

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Институт компьютерных и инженерных наук
Кафедра геологии и природопользования
Специальность 21.05.02 – Прикладная геология

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
И.о. зав. кафедрой
_____ Д. В. Юсупов
«17» июня 2024 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: Проект на разведку железных руд участка «Южный» Сутарского месторождения (Еврейская АО)

Исполнитель студент группы 0110-узс	_____	05.06.2024	А.А. Григорьев
Руководитель профессор, д.г.-м.н.	_____	05.06.2024	Д. В. Юсупов
Консультант по разделу безопасность и экологичность проекта профессор, д.г.-м.н.	_____	05.06.2024	Т. В. Кезина
Нормоконтроль ст. преподаватель	_____	05.06.2024	С. М. Авраменко
Рецензент	_____	14.06.2024	А.В. Лузан

Благовещенск 2024

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Институт компьютерных и инженерных наук
Кафедра геологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ
И.о. зав. кафедрой

_____ Д. В. Юсупов
« 20 » « декабря » 2023г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе (дипломному проекту) студента
Григорьева А.А.

1. Тема дипломного проекта «Проект на разведку железных руд участка
«Южный» Сутарского месторождения (Еврейская АО)».

(утверждено приказом от 06.03.2024 №632-уч)

2. Срок сдачи студентом законченного проекта: 05.06.2024г.

3. Исходные данные к дипломному проекту: опубликованная литература,
фондовые материалы, нормативные документы

4. Содержание дипломного проекта (перечень подлежащих разработке
вопросов): общая часть, геологическая часть, методика проектируемых работ,
производственная часть, безопасность и экологичность проекта, экономическая
часть, специальная глава

5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков,
схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.):

8 рисунков, 7 таблиц, 5 графических приложений, 63 библиографических
источника

6. Консультанты по дипломному проекту (с указанием относящихся к ним
разделов): общая, геологическая, методическая и производственная части – Д.В.
Юсупов; безопасность и экологичность проекта – Т. В. Кезина

7. Дата выдачи задания: 20.12.2023г.

Руководитель дипломного проекта: Юсупов Дмитрий Валерьевич,
профессор, д-р геол.-минерал. наук, доцент

(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата) _____ 20.12.2023г.

подпись студента

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 109 страниц, 8 рисунков, 7 таблиц, 63 библиографических источника, 5 графических приложений.

ЕВРЕЙСКАЯ АВТОНОМНАЯ ОБЛАСТЬ, ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, РАЗВЕДКА, КОЛОНКОВОЕ БУРЕНИЕ, ГОРНЫЕ РАБОТЫ, ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ОПРОБОВАНИЕ, ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Основной задачей дипломного проекта является написание проекта на разведку железных руд участка «Южный» Сутарского месторождения. Основными видами работ являются: колонковое бурение, проходка канав, отбор проб различного назначения и их обработка.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Общая часть	7
1.1 Географо-экономическая характеристика района	7
1.2 История геологического исследования района.....	9
2 Геологическая часть.....	17
2.1 Геологическое строение района работ.....	17
2.1.1 Стратиграфия и литология.....	17
2.1.2 Интрузивный магматизм	26
2.1.3 Тектоника.....	28
2.1.4 Полезные ископаемые	29
2.2 Геологическое строение участка	32
3 Методическая часть	41
3.1 Проектирование.....	41
3.2 Рекогносцировочные работы	41
3.3 Геофизические работы.....	41
3.4 Горные работы.....	45
3.5 Буровые работы	48
3.6 Опробовательские работы.....	59
3.7 Топографо-геодезические работы	68
3.8 Лабораторные работы.....	71
4 Производственная часть	80
5 Безопасность и экологичность проекта	83
5.1 Электробезопасность	83
5.2 Пожарная безопасность	85
5.3 Охрана труда.....	86
5.4 Мероприятия по охране недр и окружающей среды.....	88
5.4.1 Охрана атмосферного воздуха.....	89
5.4.2 Охрана водных ресурсов	89

5.4.3 Охрана растительного и животного мира	90
5.4.4 Охрана почвенного покрова и земельных ресурсов.....	91
6 Экономическая часть	94
7 Характеристика промышленно - технологических типов руд Сутарского железорудного месторождения.....	95
Заключение	102
Библиографический список	104

СПИСОК ГРАФИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Номер приложения	Наименование чертежа	Масштаб	Кол-во
1	Геологическая карта листа N-51-XXII	1:100 000	1
2	Геологическая карта участка	1:100 000	1
3	Техническо-технологический лист	–	1
4	Сводная смета	–	1
5	Лист специальной части	–	1

ВВЕДЕНИЕ

Сутарское железорудное месторождение с учтенными Балансом запасами 369,3 млн. т кат. С₁ существенно магнетитовых руд является, наряду с Кимканским месторождением, наиболее перспективным железорудным объектом Мало-Хинганского рудного района. Рудное поле месторождения протягивается в северо-восточном направлении на 14 км, однако предварительной разведкой освещена только его южная часть протяженностью 6 км (Южный участок), в пределах которой и подсчитаны балансовые запасы. Остальная часть изучена единичными буровыми профилями, вскрывшими на разной глубине тела железистых кварцитов различной мощности. Для того, чтобы Южный участок месторождения мог считаться подготовленным к освоению, необходимо провести разведочные работы, довести соотношение запасов промышленных категорий до уровня, отвечающего современным требованиям и утвердить их в ГКЗ.

Актуальным для Сутарского месторождения, как и для других железорудных объектов Мало-Хинганского района, является повышение степени технологической изученности. В период предварительной разведки остались незавершенными исследования обогатимости смешанных руд Южного участка, в результате не определена принципиальная схема их обогащения. Окисленные руды вообще остались за рамками технологических исследований.

Вместе с тем, технико-экономическими разработками конца восьмидесятых – начала девяностых годов доказывается экономическая целесообразность совместного вовлечения в эксплуатацию Кимканского и Сутарского месторождений в качестве сырьевой железорудной базы [49].

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Географо-экономическая характеристика района

Сутарский участок (27 км²) расположен в бассейне среднего течения реки Сутара, в Облученском административном районе Еврейской автономной области. Площадь расположена в пределах листа международной разграфки масштаба 1:200000 М-52-XXX.

Основными орографическими элементами близлежащей территории являются хребты Малый Хинган и Сутарский с абсолютными отметками 500-700 м. Относительные превышения водоразделов над днищами долин колеблются от 100 до 500 м, крутизна склонов не превышает 10-20°. Водоразделы, как правило, плоские, местами заболоченные, разъединены широкими речными долинами. Гидрографическая сеть района, прилегающего площади, принадлежит бассейнам рек Сутара, Кульдур и Кимкан с их притоками.

Большая часть площади представляет собой широкую, заболоченную долину р. Сутара и её притоков с расходом воды от 27 до 49 м³/сек. Во время паводков расход воды увеличивается до 127 м³/сек. Долина реки Сутары широкая, практически на всём протяжении заболоченная, покрытая кочковатыми марями с абсолютными отметками около 240 м и относительными превышениями прилегающих к долине нижних частей водоразделов 20 – 30 м.

Большая заболоченность и сплошной лесной покров, прилегающих к площади склонов, отрицательно сказываются на проходимости и обнаженности района. Мощность перекрывающих рыхлых отложений колеблется от 5-7 м в северной части до 50-300 м – в центре и 5-60 м на юге площади. Коренные выходы изредка встречаются по бортам долин рек, на гребнях водоразделов [8].

Климат района муссонный с суровой малоснежной зимой и влажным жарким летом. Среднегодовое количество осадков, по данным метеостанций Облучье и Будукан, 630 – 680 мм, при этом максимум их (до 80%) приходится на вторую половину лета. Самый холодный месяц – январь со средней

температурой -25°C , самый тёплый – июль. Его среднемесячная температура $+22^{\circ}\text{C}$. Первые заморозки в районе отмечаются в конце сентября, в ноябре устанавливается устойчивая отрицательная температура воздуха. Первый снег выпадает в третьей декаде октября, устойчивый снеговой покров образуется в первой декаде ноября. Средняя мощность его к концу зимы составляет 0,3-0,4 м.

В экономическом отношении район, прилегающий к участку, принадлежит к числу освоенных. В 10 км севернее северо-восточной границы площади проходит Транссибирская железнодорожная магистраль, в 5 км действующая автомобильная дорога, а в 3 км строящаяся автодорога федерального значения Чита-Хабаровск, вдоль которой проложены четыре линии ЛЭП различной мощности (от 220 до 500 кВт), а также линия правительственной связи.

Ближайшими населёнными пунктами являются поселения Известковый, Двуречье. Населенные пункты в основном расположены вдоль железной дороги. В 40 км к западу от площади находится городское поселение Облучье, центр одноименного района, в котором проживает около 15 000 человек. Кроме того, имеются небольшие поселения с численностью населения 2000-3000 человек – это Лондоко, Биракан, Теплоозерск, Кимкан, Хинганск.

Все населённые пункты электрифицированы, действует телеграфно-телефонная и сотовая связь (операторов сотовой связи Мегафон, МТС (соединение гораздо хуже, чем у Мегафона). Доставка людей и оборудования до пос. Известковый и Двуречье от базы предприятия возможна как по железной, так и по автомобильной дороге, расстояние от г. Хабаровска до ст. Известковая составляет 320 км. Далее до участков работ возможен проезд лишь автомобильной и вездеходной техникой повышенной проходимости (автомобили УРАЛ, ГАЗ) [8].

Экологическая обстановка большей части территории района удовлетворительная, хотя в районе населенных пунктов с действующими

вышеописанными предприятиями и на участках, прилегающих к железнодорожной магистрали и автодорогам, она относительно напряженная.

1.2 История геологического исследования района

Изучение района работ, как и в целом Малого Хингана, началось с 1855 года. К настоящему времени район работ полностью покрыт геологическими съёмками масштаба 1:200000, а также частично геологическими и аэрогеофизическими съёмками, наземными геофизическими, поисковыми и тематическими работами масштабов 1:50000 – 1:25000, выполненными в различные годы (начиная с 30-х годов) [50, 56, 57]. На отдельных месторождениях, преимущественно железорудной специализации, проведены площадные и профильные геофизические исследования масштаба 1:10000 – 1:2000, геологические съёмки масштаба 1:2000 и разведочные работы [55, 59].

Сутарская магнитная аномалия (Северный участок Сутарского месторождения) в 1953 г. проверялась Кимканской геолого-поисковой партией одиннадцатью вертикальными скважинами глубиной до 150 м, которые оказались мало эффективными. Однако некоторыми скважинами был обнаружен рудный пласт мощностью от нескольких метров до десятков метров. В результате проведённых работ аномалии была дана отрицательная оценка.

В 1954 г. Кимканская геофизическая партия [53] провела магнитную съёмку масштаба 1: 50 000 в южной части месторождения, в результате этой съёмки Сутарская аномалия была оконтурена в масштабе 1:10 000.

В 1967 г. на Малом Хингане были вновь возобновлены поисково-разведочные работы на железо. В период 1967 – 1969 гг. Сотниковской партией на Сутарском месторождении была проведена магнитометрическая съёмка, позволившая правильно сориентировать и задавать поисково-разведочные скважины, которые вскрыли мощные рудные тела с высоким содержанием железа и тем самым подтвердила высокую перспективность Сутарской магнитной аномалии.

С 1967 г. по 1974 г. на площади Сутарского месторождения параллельно с геофизическими работами проводилась предварительная разведка Южного

участка и поисковые работы на Северном и Центральном участках месторождения. В ходе работ был предварительно разведан наиболее перспективный Южный участок месторождения, проведены технологические испытания руд, изучены гидрогеологические и инженерно-геологические условия этой части месторождения.

В 1972 г. институтом ВИОГЕМ составлено «Технико-экономическое обоснование осушения Сутарского железорудного месторождения» и даны рекомендации по дальнейшим гидрогеологическим исследованиям [54].

В 1973 году на основе данных разведки, проведённой в 60-х, 70-х годах, был составлен технико-экономический доклад комплексного освоения руд Кимканского, Сутарского и Костеньгинского месторождений. В докладе рассматривалась совместная разработка трёх месторождений открытым и подземным способами с переработкой руды на одной обогатительной фабрике.

В 1974 году, согласно протоколу № 833-к заседания Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР от 30 августа 1974 г. утверждены временные кондиции для подсчета запасов железных руд Кимканского, Сутарского и Костеньгинского месторождений при условии разработки их открытым способом.

В связи с тем, что к написанию отчёта о разведке Сутарского месторождения технологические испытания полупромышленных проб железных руд не были до конца завершены, комиссией ГКЗ (протокол 7620 от 28.04.1976 г.) запасы месторождения утверждены не были.

В 1993 году коллективом авторов ДВИМСа составлено краткое геолого-экономическое обоснование целесообразности вовлечения в эксплуатацию Кимканского и Сутарского железорудных месторождений для производства концентратов на экспорт [58]. В данной работе был рассмотрен вариант открытой добычи железных руд Кимканского и Сутарского месторождений. Глубина отработки карьера Сутарского месторождения принималась в 300 м. Расчёт капитальных затрат был составлен в ценах 1991 года. Годовая производительность предприятия - 16 млн.т, рентабельность – 11%.

Разведочные работы

Геологоразведочные работы на Сутарском месторождении в период 1969 – 1974 гг. выполнялись по двум проектам (Сотниковской и Южно-Сутарской партий).

Поисково-разведочные работы проводились на всей площади месторождения. Работы были начаты на наиболее перспективном по геофизическим данным Южном участке месторождения, затем продолжались на магнитных аномалиях Центрального и Северного участков.

