruzhayuschuyu-sredu.html> (дата обращения 24.05.17)

[22]. «Охрана окружающей среды, эмиссия загрязняющих веществ авиационными двигателями». Нормы и правила. Межгосударственный авиационный комитет, 2003г.

[23] Воздушный кодекс Российской Федерации. Статья 59. Действия экипажа пилотируемого воздушного судна в случае бедствия.

[24] Руководство Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

[25] Федеральный закон РФ от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».