Изучение осуществлялось с помощью скважин колонкового бурения, канав и мелких шурфов. В связи с развитием на большей части рудного поля рыхлых отложений, вскрытие рудных тел производилось в основном вертикальными и наклонными скважинами. Выработки на этой стадии проходились по разреженной сети с учетом данных наземной магниторазведки. С целью расшифровки разрывно-складчатой структуры Южного участка по линии профиля 114, который был выбран в качестве опорного, через все рудное поле бурились поисково-картировочные скважины (11 скважин). Скважины по профилю располагались на расстояниях, обеспечивающих получение перекрытого разреза .

Канавами рудные тела вскрывались лишь в отдельных местах с небольшой мощностью наносов в пределах Южного участка. Места заложения канав выбирались на возвышенных участках или в борту цокольной террасы, где мощности рыхлых отложений были минимальными. Было сделано несколько разрозненных вскрытий рудных тел, иногда неполных, а в районе профилей 121-124 - магистральное канавное пересечение рудных тел и вмещающих пород длиной 150 м (канавы №№ 33, 32, 31, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 27, 30). Канавы и шурфы располагались на линиях через 50-150 м друг от друга. Длины канав составляли обычно 5 м, попутно более длинными (до 20 м) канавами вскрывались границы контактирующих пород [52].

Скважины, пробуренные на Южном участке в поисковую стадию, в дальнейшем вошли в сеть предварительной разведки. В связи с тем, что

расстояние между буровыми линиями в поисковую стадию не всегда было кратным 400 м, при развитии разведочной сети расстояние между разрезами 94-96+80-100 и 108-111-114 получилось несколько меньше, т.е. 300 м, а не 400, как было впоследствии принято для разведки запасов категории С₁.

По факторам, определяющим плотность разведочной сети, рудные тела 1, 2, 3 Южного участка соответствуют признакам месторождений 2-1 и 3-1 групп классификации ГКЗ. Ко 2-й группе они могут быть отнесены благодаря своим довольно значительным размерам (рудные тела 1, 3) и пластовой форме. Близость их к 3-й группе определяется изменчивостью мощности и в отдельных местах тектонической нарушенностью.

Рудное тело 1 представляет собой главную залежь месторождения, вмещающую 66% разведанных балансовых запасов и в силу этого наиболее изученную. Сверху залежь перекрыта рыхлыми обводненными неогеновыми и четвертичными отложениями мощностью от 4 до 50 м. В результате проведенных работ рудное тело 1 было изучено достаточно детально и всесторонне. Довольно высокая плотность сети скважин, проходка шахт и весь комплекс проведенных работ позволяют обосновать в ее наиболее разведанной верхней части на отрезке от профиля 120 до профиля 139+50 некоторое количество запасов категории В.

Рудное тело 2 изучено с помощью 20 вертикальных и наклонных скважин. Промышленная часть залежи длиной 600 м оконтурена в пределах профилей 108-114 под рыхлыми отложениями мощностью до 60 м. Севернее профиля 108 рудное тело обрывается крупным разрывом, к югу от профиля 114 – довольно сложно разбито тектоническими нарушениями, для обоснования промышленных запасов не разведывалось. Степень разведанности промышленной части залежи удовлетворяет плотности сети, принятой для категории С₁.

Рудное тело 3 разведано в пределах профилей 94-126 на протяжении 3200 м. Залежь разбурена 33 скважинами на 10 профилях, при расстоянии между ними 300 м и 400 м. По падению скважины бурились в основном через 200 м,

однако в целом ряде случаев оказывалось необходимым их сгущение с целью расшифровки сложной структуры и увязки залежи. К северу от профиля 94 из-за уже довольно большой мощности наносов над рудным телом разведка запасов не производилась. По падению рудное тело разведано в южной части до глубины 220-270 м, в северной – до 320-420 м.

Прочие рудные залежи Южного участка и фланги промышленных тел вскрывались одиночными скважинами. В связи с небольшой мощностью или протяженностью залежей пробуренных скважин было достаточно для их отрицательной оценки.

Кроме поисковых и разведочных скважин на площади Южного участка пробурено 36 гидрогеологических и 14 вспомогательных скважин для осушения шахт.

Всего на площади Сутарского месторождения пробурено 205 скважин, в том числе 153 поисковых и разведочных, 36 гидрогеологических, 14 вспомогательных и 2 специальных (для сопоставления результатов по скважинам и горным выработкам), пройдено 2 шахты с квершлагами и 164 канавы. Работы сопровождались опробованием, лабораторными исследованиями, геофизическими исследованиями в скважинах, отбором технологических проб и их испытанием и определением физических свойств руд.

Наземные геофизические работы выполнялись с некоторым опережением поисково-разведочных работ и заключались в проведении на площади месторождения магнитометрических, сейсмических и гравиметрических исследований. Работы выполнялись Сотниковской партией Геофизической экспедиции ДВТГУ. По результатам этих работ в 1969 г. А.Н.Гагаевым и В.Ф.Лысевич составлен отчет [53].

Геофизические исследования в скважинах (каротаж и скважинная магниторазведка) выполнялись силами каротажной партии Геофизической экспедиции ДВТГУ с целью установления истинного положения границ рудных пересечений в скважинах с выделением в пределах рудных интервалов

сильно магнитных и слабо магнитных руд; выявления деталей морфологии рудных тел в межскважинном и призабойном пространстве, а также контроля направления буримых скважин. С этой целью были проведены: электрокаротаж в 100 скважинах (65 %), радиоактивный каротаж в 123 скважинах (80 %), магнитный каротаж в 109 скважинах (71 %) [61].

Основные недостатки проведённых работ и задачи, которые предстоит решить в настоящем проекте, следующие:

- несмотря на хорошее качество проведённых работ по магниторазведке, материалы этих исследований не могут быть использованы при доразведке Сутарского месторождения в связи с отсутствием привязки на местности к профилям съёмки 60 – 70 гг., из-за чего возникает необходимость в проведении опережающей разведочные работы магниторазведки масштаба 1:5000, 1:10000 на участках месторождения;

- согласно рекомендациям ГКЗ к разведке железорудных месторождений, скважины, в которых не были проведены геофизические исследования и при этом участвующие в подсчёте запасов по месторождению, подлежат перебурке.

Топографо-геодезические работы на Сутарском железорудном месторождении проводились с целью обслуживания геологоразведочных работ и создания на площадь Сутарского рудного поля топографической основы.

Топографическая съёмка масштаба 1:10000 и 1:2000 проводилась на договорных началах экспедицией №307 треста «Союзмаркштрест» в 1970-1971гг., соответствуют требованиям действующих инструкций ГУГК, технической инструкции по маркшейдерским работам, а также ведомственных инструкций МГ СССР 1964г. Топографическая съёмка масштаба 1:2000 принята комиссией ГУГК. Материалы топосъёмки масштаба 1:2000 послужили основой для составления топооснов разных масштабов.

В период предварительной разведки на месторождении отобрано 3485 проб, в том числе 263 бороздовых и 3222 керновых. Из числа керновых проб 143 отобрано по мелкой фракции.

Протоколом ГКЗ №833-к от 30 августа 1974 г. рекомендовалось осуществить подсчет балансовых и забалансовых запасов Костеньгинского и Сутарского месторождений по типам руд.

Исследования обогатимости проводились в НИИ «Уралмеханобр» и в. По результатам исследований технологической лаборатории металлургического завода «Сибэлектросталь» была разработана следующая классификация промышленно-технологических типов руд, использованная при подсчете запасов Южного участка [60]:

- существенно магнетитовые руды;
- магнетит-гематитовые руды;
- бедные руды;
- окисленные руды.

Наиболее полно в технологическом плане охарактеризованы балансовые *существенно магнетитовые руды месторождения* представленные магнетитовыми, силикатно-магнетитовыми и гематит-магнетитовыми природными разновидностями.

Таким образом, рудные тела Южного участка Сутарского месторождения представлены рудами трех промышленно-технологических типов: существенно магнетитовыми, смешанными и окисленными. Балансовые запасы участка представлены существенно магнетитовыми рудами, технологическая изученность которых, в целом, соответствует степени разведанности месторождения. На материале девяти представительных технологических проб намечена принципиальная двухвариантная схема их переработки, определены показатели обогатимости, указывающие на наличие в составе типа нескольких сортов. По данным тематических работ, основанных на расчете показателей обогатимости по параметрам вещественного состава сорта труднообогатимых и легкообогатимых существенно магнетитовых руд распространены в пределах участка примерно в равных количествах и расположены в составе рудных тел в виде пространственно обособленных фрагментов или в виде переслаивания и фацеального замещения по падению и простиранию. Предполагается, что

помимо трудно- и легкообогатимых руд в составе рудных тел может присутствовать сорт упорных руд ($\beta < 60\%$).

Дальнейшее направление геолого-технологических исследований на этапе разведки можно определить следующим образом:

- отобрать укрупненную (1500-2000 кг) типовую технологическую пробу окисленных руд для разработки технологической схемы обогащения и определения показателей обогащения (вес пробы согласовать с исполнителем технологических исследований);

- из керна разведочных скважин, пробуренных по рудному телу 1 отобрать 3 укрупненных полупромышленных пробы, характеризующие средний состав подсчетных блоков смешанных руд, для окончательного выбора схемы их обогащения и уточнения технологических и технико-экономических показателей перед проектированием фабрики;

- из керна разведочных скважин, пробуренных по рудному телу 1 и рудному телу 3, отобрать типовую укрупненную пробу существенно магнетитовых руд для определения показателей обогащения по периодам отработки;

- провести геолого-технологическое картирование Южного участка с разделением существенно магнетитовых и смешанных руд на сорта по обогатимости, изучить пространственную изменчивость показателей обогатимости, геометризовать выделенные сорта в составе рудных тел;

- из вторых половинок керна разведочных скважин отобрать и изучить сортовые технологические пробы весом 150-500 кг существенно магнетитовых и смешанных руд для заверки показателей технологического картирования по сортам. В минимальном варианте заверки (один сорт – одна проба) количество сортовых проб по рудным телам составит 10-12 шт [51].

2 ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Геологическое строение района работ

2.1.1 Стратиграфия и литология

В северной части Мало-Хинганского рудного района преимущественным развитием пользуются три основных геологических комплекса пород: метаморфизованные породы протерозоя – нижнего кембрия; протерозойские и ранне-среднепалеозойские интрузии; вулканогенные и вулканогенно-осадочные меловые отложения.

Нижний протерозой. Урильская свита (PR_{1ur}). Отложения урильской свиты вскрываются на небольшой площади в юго-восточном углу листа. Свита представлена однообразно серыми, темно-серыми, реже светло-серыми слюдяными сланцами и парагнейсами с отчетливо выраженным сланцеватым, местами очковым сложением. Мощность свиты в пределах листов около 1,5 км [9].

Средний протерозой. Союзненская свита (PR₂ sz) Породы свиты обнажаются на левобережье р. Сутары в районе прииска, в истоках р. Костеньги и протягивается полосой вдоль восточной границы карты от р. Биджан до р. Бира. Под союзненской свитой принято понимать толщу графитоносных пород, которую можно разделить на три неравные части. Нижняя наиболее мощная часть сложена кристаллическими сланцами – биотитовыми, роговообманково-биотитовыми, гранат-силлиманитовыми, графитовыми, кварцево-мусковитовыми и др. В средней части наряду со сланцами присутствует большое количество карбонатных и графитоносных пород – тремолитовых и графитистых мраморов, слюдяно-графитовых и графитовых сланцев, в которых содержание графита достигает промышленных концентраций. В верхней части свиты преобладают слюдяные, слюдяно-графитистые сланцы и кварциты. Мощность свиты 1500 м.

Выше свиты залегают отложения, выделенные еще в начале 30-х годов С.А. Музылевым под названием хинганской толщи, объединяющей

верхнепротерозойские и нижнекембрийские свиты. На изданном листе М-52-XXX предполагается угловое несогласие на границе с хинганской толщей, но есть мнения и о том, что союзненская свита является лишь более метаморфизованной нижней частью этой толщи.

Верхний протерозой

Дитурская свита (PR₃ dt) фиксируется вдоль восточного и западного краев площади, занятой отложениями хинганской толщи. Низы свиты сложены темно-серыми до черных графитистыми кварцитами и черными углистыми филлитами, в верхах они сменяются слоистыми полосчатыми кристаллическими известняками. Мощность свиты 400-600 м.

Игинчинская свита (PR₃ in) распространена в районе широко. Литологический состав свиты довольно выдержан: филлитовидные глинисто-серицитовые и углисто-серицитовые сланцы и рассланцованные полимиктовые, редко кварцевые, слюдистые и известковистые песчаники с характерной зеленовато-серой и зеленой окраской. Мощность свиты 200-300 м.

Мурандавская свита (PR₃ mr) сложена, главным образом, доломитами, в низах - темно-серыми слоистыми с прослоями черных кремнистых филлитов, в верхах – массивными светло-серыми и белыми. В средней части свиты залегают линзы и линзообразные пласты магнезитов. Считается, что мощность свиты колеблется от нескольких до 1000 м, что объясняется размывом [9].

Нижний кембрий (Є₁?)

По принятой (М.Г. Золотов) стратификации к нижнему кембрию относятся отложения рудоносной и лондоковской свит, между кембрием и протерозоем предполагается крупный стратиграфический перерыв. По аналогии с рифейскими отложениями Ханкайского массива, почти полностью соответствующими разрезу хинганской толщи, целесообразней относить рудоносную и лондоковскую свиты к вендскому комплексу (позднему докембрию).

Учитывая, что в рудоносной свите Малого Хингана локализовано несколько месторождений железа и марганца и она отражена на многих

разрезах, планах и упоминается во многих документах, при составлении данного проекта нами сохранены названия свит и их подразделений, принятые у предшественников при разведке месторождений.

Рудоносная свита (ϵ_1^{rd}) прослеживается в виде узких протяженных полос, разбитых тектоническими нарушениями и на отдельных участках перекрываемых более молодыми отложениями. Принято группировать все выходы рудоносной свиты в три основные полосы – Западную, Центральную и Восточную. Повсюду рудоносная свита делится на три горизонта, из которых средний – рудный – является продуктивным.

Мощность рудного горизонта обычно не превышает 60-70 м, составляя в среднем 25-40 м, местами горизонт выклинивается. Резкое увеличение его мощности наблюдается на Южном участке Сутарского месторождения – до 350 м.

Рудный горизонт в Западной и Центральной полосах сложен в основном железистыми кварцитами, марганцевая минерализация слабая, в южной же части Восточной полосы она достигает промышленных концентраций (Биджанское месторождение), и оруденение относится к смешанному железо-марганцевому типу. Кроме того, в пределах самих полос и их участков часто изменяются соотношения различных типов железистых кварцитов [9].

Рудное поле Сутарского месторождения протягивается в северо-восточном направлении на 14 км при ширине 2-2.5 км. На севере оно срезается интрузией двуслюдяных мелкозернистых гранитов (PZ_{1-2}), отделяющей его от Кимканского месторождения, на юге уходит под покров нижнемеловых вулканитов, являющихся естественной границей с Костеньгинским рудным полем.

Рудоносная свита (ϵ_1^{rd}) подразделяется на три горизонта:

Подрудный горизонт ($\epsilon_1^{rd_1}$) – кварц-слюдяные, кварц-графитистые сланцы, тремолит-карбонатные брекчиевидные породы. Вскрытая мощность (неполная) >200 м.

Рудный горизонт (ϵ_{1rd_2}) – железистые кварциты, гранатсодержащие марганцовистые сланцы, зеленые карбонатные брекчии, тремолит-карбонатные породы. Мощность 40-350 м.

Надрудный горизонт (ϵ_{1rd_3}) – тремолит-карбонатные сланцы и брекчиевидные породы; тремолитизированные доломиты и кальцифиры, кварц-слюдяные, углисто-андалузит-биотитовые сланцы. Неполная вскрытая мощность > 400 м.

Подрудный горизонт (ϵ_{1rd_1}) образует две полосы в средней части Южного участка, между рудными телами 1 и 3, 3 и 2 обнажаясь в ядре антиклинальной структуры. Поскольку подрудный горизонт пересечен не на всю мощность, полное строение его разреза нам не известно. Во вскрытой части разреза выделяются две пачки (снизу вверх):

1. Пачка слюдяных сланцев мощностью не менее 100 м;
2. Карбонатная пачка мощностью от 8 до 80 м, обычно 30 м.

Пачка слюдяных сланцев в наиболее мощных разрезах рудоносной свиты (профили 126-138 по рудному телу 1) сложена главным образом кварц-серицитовыми и кварц-флогопитовыми сланцами с маломощными прослоями (от нескольких м до 30-50 м) кварц-биотитовых, кварц-тремолит-биотитовых, флогопит-тремолит-карбонатных разностей, приуроченных к верхам пачки.

Карбонатная пачка, подстилающая рудный горизонт, присутствует во всех без исключения разрезах. Отмечено только два случая локального выклинивания пачки – на профиле 132 в приповерхностной части пласта и на профиле 126 по падению (рудное тело 1). Обычно ее мощность колеблется от 30 до 50 м, на профиле 138 возрастает до 90 м, что, очевидно, связано с общим увеличением мощности рудоносной свиты. Карбонатная пачка сложена тремолит-карбонатными породами с подчиненными прослоями кварц-биотитовых и кварц-флогопитовых сланцев и роговиков, аналогичных описанным в подстилающей сланцевой пачке.

Рудный горизонт (ϵ_{1rd_2}) на Сутарском месторождении отличается значительной мощностью, достигающей до 350-380 м (профиль 138), что не

отмечается ни на одном месторождении Мал. Хингана. Следствием увеличения мощности горизонта является усложнение его внутреннего строения [9].

Двучленное строение горизонта с расположением пачки марганцовистых пород под железорудным пластом сохраняется только в пределах северной половины рудного тела 1 – до профиля 130, где рудная залежь представлена одним монолитным пластом. Общая мощность горизонта здесь составляет 40-90 м, мощность марганцовистой пачки – в среднем 15-23 м.

К югу, одновременно с увеличением мощности горизонта, рудная залежь расщепляется на несколько пластов, расходящихся и сближающихся друг с другом, и марганцовистые породы располагаются как в подошве горизонта, так и между рудными пластами, а иногда и в кровле (профили 138, 139+50, 134). Мощность марганцовистых пачек при этом также значительно возрастает – до 140-250 м (суммарно) и составляет на профилях 138 и 139+50 соответственно 1,3 и 2,3 мощности рудного горизонта. Кроме того, здесь появляются линзы и линзовидные прослои зеленых амфибол-карбонатных брекчий и брекчиевидных тремолит-карбонатных пород и сланцев.

Еще более сложное строение рудный горизонт имеет в восточной части участка в рудных телах 2 и 3. Здесь наблюдается очень невыдержанное неравномерное переслаивание железорудных пластов и линз с пачками марганцовистых сланцев и прослоями брекчиевидных тремолит-карбонатных пород и слюдисто-карбонатных сланцев. Говорить о каком-либо закономерном чередовании их в разрезе по имеющимся данным нельзя, тем более, что границы пачек вследствие близости их литологического состава весьма неопределенны, и марганцовистые и тремолит-карбонатные породы часто сменяют друг друга по падению и простиранию.

Еще одной особенностью сутарского разреза являются пласты-спутники мощностью от 1-2 до 5 м, располагающиеся как в пределах пачки марганцовистых сланцев, так и на значительном удалении от рудного горизонта среди вмещающих пород. Так, на профиле 118 (рудное тело 3) вскрыто несколько линзовидных пластов мощностью 0,5-4 м, сопровождаемых

марганцовистыми породами, среди сланцев подрудного горизонта в 40-50 м от основного рудного пласта. Еще ниже по разрезу – в 160 м от рудного горизонта – отмечен еще один рудный пластик мощностью 2 м [9].

Пласты-спутники в карбонатной пачке надрудного горизонта вскрыты на профилях 122, 130, 132 (рудное тело 1), в карбонатной пачке подрудного горизонта – на профиле 111.

Крупным «спутником» можно считать 30-ти метровый рудный пласт на профиле 138, залегающий в 60 метрах под рудной залежью в марганцовистых сланцах. Очевидно, столь значительная его мощность является непосредственным отражением общего резкого увеличения мощности рудного горизонта.

В составе рудного горизонта выделяются: железистые кварциты, оруденелые зеленые амфибол-карбонатные брекчии, гранатсодержащие марганцовистые сланцы, тремолит-карбонатные брекчиевидные породы и слюдисто-карбонатные сланцы.

Надрудный горизонт (C₁rd₃) образует сплошную полосу шириной 600-700 м западнее Рудного тела 1 и обширные площади восточнее Рудного тела 2, обнажаясь на крыльях основной антиклинальной структуры месторождения. В западной полосе выходы в перекрывающие породы не получены, в восточной части надрудный горизонт перекрывается лондоковской свитой. Непосредственный контакт свит не вскрыт, и граница их достоверно проведена только на профиле 114 между скважинами 380 и 381, первая из которых пересекла известняки лондоковской свиты, а вторая – сланцы надрудного горизонта. На остальных участках граница проведена условно, исходя из общих структурных построений. Надрудный горизонт выходит также в небольшом блоке центральной части участка, где он залегает в ядре синклиналиного перегиба [49].

В составе надрудного горизонта выделяются две пачки (снизу вверх):

- пачка карбонатных пород мощностью 10-130 м;
- пачка слюдяных сланцев мощностью 300 м.

Пачка карбонатных пород, перекрывающая рудный горизонт, сложена тремолит-карбонатными брекчиевидными породами (сланцами) и тремолитизированными и кальцитизированными доломитами, в переменных количествах присутствуют прослои кварц-слюдяных сланцев. Наиболее четко пачка выражена в разрезах над рудным телом 1. В остальных местах карбонатные породы не обособляются в самостоятельный слой, а образуют многочисленные пласты и линзы в переслаивании со слюдяными сланцами. В пределах рудного тела 1 мощность карбонатной пачки увеличивается с севера на юг в полном соответствии с возрастанием мощности рудного горизонта – на профиле 111 она составляет 10-20 м, на профиле 136+50 увеличивается до 100 м и на профиле 138 достигает 130 м, после чего резко снижается до 20 м (профиль 20).

Пачка слюдяных сланцев имеет более менее выраженное зональное строение, лучше всего наблюдаемое в разрезах западной части участка. Нижняя часть разреза сложена углисто-андалузит-биотитовыми сланцами; средняя часть – биотитовыми и биотит-мусковитовыми филлитами и кварц-флогопитовыми сланцами; в верхах пачки переслаиваются андалузит-биотитовые, ставролит-андалузит-биотитовые и кварц-флогопитовые сланцы. В пределах остальной части месторождения все перечисленные сланцы переслаиваются друг с другом, образуя всевозможные промежуточные разновидности.

Лондоковская свита (E_{1ln}) согласно залегает на рудоносной свите и проявлена в тех же местах. Свита сложена, главным образом, известняками и глинисто-кремнистыми (кварц-серицитовыми) сланцами. Сланцы образуют в известняках пачки, в низах свиты небольшой мощности, в верхах – до 100-200 м. Общая мощность свиты достигает 1000 м [49].

Лондоковская свита на Сутарском месторождении вскрывается вдоль восточной рамки Южного участка, где достоверно установлена на профилях 114 и 122.

Меловая система

Меловые отложения полого залегают на размытой поверхности сложно дислоцированных отложений протерозоя – нижнего кембрия (?) и палеозойских гранитов. Они занимают почти целиком северо-западную четверть карты и слагают изолированный массив в центральной части района на правом берегу р. Сутары, выполняя прогиб.

Нижний мел

Нижний отдел (K_1) на изданном листе М-52-XXX выделяется как ургальская свита нижнего мела (K_{1ur}). По новой легенде ургальской свите присвоен индекс J_3+K_1 , но поскольку рассматриваемые отложения в нашем районе надежно охарактеризованы фаунистически и палинологически как нижнемеловые, они оставлены в нижнем отделе мела без отнесения к конкретной свите.

К нижнему отделу относятся континентальные слабо угленосные туфогенные осадки мощностью 200-250 м. В низах толщи залегают конгломераты с галькой всех домезозойских пород, выше – полимиктовые песчаники и сланцы с маломощными прослоями сильно зольных углей [9].

Станолирская свита ($K_1 st$). Нижняя часть свиты мощностью 40-50 м сложена туфогенными грубопесчаными мусорными породами, часто встречаются лавобрекчии порфиритов и литокластические туфы. Выше залегают преимущественно порфириты, реже андезиты, с редкими прослоями лавобрекчий и туфов. Общая мощность свиты около 400 м.

Солонечная свита ($K_1 sl$) широко развита на Сутарском хребте. В ее составе преобладают «мелковкрапленные» кварцевые порфиры, фельзиты, обломочные и кристаллические туфы, подчиненное значение имеют туфы и лавобрекчии. Лавы, приуроченные к средней части разреза. Мощность свиты ориентировочно 900 м.

Обманийская свита ($K_{1-2 ob}$) представлена толщей кварцевых порфиров и сопровождающих из туфов. По составу и строению близка к солонечной свите. Мощность непостоянна, колеблется от первых сотен метров до 600 м. На

изданном листе М-52-XXX относилась к верхнему мелу и располагалась выше Кундурской свиты. Возможно, свиты частично замещают друг друга по простиранию.

Верхний мел

Кундурская свита ($K_2 kn$) наиболее развита на Сутарском хребте, где залегает на размытой поверхности меловых и более древних пород. Свита представлена разногалечными и валунными туфоконгломератами, туфогенными полимиктовыми песчаниками, алевролитами, глинистыми сланцами. Максимальная мощность не превышает 250 м.

Богучанская свита ($K_2 bg$) залегает несогласно на породах различного возраста. В основном, сложена риолитами, риолитовыми порфирами, фельзориолитами и лавовыми брекчиями, встречаются слоистые туфы. Породы имеют характерный кайнотипный облик. Мощность свиты 200-600 м [9].

Палеогеновая и четвертичная системы

Древняя кора выветривания (донеогеновая) по кембрийским породам. Мощность коры выветривания в пределах Сутарского месторождения колеблется от 3 – 5 до 44 м. Мощность древнего элювия под рыхлыми отложениями бузулинской свиты колеблется от 5 до 40 м, обычно составляя 10-15 м, и в общем довольно выдержана и изменяется плавно. Максимальная мощность – 44 м зафиксирована на Центральном участке на профиле 78.

Кора выветривания слюдяных сланцев в верхней части разреза представлена зеленовато-серой и светло-серой алевритистой глиной, вязкой, жирной на ощупь, с реликтовой сланцеватой текстурой. Глинистая составляющая имеет гидрослюдистый состав, алевритовая фракция представлена кварцем и единичными зернами полевых шпатов и авгита.

Вниз по разрезу появляются куски сланцев, количество которых с глубиной увеличивается и нижняя часть слагается выветрелыми обломками, покрытыми с поверхности пленками гидроокислов железа.

Зейская серия (P_3+Q_1). На изданном листе М-52-XXX относилась к неогену (N_{1zs}). Сохранилась от размыва в виде отдельных пятен на

водораздельных увалах и заполняет большую часть Сутарской депрессии. В пределах Сутарского объекта рыхлые отложения характеризуются спорово-пыльцевым комплексом олигоцен-миоценового возраста, сопоставимым с комплексом бузулинской свиты (P_3-N_1bz). Отложения бузулинской свиты в пределах Сутарского месторождения представлены алевритистыми глинами, углистыми глинами с прослоями и линзами бурых углей, алевритами, пестроцветными брекчиями. Максимальная мощность свиты достигает 310 м на Центральном участке.

Четвертичная система

Нижний отдел (Q_1). Древнечетвертичные отложения сохранились в виде небольших изолированных пятен на высоких террасах в долинах рек – на 15-40 м выше уровня. Отложения представлены аллювиальными глинами и галечниками.

Средний и верхний отделы нерасчлененные (Q_{2+3}). К этим образованиям отнесены отложения комплекса низких террас, возвышающихся над поймой рек на 2-6, редко 10м, развитых во многих речных долинах района. Разрезы террас начинаются песчаниками и песчаными глинами. Мощность отложений около 20м.

Современный отдел (Q_4) представлен аллювиальными и элювиально-делювиальными отложениями. Последние покрывают всю территорию района, но имеют незначительную мощность – до 10 м. К аллювию относятся русловые отложения и отложения пойменной террасы. Мощность их колеблется от 5-10 м до 30 м в долинах крупных рек.

2.1.2 Интрузивный магматизм

Интрузивные породы представлены преимущественно гранитами, в небольшом объеме основными и средними породами [9].

Протерозойский интрузивный комплекс

Гнейсо-граниты (PR_1) на изданных листах М-52-XXX и М-52-XXXVI выделялись как нижнепалеозойские (γPZ_1) слагают вытянутый массив в юго-восточному углу карты, между реками Биджан и Дитур. Характерными

особенностями этих интрузий являются пространственная связь их с древними свитами (урильской, союзненской) и согласный по отношению к структурам вмещающих пород тип интрузивных тел.

Раннепалеозойский интрузивный комплекс

Породы этого комплекса наиболее широко распространены в районе и слагают крупные массивы, в отличие от протерозойских дискордантные. По составу они разнообразны – от гранитов до габбро-диоритов и габбро.

Граниты, гранодиориты и плагиограниты (PZ_1) на изданных листах М-52-XXX и М-52-XXXVI выделялись как нижнепалеозойские (γPZ_1). Известны под названием биробиджанских. Они слагают крупные массивы в северной и южной частях листа и множество более мелких на остальной территории. В массивах преобладают порфиоровые разности, по составу наблюдаются все переходы от нормальных гранитов к гранодиоритам, диоритам, габбро-диоритам и граносиенитам, что обусловлено процессами дифференциации магмы, многофазностью ее внедрения и процессами ассимиляции.

Микроклиновые граниты (каменушинские) (γPZ_1) на изданных листах М-52-XXX и М-52-XXXVI выделялись как среднепалеозойские (δPZ_2 , νPZ , γPZ_2), вскрывающиеся вдоль самой кромки в северо-восточном углу карты, считаются фациальной разновидностью порфировидных гранитов. Диориты и кварцевые диориты (δPZ_1) и габбро и кварцевое габбро (νPZ_1) встречаются редко, образуя мелкие штокообразные тела и дайки.

Ранне-среднепалеозойские интрузии

Мелкозернистые биотитовые и двуслюдяные граниты ($\gamma_1 PZ_{1-2}$) слагают два крупных массива на левобережье р. Сутары (в северо-восточной части площади) и на междуречье Кульдур-Биракан, вытянутых в северо-восточном направлении и расположенных на одной линии, что позволяет предполагать связь этих интрузий с зоной крупных разломов.

Турмалиновые граниты ($\gamma_2 PZ_{1-2}$) образуют несколько небольших массивов среди сланцев союзненской свиты, иногда среди порфировидных гранитов. Содержание турмалина в отдельных случаях достигает 5-6%.

Образование турмалиновых гранитов связывают с заключительной фазой ранне-среднепалеозойского интрузивного цикла.

Промышленного оруденения, генетически связанного со всеми описанными интрузиями, на территории района пока неизвестно; выявлены шлиховые ореолы касситерита и мелкие рудопроявления олова [9].

Верхнемеловой интрузивный комплекс (Хингано-Олонойской) – $\gamma\text{пК}_2$. Этот комплекс представлен группой малых интрузий, преимущественно кислого состава, расположенных в северо-западной части района в области развития меловых эффузивов. По условиям образования интрузии относятся к трещинным, близповерхностным. По форме тел представляют собой дайки и штоки, лакколиты и силлы. Наиболее распространены гранит-порфиры и гранодиорит-порфиры, реже встречаются граносиенит-порфиры и интрузивные ортофиры. С интрузиями связана широко проявленная оловянная минерализация.

Непосредственно на площади Сутарского месторождения интрузивные образования представлены дайковым комплексом. Дайки основного и среднего состава развиты, главным образом, в юго-западной части Южного участка, в меньшей степени на остальной площади и представляют собой крутопадающие и вертикальные, сильно вытянутые линейные тела, ориентированные в субширотном направлении. Наиболее часто встречаются дайки долеритового состава, реже жильные тела лампрофиров-малхитов и одинитов.

2.1.3 Тектоника

Территория листа М-52-XXX расположена в юго-западной части Мало-Хинганского блока Восточно-Буреинского выступа фундамента Буреинского срединного массива. На структуры фундамента наложены меловые образования Хингано-Олонойской вулканической зоны и кайнозойские – рифтогенных впадин и базальтовых покровов [9].

Фундамент Буреинского массива имеет гетерогенное строение. В нем выделяется 4 структурных этажа: позднеархейский – протогеосинклинальный,

байкальский – перикратонного прогиба, каледонский и герцинский – орогенно-активизационные.

Структуры Хингано-Олонойской вулcano-плутонической зоны образуют меловой этаж. Континентальные терригенные и вулканогенные формации зоны со структурным несогласием залегают на породах фундамента. Они выполняют Хингано-Олонойский, Сутарский ВП и ряд обособленных вулcano-тектонических структур.

Разрывные нарушения играют значительную роль в формировании современного структурного плана территории. Практически все они распознаются на аэрофотоснимках по прерывистым ложбинам, перегибам, уступам в рельефе, по прямолинейным долинам ручьев и рек. На местности выражены зонами (от 2-5 м и более) милонитизации, рассланцевания и дробления пород. Наиболее крупные из них выражены в геофизических полях. В районе выделяются разломы четырех направлений – меридионального, северо-восточного, субширотного и северо-западного [8].

2.1.4 Полезные ископаемые

В районе известны месторождения и проявления железа, олова, редких металлов, талька, брусита, графита, строительных материалов, россыпи золота, а также проявления угля, цветных металлов, золота, урана, фосфоритов, корунда, мусковита, поделочных камней.

Твердые горючие ископаемые. Сутарское проявление бурых углей находится в центральной части Сутарской впадины. Здесь при разведке Сутарского железорудного месторождения 22 скважинами в интервалах глубин 30-310 м, в отложениях бузулинской и мухинской свит выявлено от 1 до 5 пластов бурого угля мощностью 1 – 13 м. Угли малосернистые, технологической группы БЗ с качественными параметрами: влажность $W_a < 12\%$, уд. вес 1,56-1,76 г/см³, содержание углерода Сг- 63-69%, содержание водорода Н-5,5-6,22%, содержание азота Ng- 0,72-0,90%, калорийность угля Q- 6349-7014 ккал/кг. Прогнозные ресурсы предполагаемой залежи бурого угля по

категории Р2 оцениваются в 300 млн. т (углеперспективная площадь 15 км², средняя мощность пласта 10 м, плотность угля 2т/ м³) [9].

Черные металлы. Месторождения и проявления железа относятся к гидротермально-осадочной железисто-кремнистой формации. Они локализованы в трех зонах – Западной железорудной, графитовой - Центральной и Восточной железо-фосфорит-магнезитовой. Железорудные тела в их пределах выражены в магнитном поле интенсивными положительными аномалиями. В Западной зоне расположены наиболее крупные месторождения – Кимканское, Сутарское и Костеньгинское.

Благородные металлы. Золото является одним из ведущих полезных ископаемых района. Известно 50 россыпных месторождений, 4 проявления, 9 пунктов минерализации, 4 и 2 вторичных геохимических потока золота. Большинство россыпей и все проявления золота входят в Сутарский, три россыпи и пять пунктов минерализации – в Юринский золоторудно-россыпные районы.

Рудные проявления золота в Сутарском районе представлены кварцевыми жилами, связанными с лейкогранитами биробиджанского комплекса на левобережье р. Сутара. Наибольшая из них имеет протяженность 100 м и мощность 4-35 см. В задирковых пробах содержание золота 2,2 – 36,0г/т. Одно проявление приурочено к зоне хлоритовых метасоматитов мощностью до 1 м с галенитом и арсенопиритом. Содержание Au 3 г/т.

Россыпи бассейна р. Сутара известны с 80-х годов прошлого века. Большинство из них было отработано старательским способом до 1917 г. Разведка, доразведка и эксплуатация сутарских россыпей в малых объемах периодически велась после 1917г. и ведется в настоящее время. По большинству россыпей, отработанных до 1917 года, данные о содержаниях и добыче отсутствуют. По приближенным подсчетам добыча золота по ним до 1964 года составила более 6 тонн. Среди россыпей бассейна р.Сутара выделяются русловые, долинные, террасовые и связанные с отложениями белогорской свиты. Содержание золота в россыпях составляет 0,5-11,6 г/м³ и

лишь в россыпи прииска Нагорный– 41,0 г/м³. Пробность золота 673 – 760, редко 800-810.

Вторичные геохимические ореолы и потоки золота связаны с полями прожилкового окварцевания в меловых вулканитах, частью с золотосодержащими углеродистыми породами рудной свиты. Последние характеризуются присутствием золота (до 0,02 г/т), платины (0,01 г/т) и палладия (до 0,02 г/т) [9].

Тальк. Бираканское месторождение талька разведано канавами, скважинами, шахтами. Тальк-карбонатные породы приурочены к зонам разрывных нарушений меридионального простирания в доломитах мурандавской свиты. Выявлено восемь линзообразных тел тальк-карбонатных пород и одно тело талькитов мощностью от 2,5 – 5 м до 50 м и протяженностью от 116 до 1000 м с содержанием талька соответственно 35-41 и 63,5%. Тальковый концентрат, полученный при обогащении технологических проб, соответствует всем сортам марок А, Б, В. Генетический тип месторождения динамометаморфический. Общие запасы тальк-карбонатных пород по категориям С1+С2 – 12,3 млн. т. В аналогичной геологической обстановке находится Костеньгинское проявление талька. Содержание талька в бороздовых пробах – 38-47%.

Графит. Сутарское месторождение графита разведано с поверхности канавами. В поле развития углеродистых пород кимканской толщи выявлено 14 пластовых и линзовидных тел графитовых сланцев мощностью от 2 до 42 м и протяженностью от 40 до 400 м. Среднее содержание графита от 11,7 до 20%. Запасы по категории С₁ – 195 тыс. т.

Проявление Тарагайское тоже приурочено к останцу доломитов в кровле Тарагайского массива тырмо-буреинских гранитоидов. Оно изучено на глубину 20-140 м. Выявлено 10 пластовых залежей брусита мощностью 5-20 м, протяженностью 50-200 м. Качество бруситов соответствует III-V сортам. Запасы по категории С₂ – 1,09 млн. т. Бруситы и доломиты проявления

обладают высокой декоративностью и могут быть использованы как облицовочный камень.

Строительные материалы представлены в районе разнообразными, преимущественно интрузивными, породами.

2.2 Геологическое строение участка

Среди первичных железистых кварцитов выделяются 5 естественно-минералогических типов [51]:

1. Магнетитовые
2. Гематит-магнетитовые
3. Магнетит-гематитовые
4. Амфибол-магнетитовые
5. Карбонатно-силикатные

Первые четыре типа являются промышленными рудами, карбонатно-силикатные кварциты представляют собой переходный тип от руд к вмещающим породам.

В зоне окисления выделяются интенсивно мартитизированные кварциты: магнетит-мартитовые, гематит-мартитовые, лимонит-магнетит-мартитовые. Особенности распределения типов руд в разрезе, в пределах месторождения, отображены на графических приложениях 6 – 24.

1. *Магнетитовые кварциты* представляют собой неравномернополосчатые породы с чередованием магнетитовых и светло-серых существенно кварцевых прослоев самой различной мощности – от миллиметровых до 4-5 см и до 15 см. Полосчатость может быть ровной, прямолинейной или невыдержанной, с пережимами и выклиниванием рудных слоев. Наблюдаются складки нагнетания с увеличением мощности в замковых частях. Часто полосчатость осложняется послойными или кососекущими кварц-карбонатными, амфибол-кварцевыми прожилками, интенсивно развивающимися по трещинкам кливажа.

Рудные прослой сложены преимущественно магнетитом и кварцем с резкими чешуйками биотита. Текстура прослоев вкрапленно-полосчатая,

полосчатая от тонкой до грубой, линзовидно-полосчатая из-за неравномерного распределения магнетита.

2. *Гематит-магнетитовые кварциты* в текстурном отношении отличаются от магнетитовых несколько более выдержанной полосчатостью и шириной прослоев 1,5-5 см. Рудные прослои слагаются магнетитом и гематитом в различных соотношениях, но при постоянном преобладании магнетита. Макроскопические рудные прослои мелкозернистые, массивные, черного цвета, с различными чешуйками гематита, равномерно распределенными среди магнетита. При значительных содержаниях гематита прослои приобретают пластинчатую отдельность. Нерудные прослои кварцевого состава светло-серого цвета, реже красноватого. Границы прослоев четкие, прямолинейные [51].

Под микроскопом текстура разных прослоев вкрапленная, грубо полосчатая, прерывисто- и линзовидно-полосчатая. Структура порфиروبластовая, обусловленная наличием крупных кристаллов магнетита в тонкозернистом агрегате кварца и гематита, или неравномернозернистая.

3. *Магнетит-гематитовые кварциты* имеют неравномерно-полосчатую и линзовидно-полосчатую текстуру с чередованием рудных и существенно кварцевых прослоев мощностью от нескольких миллиметров до 5-10 см. Чаще встречается параллельная полосчатость с шириной слоев 1-3 см. Нарушения слоистости вызваны развитием кварцевых прожилков с интенсивным окварцеванием прилегающих участков, сопровождающимся перераспределением рудного материала. Часто наблюдаются микроскладки причудливой формы, обрывы слоев, гофрировка.

Состав рудных прослоев переменный, от существенно гематитовых до магнетитовых (редко). Преобладают магнетит-гематитовые прослои, сложенные чешуйчатым гематитом, на фоне которого хорошо различается вкрапленность идиоморфных кристалликов магнетита. Эти прослои стально-серого цвета, сланцеватые, с шелковистым блеском на плоскостях отдельности. Черта вишнево-красная.

4. *Амфибол-магнетитовые кварциты* характеризуются значительным содержанием амфиболов как в рудных, так и в нерудных прослоях и весьма неравномерной и невыдержанной полосчатостью. Мощность рудных прослоев изменяется от нескольких миллиметров до 2-3 сантиметров, нерудных – 0,5-1 см до 5-7 см.

Рудные прослои массивные, мелкозернистые, кварц-амфибол-магнетитового состава, по сравнению с рудными прослоями в магнетитовых кварцитах более бедные. Нерудные прослои сложены кварцем и амфиболом с преобладанием последнего, вплоть до мономинеральных амфиболовых агрегатов. Такие прослои имеют зеленовато-серый цвет, сланцевую текстуру за счет ориентированного расположения игольчатых кристаллов вдоль слоистости, занозистый излом [51].

5. *Карбонатно-силикатные кварциты* представляют собой массивные или полосчатые породы, состоящие главным образом, из кварца и грюнерита в различных соотношениях. В полосчатых разностях чередуются слои существенно кварцевого состава с небольшим количеством амфиболов, и слои почти мономинеральные грюнеритовые. В кварцитах из подошвы рудного горизонта или из слоев, переслаивающихся с марганцовистыми сланцами, почти повсеместно встречается гранат в количествах от 1-2% до 30%. Он всегда находится в амфиболсодержащих слоях, образуя вкрапленность зерен красновато-бурого цвета размером до 1-2 мм.

Рудные минералы представлены примерно поровну магнетитом и пирротинном, очень неравномерно распространенными в породах. Первый образует рассеянную вкрапленность мелких кристаллов и тонкие, до нитевидных, слойки и линзочки в прослоях кварц-грюнеритового состава. Пирротин слагает пятна, линзочки, вытянутые по слоистости, и обычно тяготеет к магнетиту.

Окисленные руды

Окисленные руды Сутарского месторождения являются частью древней (донеогеновой) коры выветривания. Как было показано выше, кора

представлена в основном глыбовой зоной и характеризуется незначительной проработкой пород.

В зоне окисления выделяются интенсивно мартитизированные разности первичных руд: мартитовые, магнетит-мартитовые, гематит-мартитовые, лимонит-магнетит-мартитовые.

По минералогическим, текстурным и структурным особенностям руды коры выветривания являются слабоокисленными [60].

Морфология рудных тел и пространственное распространение руд

Все рудные тела месторождения принадлежат единому сложно построенному рудному горизонту, участвующему в разрывно-складчатой структуре месторождения. Рудный горизонт слагает крылья антиклинали, а также крылья и мульду синклинали перегиба и образует на поверхности несколько полос, соответствующих эрозионному срезу складчатой структуры. Западная полоса является выходом на поверхность рудного тела 1, залегающего в западном крыле антиклинали, восточная – рудного тела 2, слагающего восточное крыло антиклинали. Залежи центральной полосы объединяются в рудное тело 3.

Рудное тело 1 является наиболее крупной залежью Южного участка и включает в себе 66% его запасов. Морфологически рудное тело 1 разделяется на два блока: северный – от 104 до 144 профиля и южный – от 133 до 141 профиля.

В северном блоке тело представляет собой пластообразную залежь переменной мощности, с устойчивым падением на северо-запад под углами 55-65°. Залежь разбита тремя крутопадающими нарушениями на более мелкие блоки, незначительно смещенные в плане к востоку или западу на 25-50 м. Вертикальная амплитуда смещений не установлена.

Колебания мощности по простиранию тела обуславливают в плане его линзовидную форму. Наиболее четко выраженную линзу представляет собой участок от 132 до 118 профиля, с максимальной мощностью 75 м на профиле 126 и выклиниванием до 9-20 м к профилю 118.

По падению тело в северном блоке прослежено на 700 м. Отмечены два смещения тела на глубине – на профилях 122 и 114 с амплитудой соответственно 70 м и 40 м. Колебания мощности по падению незначительные.

Почти на всем протяжении в северном блоке рудное тело имеет простое монопластовое строение, в северной части на отдельных профилях расщепляется на 2 пласта (профиль 108) или несколько пластов (профиль 114).

В южном блоке (профили 134-141), отделенном от северного крутопадающим разломом, мощность рудного тела резко возрастает, и оно приобретает форму быстро выклинивающейся линзы длиной по простиранию свыше 1000 м, наибольшей мощностью 220-240 м на профиле 138. К северу и югу ее мощность снижается до 60-100 м, менее резкое выклинивание наблюдается по падению. Строение залежи сложное. В наиболее мощной ее части она представляет собой монолитное рудное тело, включающее небольшую линзу марганцовистых сланцев. При уменьшении мощности происходит расщепление единой залежи на ряд пластов самой различной и невыдержанной мощности, сближающихся или расходящихся [60].

В плане линза имеет выпукло-вогнутую форму, ее южный конец поворачивает на запад в соответствии с общим изгибом складчатой структуры. Северная часть линзы падает на северо-запад под углами $35-45^{\circ}$, а в южной части – на северо-северо-запад.

Внутреннее строение рудного тела 1 в северном и южном блоках также различно. В северном блоке большая часть тела сложена магнетитовыми кварцитами, в меньшем количестве амфибол-магнетитовыми. Положение их в вертикальном разрезе тела не постоянно. По простиранию рудного тела на рассматриваемом участке (профили 104-122) происходит постепенное и закономерное уменьшение мощности пластов амфибол-магнетитовых руд и увеличение мощности магнетитовых руд.

Карбонатно-силикатная фация в северном блоке проявлена слабо и встречается почти на всем протяжении только в подошве рудного пласта.

Увеличение объема фации наблюдается на профиле 114 при расщеплении рудной залежи.

Из-за многопластового строения залежи распределение типов руд в вертикальном разрезе довольно сложное: фации многократно переслаиваются, пережимаются, выклиниваются по падению. Тем не менее, общая для залежей железистых кварцитов закономерность – расположение гематитсодержащих фаций в средней части разреза, а магнетитовых и амфибол-магнетитовых – в краевых частях – сохраняется.

Таким образом, в рудном теле 1 в целом четко наблюдается закономерное изменение состава залежи по простиранию – смена магнетитовых фаций осевой части разреза гематит-магнетитовыми и далее магнетит-гематитовыми при увеличении мощности тела, т.е. типичная горизонтальная зональность, как и в рудных телах Костеньгинского месторождения. Отсюда следует, что линзовидная форма рудной залежи в южном блоке тела отражает особые первичные условия ее образования и не является результатом складчатости [49].

В пределах южного блока в головах рудного тела выделяются окисленные руды древней коры выветривания. Мощность коры обычно составляет 4-10 м, на профиле 138 увеличивается до 30 м. В пределах северного блока окисленных руд нет.

В пределах рудного тела 1 подсчитаны балансовые запасы валовых не окисленных руд категорий В+С₁ (не утверждённые) для открытой отработки в количестве 283,3 млн.т со средним содержанием Fe_{общего} 32,24%, Fe_{магнитного} - 23,01%, в том числе: существенно магнетитовых руд – 215,8 млн.т, с содержанием Fe_{общего} - 32,77%, Fe_{магнитного} 25,57%, магнетит-гематитовых – 49,9 млн.т с содержанием Fe_{общего} 32,48%, Fe_{магнитного} – 14,27%. Окисленные руды составляют 4,5 млн.т, с содержанием Fe_{общего} 32,35%, Fe_{магнитного} - 25,70%.

Забалансовые запасы для подземной отработки составляют 9 млн.т, с содержанием Fe_{общего} 32,85%, Fe_{магнитного} – 25,70%.

Рудное тело 2, залегающее в восточном крыле антиклинали, прослеживается на расстоянии 800 м. Оно целиком размещается в одном тектоническом блоке, обрезаясь на севере и юге нарушениями. К северу от тела располагается опущенный тектонический блок, сложенный породами надрудного горизонта. На юге в тектонических блоках вскрываются разобщенные рудные залежи, являющиеся фрагментами того же восточного крыла.

В пределах рудного тела 2 в промышленном контуре развиты только магнетитовые и амфибол-магнетитовые кварциты при явном преобладании последних. Как правило, рудные фации в каждом пласте расположены симметрично-зонально. Объем магнетитовой фации превышает 1/3 объема разреза, при пережимах мощности и при расщеплении пласта осевая магнетитовая фация выклинивается [49].

Карбонатно-силикатные кварциты сопровождают почти всегда рудные пласты, особенно широко они развиты в расщепленных залежах (профиль 114), где образуют прослои, разделяющие рудные пластики.

Зона окисления развита почти над всем рудным телом, за исключением северного фланга. В среднем отрезке тела (профили 111-114) мощность окисленных руд составляет 8-10 м, на южном фланге уменьшается до 2 м.

Балансовые запасы валовых неокисленных руд категории C_1 для открытой отработки составляют 19,6 млн.т со средним содержанием $Fe_{\text{общего}}$ 30,73%, $Fe_{\text{магнитного}}$ – 21,79%. Все они представлены существенно магнетитовыми рудами. Окисленные руды составляют 1,2 млн.т со средним содержанием $Fe_{\text{общего}}$ 30,72%, $Fe_{\text{магнитного}}$ – 10,25%. Для подземной отработки подсчитаны забалансовые запасы категории C_1 в количестве 8,1 млн.т со средним содержанием $Fe_{\text{общего}}$ - 29,57%, $Fe_{\text{магнитного}}$ – 21,17%.

Рудное тело 3, залегающее в синклинальном перегибе антиклинали, прослеживается от профиля 130 до северной границы участка (профиль 94) на расстояние 3,6 км. На юге, вследствие воздымания шарнира синклинали, тело

выклинивается. На севере оно погружается под рыхлую толщу, продолжаясь без перерыва на Центральном участке.

Рудное тело 3 в силу своего структурного положения имеет наиболее сложную морфологию. Рудная залежь представляет собой пачку невыдержанных по мощности пластов и линз с прослоями безрудных пород, смятую в сложные складки. Основной структурой является синклиналь, осложненная на крыльях и в замке складчатостью более высоких порядков. На северном фланге тела (профили 100-94) вследствие сжатия антиклинали, синклинальный перегиб еще более усложнен и представляет собой две узкие сопряженные складки.

Секущими разломами северо-северо-западного простирания тело разбито на 5 блоков, в различной степени смещенных по вертикали и горизонтали. Вследствие ундуляции шарнира синклинали и блоковых смещений, эрозионный срез проходит на различных уровнях структуры, что вызывает в плане многократное сближение и расхождение рудных выходов, замыкание складок, сдвоение и зияние пластов. Даже в такой сложно построенной рудной залежи, какой является рудное тело 3, хорошо наблюдается закономерное изменение соотношений рудных фаций в разрезах при изменении их мощности [49].

Окисленные руды развиты в пределах северной половины рудного тела 3, начиная от профиля 104, и мощность их увеличивается к северу до 30-36 м.

В рудном теле 3 запасы валовых неокисленных руд категории C_1 для открытой отработки составляют 126,3 млн.т с содержанием $Fe_{\text{общего}}$ - 31,23%, $Fe_{\text{магнитного}}$ – 22,21%, в том числе: существенно магнетитовых руд 102,7 млн.т с содержанием $Fe_{\text{общего}}$ – 33,01%, $Fe_{\text{магнитного}}$ - 23,99%; магнетит-гематитовых – 2,9 млн.т с содержанием $Fe_{\text{общего}}$ - 31,48%, $Fe_{\text{магнитного}}$ – 13,89%.

Забалансовые запасы для подземной отработки составляют 5,1 млн.т.

В соответствии с горизонтальной зональностью магнетит-гематитовые руды залегают в наиболее мощных разрезах – в южном блоке рудного тела 1, где они составляют около 30% его запасов. К северу с уменьшением мощности

пластов магнетит-гематитовые руды резко выклиниваются, сохраняясь только в раздувах тела в виде маломощных прослоев и линз. В восточном направлении в рудных телах 3 и 2 тоже наблюдается уменьшение мощности по сравнению с южным блоком рудного тела 1, поэтому гематитсодержащие руды там почти везде отсутствуют. При резком выклинивании рудных тел (центриклинальное замыкание южного фланга рудного тела 3) из разреза выпадают даже магнетитовые кварциты, уступая место амфибол-магнетитовым [49].

Таким образом, рудные тела Сутарского месторождения сложены почти целиком магнетитовыми и амфибол-магнетитовыми кварцитами. Магнетит-гематитовые руды составляют всего 12% запасов.

Всего на месторождении выделен 41 подсчетный блок, в том числе 35 блоков для открытой добычи и 6 блоков для подземной добычи. Забалансовые запасы категории C_2 не подсчитывались. Общая оценка разведанных и прогнозных запасов Сутарского месторождения до глубины 600 м выражается цифрой 1000 млн.т. Количество запасов категории В, разведанных в рудном теле 1, составляет 89,6 млн.тонн, т.е. 31% от общих балансовых запасов категории В+ C_1 Рудного тела 1 или 20% от общих балансовых запасов месторождения. Следует ещё раз отметить, что комиссия ГКЗ в 1976 году, при рассмотрении материалов проведённых разведочных работ воздержалась от утверждения запасов месторождения по представленным категориям что было вызвано незаконченностью на момент представления отчёта технологических испытаний руд и не во всех случаях соответствием квалификации категорий запасов к степени их изученности.

3 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

На участке работ планируется строительство базового лагеря, где будет проживать геологический и технический персонал. Доставка вахт из г. Хабаровска в вахтовый поселок и обратно будет осуществляться железнодорожным транспортом до станции Известковая (320 км) и далее автотранспортом до вахтового поселка (15 км).

3.1 Проектирование

В ходе сбора материалов планируется изучить 30 работ, отдельные из которых, в частности работы по предварительной и детальной разведке, содержат до 13 книг машинописного текста и 661 листа графических приложений, что в среднем для каждой работы составит 200 листов машинописного текста и 100 листов графических приложений [15, 38].

3.2 Рекогносцировочные работы

Рекогносцировочные работы предусматриваются с целью визуального осмотра площади участков работ для выбора подъездных путей, мест временного строительства.

Предусматриваются в объеме 20 км, для изучения отвалов канав, с целью уточнения мест их заложения, а также привязки горных выработок и буровых скважин, пройденных в ходе геологоразведочных работ в 1967 – 1974 гг. Маршруты будут выполняться в масштабе 1:10 000, по линиям профилей предшествующих работ, с привязкой точек наблюдений и разведочных выработок GPS, документацией точек наблюдения через 100 м. По степени изученности площадь проектируемых работ относится к 3 типу.

Данные поисковых маршрутов будут использованы при составлении геологических карт и карт фактического материала масштаба 1:10 000, 1:2000.

3.3 Геофизические работы

Магниторазведка

Опережающая магниторазведка проводится с целью прослеживания железорудных тел, картирования разрывных нарушений и геологических

комплексов пород, различающихся по магнитным свойствам, в пределах Сутарского рудного поля. Проведенные ранее, в 60-тые годы, магниторазведочные работы не могут быть использованы из-за отсутствия привязки на местности и редкой сети точек наблюдений. В связи с этим проектом предусматривается проведение магниторазведки масштаба 1: 5000 по сети 50x5 метров, между профилями 104-156 (площадь 13,5 кв.км).

Работы будут проводиться по предварительно подготовленной сети с применением магнитометра ММП-303. Для повышения качества работ и постоянного контроля за стабильностью работы магнитометра рабочие рейсы будут начинаться и заканчиваться на контрольных пунктах. Всего предусматривается разбить три контрольных пункта, выбрав их на площадках с малым градиентом (вертикальным, горизонтальным) изменения магнитного поля.

Оценка качества работ будет осуществляться путем контрольных наблюдений в объеме 5% от общего количества точек наблюдений. Среднеквадратическая погрешность магнитной съёмки, в виду высоких аномальных значений, сопровождающих железорудные тела, может быть принята ± 20 нТл [12].

Площадь съёмки масштаба 1:5000 составит 12,0 кв. км.

Количество точек на 1 кв.км площади при съёмке масштаба 1:5000 при плотности наблюдений 50x5 м составит 2670 ф.т

Изучение физических свойств пород и руд

Измерения будут проводиться в течении полевых работ по образцам, отобраным из канав и скважин. В комплекс изучаемых свойств входит определения плотности и магнитной восприимчивости.

Измерение плотности (σ) будет проводится методом гидростатического взвешивания на весах ВЛТК-500 в объёме 500 образцов. Допустимая среднеквадратическая погрешность измерений ± 0.015 г\см³.

Измерение магнитной восприимчивости (α) предусматривается проводить капнометром ПИМВ-М-5 в объёме 500 образцов с контролем в 5%.

Каждый образец будет измерен не менее чем в трех плоскостях с вычислением среднеарифметического [18].

Геофизические исследования скважин

Для решения поставленных задач предусматривается следующий комплекс геофизических методов, объем работ которых равен количеству погонных метров скважин [13]:

- гамма-каротаж (ГК);
- плотностной гамма-гамма-каротаж (ГГК-П);
- метод кажущихся сопротивлений (КС);
- каротаж магнитной восприимчивости (КМВ);
- скважинная магниторазведка (СМ);
- кавернометрия (КВ);
- инклинометрия с использованием гироскопического инклинометра.

Метод гамма-каротаж предусматривается с целью литологического расчленения разреза скважин по естественной радиоактивности пород, выделения рудных интервалов, зон окварцевания и попутных поисков пород повышенной радиоактивности. Работы будут выполняться аппаратурой КУРА-2М. Масштаб записи по глубине 1:200, скорость подъема скважинного снаряда не более 300 м/час, постоянная времени 3с. Масштаб записи по параметру будет выбран на первых скважинах. Эталонирование аппаратуры и снятие счетной характеристики будет проводиться 1 раз в год.

Гамма-гамма-каротаж плотностной предусматривается для расчленения пород разреза на литологические разности по их плотности, а также для выделения зон трещиноватости и дробления.

Запись кривой ГГК-П будет проводиться одновременно с записью кривой ГК той же аппаратурой. Постоянная времени τ -1,5 с. В качестве источника гамма-излучения будет использован изотоп Цезий-137. Длина зонда и масштаб записи будут выбраны на первых скважинах. Объем контрольных измерений 10%. Допустимая погрешность измерений $\pm 5\%$.

Метод кажущихся сопротивлений будет проводиться с целью литологического расчленения разреза скважин по удельным электрическим сопротивлениям пород, выделения гематитовых руд и зон сульфидной минерализации. Диаграммы КС будут регистрироваться при подъеме зонда в поисковом масштабе глубин 1:200 со скоростью 700-800 м/час. Погрешность измерений будет оцениваться по сходимости основной и контрольной записей и не должна превышать $\pm 5\%$. Контрольные измерения будут проводиться в объеме 10%.

Каротаж магнитной восприимчивости проводится с целью определения мощности и глубины залегания рудных тел. Работы будут проводиться с использованием цифрового скважинного магнитометра-инклинометра МИ-3803М. Масштаб записи 1:200. Скорость подъема скважинного снаряда не должна превышать 500 м/час. В начале и конце проведения работ на каждой скважине для градуирования и контроля стабильности работы аппаратуры производится запись фоновых значений в воздухе и на контрольном тесте с известной магнитной восприимчивостью, который входит в комплект прибора. Контрольные измерения в объеме 10% проводятся в рудных интервалах. Расхождение между основными и контрольными измерениями не должны превышать 5%. Для эталонировки каппометра с целью определения содержания железа магнитного по данным каппаметрии необходимо изготовить из руды месторождения 5 эталонов с различными содержаниями железа [13].

Скважинная магниторазведка будет проводиться с целью изучения формы и положения гематит-магнетитовых рудных тел, поисков таких тел в околоскважинном пространстве и выявления тектонических нарушений в межскважинном пространстве. В процессе работ будут регистрироваться вертикальная и горизонтальная составляющие магнитного поля и угол наклона скважины, что позволяет вычислить полный вектор магнитного поля и его приращение. В качестве регистрирующей аппаратуры будет использоваться скважинный магнитометр МИ-3803М. Перед началом проведения работ и после их окончания прибор устанавливается в столе УСИ-2 под углом наклона 10^0 и

записываются значения составляющих магнитного поля. Место установки стола УСИ-2 выбирается, по возможности, в спокойном магнитном поле. Объем контрольных измерений – 10%, допустимая погрешность измерений $\pm 10\%$. С целью внедрения данной аппаратуры планируется проведение опытно-методических работ в объеме 3 бригадо-смены.

Метод кавернометрии будет проводиться для выделения интервалов трещиноватых и кавернозных пород, а также учета влияния каверн при определении магнитной восприимчивости и плотности горных пород. Работы будут выполняться каверномером КМ-3 в масштабе 1:200. Масштаб записи 20 мм/см. Скорость регистрации кавернограмм не должна быть более 1000 м/час. Настройка каверномера будет проводиться на кольцах диаметром 100 и 200 мм. Качество диаграмм будет оцениваться записью в обсадной колонне и на калибровочных кольцах, погрешность измерений не более ± 4 мм.

Инклинометрия проектируется для контроля за направлением проходки скважин. Измерения будут проводиться гироскопическим инклинометром УГИ-42 с шагом 10 м. Объем контрольных измерений 10%. Погрешность измерений не должна превышать по азимуту отклонения 5° , по углу – $0,5^\circ$. Градуирование и настройка инклинометра будет проводиться ежеквартально [13].

3.4 Горные работы

Механизованная проходка канав бульдозером

С целью вскрытия и опробования рудных тел в коренном залегании, изучения вещественного состава и технологических свойств предусматривается механизированная проходка канав до глубины 4,5 м с последующей ручной добивкой.

Проходка канав проектируется на профилях 110-122 Южного участка (расстояние между профилями 200 м) с пересечением различных типов железных руд вкрест простирания рудных зон с выходом во вмещающие породы не менее 10 м.

Общий объем механизированной проходки канав – 3 200 м.

Площадь работ перекрыта сплошным чехлом элювиально-делювиальных отложений мощностью до 4,5 м. Проходка канав будет производиться в зимний период в мерзлых породах II- VI категорий с послойной отработкой пород рыхлением на участках с развитием многолетней мерзлоты. Углубка канав в коренные породы (вскрытие структурного элювия) будет осуществляться с помощью рыхления бульдозером и добивкой полотна вручную на глубину 0,5 м и шириной 0,6 м.

Усредненный проектный геологический разрез в соответствии с данными ранее проведенных на участках горных работ принят следующий:

0,0-0,2 м – почвенно-растительный слой с корнями деревьев и кустарников толщиной 30 мм и более, с примесью щебня и дресвы до 10 % - II категория.

0,2-3,7 м – элювиально-делювиальные отложения: щебень, реже глыбы до 50-80 % объема, цементированные супесью и суглинком - IV категория.

3,7,-4,5 м - структурный элювий, разборные коренные породы с примесью суглинистого материала по трещинам (до 10 %) – VI категория.

4,5-5,0 м – кварц-биотитовые сланцы, доломиты – XII категория (рис.П.6.1).

Механизированная проходка канав будет осуществляться бульдозером Т-130 с двигателем мощностью 118 кВт на склонах до 5-10°.

Исходя из опыта работ на объектах с аналогичными условиями, при глубине канавы 4,5 м, ширина канавы по полотну составит 4,0 м. При угловом откосе бортов в 60° ширина зарезки по верху канавы составит 9,2 м. Таким образом, площадь сечения канавы будет 30,0 м³, в том числе по механизированной проходке 29,7 м³, добивка полотна вручную – 0,3 м³.

При проходке канав бульдозером необходимо сооружение выездных боковых выработок через каждые 50 м длины канавы для размещения отвала вскрытых пород, а также для создания въезда и выезда из канав, для чего потребуются дополнительные боковые (57) и торцевые (14) технологические выработки. Расстояние транспортировки отвалов горных пород до 20 м.

Длина дополнительной технологической выработки из расчета угла наклона 15° и начальной глубины 4,5 м составит 18,5 м. Соответственно, объем одной дополнительной выработки будет равен половине объема канавы длиной 18,5 м, т.е. $18,5 \times 29,7 : 2 = 275,0 \text{ м}^3$.

Объем проходки канав мехспособом составит 139150 м^3 .

Объем выемки грунта на 1 м проходки составит $35,84 \text{ м}^3$.

В соответствии с этим, с площади поперечного сечения по интервалам глубин применяется коэффициент $35,84 : 29,7 = 1,2068$.

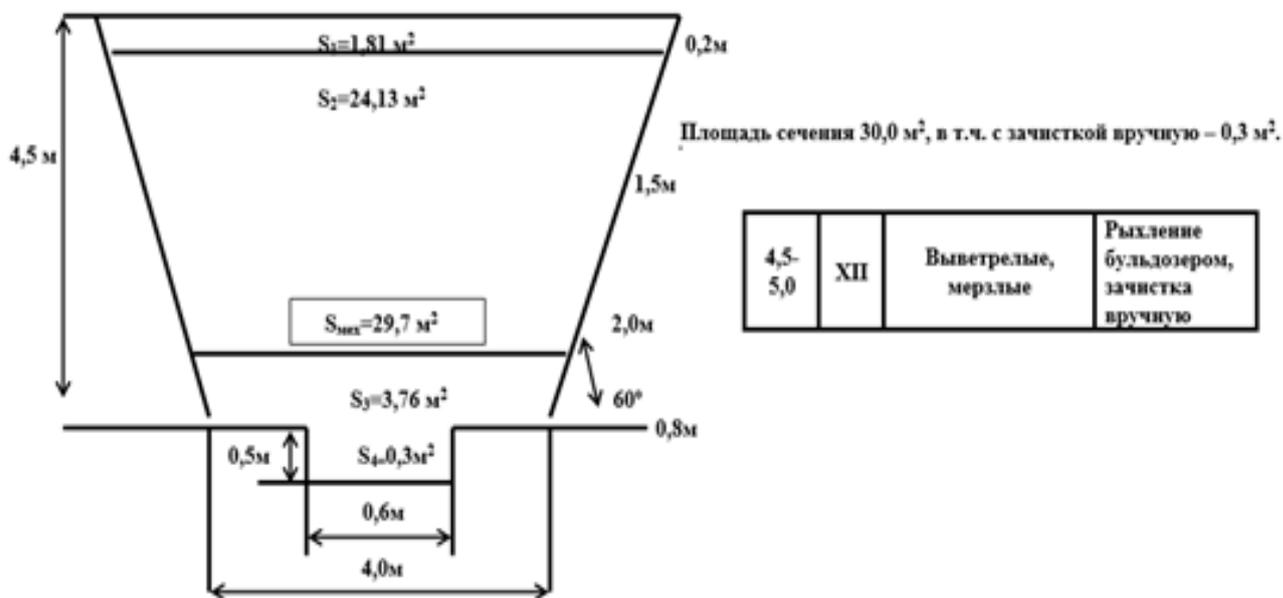


Рисунок 1 - Проектные сечения канав по способам проходки.

Таблица 1 - Титульный лист проектируемых канав

Участок работ	Номер профиля	Номер канавы	Длина канавы	Кол-во выездов		Объем проходки, м ³		
				Торцев.	Боковых	Канав	Выездов	Всего
Южный	110	К-3	300	2	5	9000	1925	10925
Южный	112	К-4	200	2	3	6000	1375	7375
Южный	114	К-5	300	2	5	9000	1925	10925
Южный	116	К-6	400	2	7	12000	2475	14475
Южный	118	К-7	400	2	7	12000	2475	14475
Южный	120	К-8	800	2	15	24000	4675	28675
Южный	122	К-9	800	2	15	24000	4675	28675
Итого			3200	14	57	96000	19525	115525

В том числе, мехспособом- 137995 м^3 , вручную- 1155 м^3 .

Отклонения от нормативных условий учитываются в коэффициентах:

1,2 – разработка грунтов в мерзлых породах бульдозерами при условии послойной отработки грунтов;

1,07 – температурная зона V, работы в зимних условиях.

Добивка канав вручную

Добивка полотна канав общей длиной 3200 м будет производиться вручную с предварительным рыхлением пород отбойными молотками. Работы будут производиться параллельно с мехпроходкой в зимний период продолжительностью 6 месяцев. Ширина зачистки 0,6 м, глубина 0,5 м.

Добивка предполагается в породах XII категории, породы мерзлые (K=1,2), за работу в зимний период применяется коэффициент - 1,2. Горная масса будет выкладываться на дно бульдозерной траншеи. При разборке структурного элювия вручную применяется коэффициент 1,3 ввиду наличия в разрабатываемых породах глыб более 30 %.

Засыпка канав

Засыпка канав предусматривается в зимний период. Породы IV категории, мерзлые. Засыпка канав будет производиться бульдозером Т-130 с двигателем мощностью 108 кВт.

3.5 Буровые работы

Проектом предусматривается проведение разведочного бурения скважин различных по методике проведения данных видов работ [3].

Разведочное бурение

Колонковое бурение на Сутарском месторождении проектируется с целью изучения морфологии, условий залегания, вещественного состава и внутреннего строения рудных зон.

На Южном участке месторождения предусматривается бурение наклонных (65°) скважин по сети 400x200 м (северный фланг), 200x100 м со сгущением на участках детализации и сложного геологического строения до 100x100 м [19]. Будут также перебурены ранее пройденные скважины с некондиционным (менее 70%) выходом керна и отсутствием инклинометрии.

Всего на Южном участке будет пробурено 92 скважины с общим объемом 22530 м.

Кроме этого, предусматривается заложение резерва бурения в объёме 3000 п.м с целью уточнения технологических свойств руд месторождения на основе укрупнённых типовых технологических проб. Места расположения технологических скважин будут определяться после получения результатов рядового опробования керна разведочных скважин.

В ходе геологоразведочных работ, их расположение будет уточняться по данным выполненной магниторазведки масштаба 1:5000.

Бурение всех скважин будет производиться станками DIAMEC, ЗИФ-650М, ТСБУ-200 с вращателем шпиндельного типа и гидравлическим приводом. В качестве промывочной жидкости используется вода, а в зонах повышенной трещиноватости –полимерно-эмульсионный раствор. В рыхлых отложениях и корах выветривания, а также в зонах дробления с целью предотвращения обрушения стенок скважин предусматривается их крепление обсадными трубами (в среднем 45 м). По завершению бурения предусматривается ликвидационный тампонаж всех скважин.

Конечный диаметр бурения 93 мм, что обеспечит диаметр керна не менее 63 мм. Запасной (аварийный) диаметр 76 мм при диаметре керна не менее 47,5 мм. Кондиционный выход керна по рудной зоне и вмещающим породам не менее 70 %.

Горно-технические условия бурения

Проектный геологический разрез представлен нелитифицированными отложениями белогорской свиты, аллювиальными, элювиально-делювиальными отложениями и литифицированными образованиями лондоковской свиты, рудоносной свиты нижнего кембрия. В верхней части литифицированного разреза породы затронуты выветриванием (от 5 до 20 м.). В разных частях разреза породы прорваны дайками риолитов, диорит-порфиритов и долеритов, мощность даек- 5-10 м.

Мощность рудного пересечения по одной скважине - 60 м. Руды на месторождении характеризуются частым чередованием рудных и безрудных прослоев, осложненных мелкой складчатостью, что обуславливает их избирательную истираемость. Поэтому бурение по рудным зонам и их приконтактовым частям (до 10 м) принимается в сложных условиях отбора керна.

Группы скважин распределены по номинальной глубине согласно ССН-5, т.3, гр.39.

III группа - 149-249 м

IV группа - 250-349 м.

Бурение будет проводиться в породах IV - XI категорий (ССН-5, прил. 1).

**Скважины III группы (накл. - 65°)
(ср. гл. 213 м), конечный диаметр 93 мм**

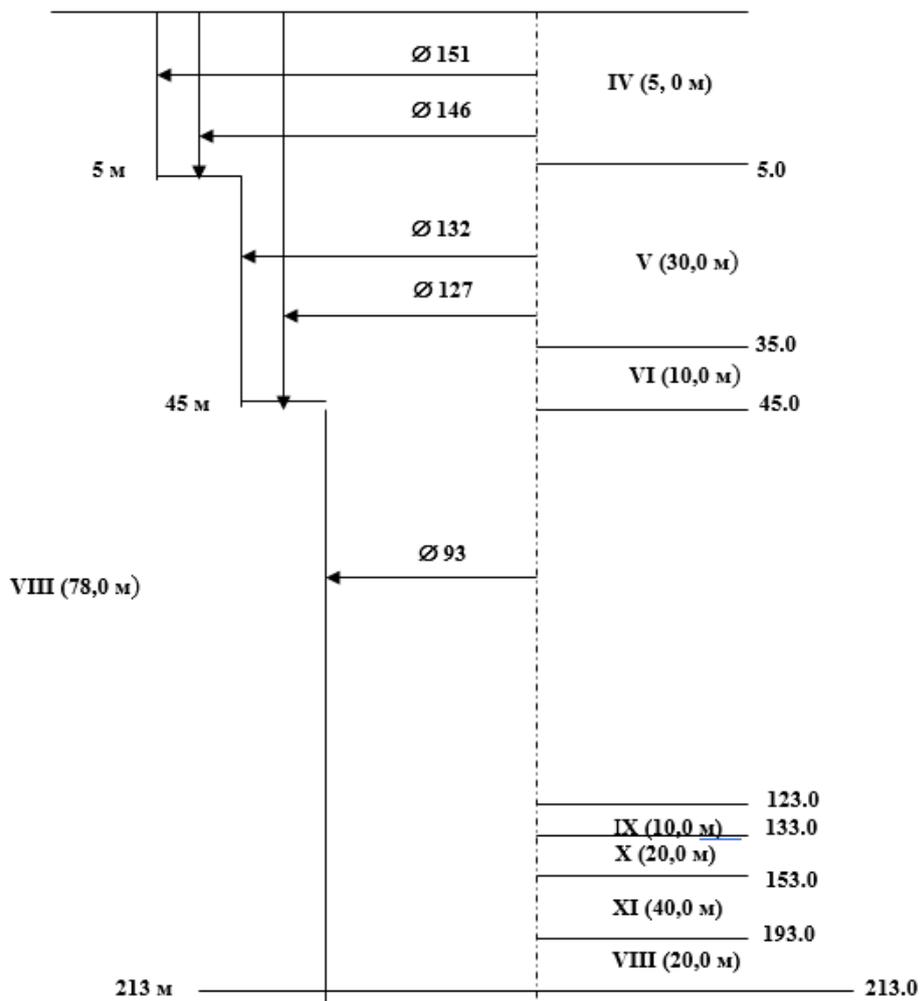


Рисунок 2 - Конструкции проектируемых скважин III группы

**Скважины IV группы (накл. - 65°)
(ср. гл. 371 м), конечный диаметр 93 мм**

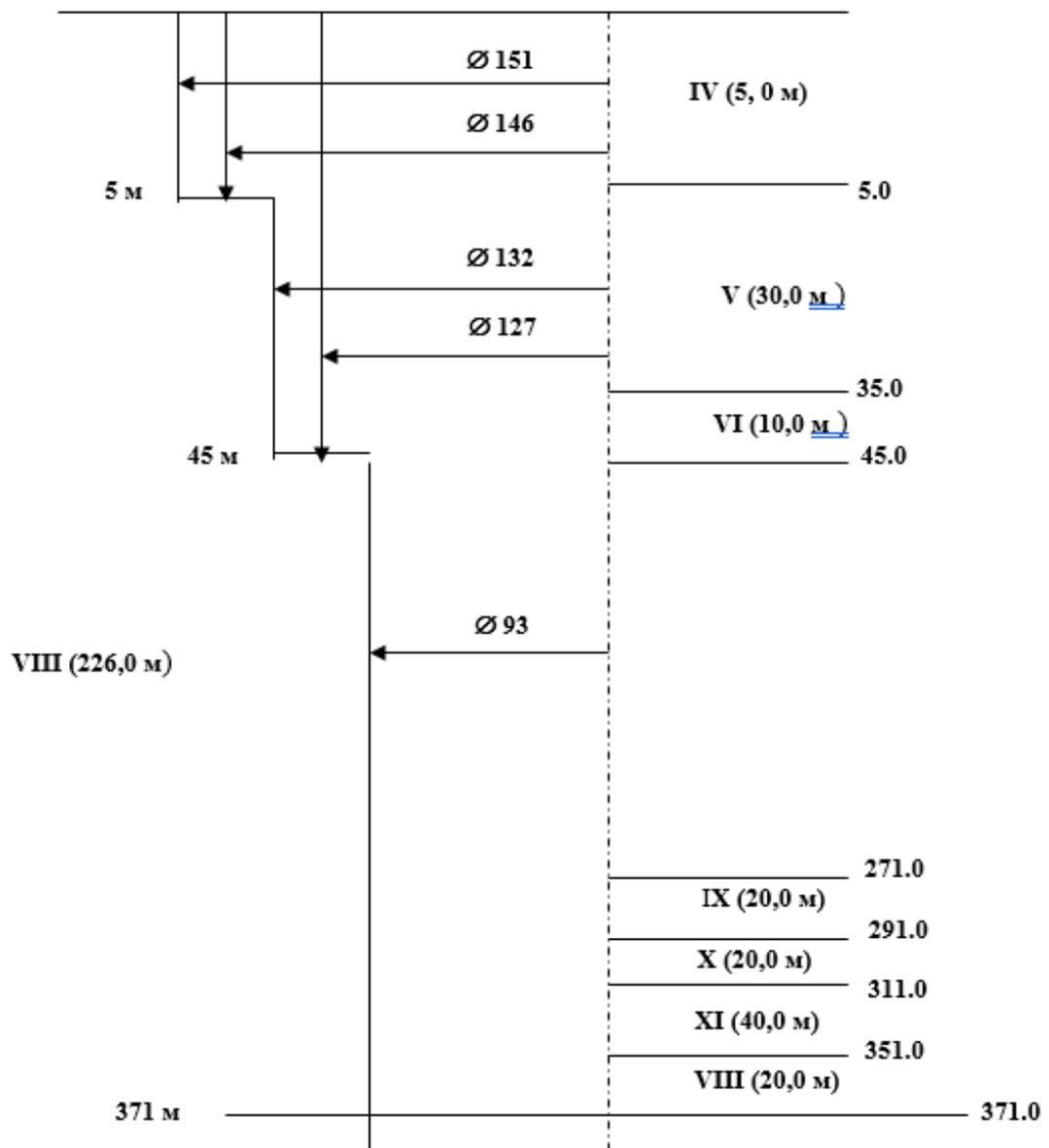


Рисунок 3 - Конструкции проектируемых скважин IV группы

Технология бурения

Из анализа ранее проведенных буровых работ на Сутарском железорудном месторождении ожидаются следующие осложнения при бурении скважин [49]:

- в интервале 0 – 5,0 м залегают рыхлые отложения, подлежащие креплению;

- в интервале 5,0 – 35,0 м, реже до 200-300 м (в среднем- 30 м) - рыхлые отложения бузулинской свиты, слабо литифицированные - подлежат креплению;

- в инт. 35-45 м- кора выветривания по кварц-биотитовым сланцам, магнетитовым кварцитам и карбонатным породам - подлежат креплению;
- островная многолетняя мерзлота в инт. 0-50 м в заболоченных частях месторождения;
- примерно 20 % глубины скважин составляют интервалы, осложненные трещиноватыми и сильно трещиноватыми породами, склонными к обрушению и водопоглощению.

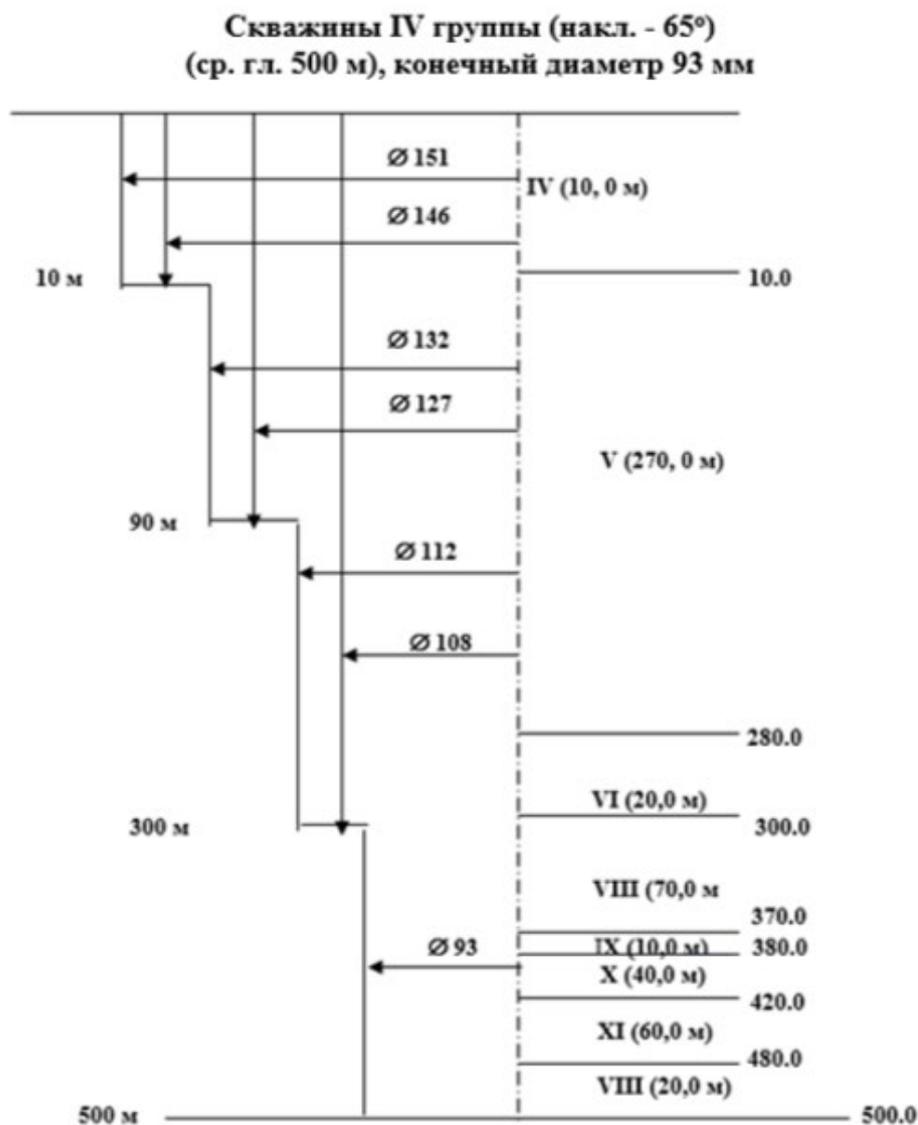


Рисунок 4 - Конструкции проектируемых скважин IV группы до 500 м

В связи с вышеизложенным предусматриваются следующие мероприятия по устранению негативного влияния осложняющих факторов на качество буровых работ:

- крепление скважин обсадными трубами до 0,0-45,0 м;

- тампонаж интервалов, склонных к обрушению и водопоглощению быстросхватывающимися смесями, применение в качестве промывочной жидкости водозмульсионных и слабоглинистых растворов, обсадка интервалов поглощения и обрушения до 30-40 м с предварительным разбуриванием ствола скважины большим диаметром (примерно в 10 % скважин).

В целях обеспечения минимально-заданного выхода керна в рудных интервалах 85 % предусматривается:

- бурение укороченными до 1 м рейсами в интенсивно трещиноватых и раздробленных минерализованных зонах;

- колонковое бурение скважин двойными колонковыми трубами, комплексами технических средств со съёмными керноприемниками типа ССК.

Бурение в верхней части разреза в породах IV – VII категории будет осуществляться твердосплавными коронками, в породах VIII –XI категорий – алмазными коронками.

Минимальный диаметр скважин определяется исходя из минимально допустимого веса лабораторной пробы, который составляет 0,5 кг, а также аналогичного по весу дубликата и необходимости отбора малой технологической пробы из половины керна [14]. При бурении двойными колонковыми трубами эти допуски обеспечивает коронка с наружным диаметром 95,6 мм (внутренним 63,5 мм). Основной диаметр при бурении принимается равным 93 мм, запасной 76–мм.

Таблица 2 - Усредненный геологический разрез и объемы бурения по группам скважин и категориям буримости пород

Характеристика пород	Категория пород	Группы скважин по глубинам бурения					
		III группа наклонные,		IV группа наклонные,		IV группа наклонные,	
		на 1 скв.	на весь объем	на 1 скв.	на весь объем	на 1 скв.	на весь объем
Элювиально-делювиальные аллювиальные отложения: щебень, глыбы до 50-80 % объема, связанные суглинком, гравий, галька до 30-40 %, песок.	IV	5	525	5	170	10	60
Белогорская свита: глины, углистые глины с прослоями и линзами гравия, галька, седиментационные брекчии.	V	30	3150	30	1020	270	1620
Кора выветривания по кварц-слюдистым сланцам, железистым кварцитам	VI	10	1050	10	340	20	120
Рудоносная свита: кварц-слюдистые сланцы, доломиты ороговикованные, дайки диорит-порфиритов	VIII	78	8185	226	7700	70	420
	IX	10	1050	20	680	10	60
Рудоносная свита: магнетитовые, магнетит-гематитовые кварциты	X	20	2100	20	680	40	240
	XI	40	4200	40	1360	60	360
Амфибол-карбонатные брекчии, марганцовистые гранатсодержащие сланцы, доломиты, тремолитизированные доломиты, кварц-слюдистые сланцы.	VIII	20	2100	20	680	20	120

Таблица 3 - Титульный лист проектируемых скважин

Номер профиле й	№№ скважин 1967- 1974 г.г.	Выхо д керна	Номера проектир. скважин	Проект. глубина скважин	Угол наклона	Мощность рудного пересеч.(м)	Группа скважин
94	333	62	С-744	360	65	35	IV
94			С-745	270	65	35	III
94	341	66	С-746	370	65	80	IV
94			С-747	250	65	30	III
96+80			С-748	360	65	35	IV
96+80			С-749	270	65	35	III
96+80	415	43	С-750	470	65	210	IV
100			С-751	360	65	35	IV
100			С-752	270	65	35	III
100	339	68	С-753	340	65	65	IV
100			С-754	200	65	40	III
104			С-755	380	65	25	IV
104	330	64	С-756	110	65	25	III
108			С-701	110	65	40	III
108			С-702	170	65	20	III
108	427	65	С-757	120	65	70	III
110			С-703	190	65	20	III
110			С-704	140	65	20	III
110			С-787	350	65	20	IV
110			С-705	370	65	75	IV
110			С-706	300	65	75	III
110			С-707	220	65	75	III
110			С-708	150	65	75	III
112			С-709	190	65	20	III
112			С-710	140	65	20	III
112			С-788	350	65	20	IV
112			С-711	350	65	75	IV
112			С-712	280	65	75	III
112			С-713	200	65	75	III
112			С-714	130	65	40	III
114			С-715	250	65	65	III
114	316	67	С-789	350	65	65	IV
114	429	67	С-716	270	65	10	III
114			С-717	170	65	55	III
114	428	60	С-758	300	65	45	III
114			С-759	140	65	40	III

Номер профиля	№№ скважин 1967-1974 г.г.	Выход керна	Номера проектир. скважин	Проект. глубина скважин	Угол наклона	Мощность рудного пересеч.(м)	Группа скважин
115			С-760	250	65	80	III
115			С-761	150	65	80	III
115			С-762	250	65	20	III
116			С-718	250	65	80	III
116			С-719	170	65	75	III
116			С-720	110	65	70	III
116			С-763	300	65	80	III
116			С-764	150	65	80	III
116			С-765	250	65	80	III
116			С-766	150	65	55	III
118			С-721	130	65	35	III
118			С-790	300	65	35	III
118	439	64	С-767	280	65	80	III
118	441	62	С-768	220	65	60	III
118	435	69	С-769	400	65	100	IV
118			С-770	280	65	80	III
118			С-771	150	65	80	III
119			С-772	400	65	160	IV
119			С-773	300	65	80	III
119			С-774	200	65	80	III
120	446	67	С-722	150	65	10	III

Как упоминалось выше, бурение будет производиться станками DIAMES, ЗИФ-650М, ТСБУ-200 с вращателем шпиндельного типа и гидравлическим приводом. Водоснабжение будет осуществляться автомобильной водовозкой на расстояние в среднем 3 км. Приготовление глинистого раствора и эмульсионных жидкостей предусматривается непосредственно на буровой площадке с использованием передвижной глинстанции.

На бурении использованы следующие коэффициенты:

- бурение тела полезного ископаемого в сложных условиях отбора керна - 1,3 – при глубине скважин до 500 м;
- наклонные скважины при угле наклона к горизонту менее 80° при диаметре до 132 мм – 1,1.

Вспомогательные работы, сопутствующие разведочному бурению

При выполнении вспомогательных работ в наклонных скважинах применяется поправочный коэффициент 1,1 к нормам времени на те виды вспомогательных работ, в состав которых входят спуско-подъемные операции.

Таблица 4 - Геолого-технические условия бурения

Интервал	Диаметр бурения, мм	Диаметр обсадки, мм	Тип бурения	Категор. пород	На 1 скв., м	Группа пород по трещин.	Рудный интерв., м
А) для скважин III группы, наклонные 65°, средняя глубина 213 м, 105 скв., к.д. 93 мм							
0-5	151	146	т/с	IV	5		
5-35	132	127	т/с	V	30		
35-45	132	127	т/с	VI	10		
45-123	93	-	алмаз	VIII	78	I-III	
123-133	93	-	алмаз	IX	10	I-II	
133-153	93	-	алмаз	X	20	IV-V	2100
153-193	93	-	алмаз	XI	40	I-V	4200
193-213	93	-	алмаз	VIII	20	I-III	
Б) для скважин IV группы, наклонные 65°, средняя глубина 371 м, 10 скв., к.д. 93 мм							
0-5	151	146	т/с	IV	5		
5-35	132	127	т/с	V	30		
35-45	132	127	т/с	VI	10		
45-271	93	-	алмаз	VIII	226	I-III	
271-291	93	-	алмаз	IX	20	I-II	
291-311	93	-	алмаз	X	20	IV-V	680
311-351	93	-	алмаз	XI	40	IV-V	1360
351-371	93	-	алмаз	VIII	20	II-IV	
В) для скважин поисковых, наклонные 65°, средняя глубина 500 м, 6 скв., к.д. 93 мм							
0-10	151	146	т/с	IV	10		
10-280	132-112	127-108	т/с	V	280		
280-300	112	108	т/с	VI	20		
300-370	93	-	алмаз	VIII	70	I-II	
370-380	93	-	алмаз	IX	10	I-II	
380-420	93	-	алмаз	X	40	IV-V	240
420-480	93	-	алмаз	XI	60	II-III	360
480-500	93	-	алмаз	VIII	20	I-II	

Промывка скважин перед ГИС

Производится путем прокачки промывочной воды с помощью бурового насоса. Диаметр скважин до 132 мм. Объем промывки соответствует количеству скважин, в которых проводится картаж – всего 145 скважин. Интервал 0-500 м.

Проработка (калибровка) ствола скважин

С целью предотвращения прихватов каротажных зондов в процессе проведения ГИС, предусматривается разбурка или расширение (калибровка) отдельных участков ранее пробуренных скважин. Из опыта работ калибровка проводится примерно на 35 % скважин, II-IV группа (интервал до 400 – 500 м) – 52 скважины. Диаметр скважин до 132 мм. Бурение с поверхности земли.

Тампонирувание скважин

Предусматривается для всех скважин с целью перекрытия водоносных горизонтов и предотвращения загрязнения окружающей среды, сохранения естественного баланса подземных вод и предотвращения попадания вод в карьерные и подземные выработки. Тампонаж производится путем заливки скважин на всю глубину глинистым раствором с применением бурового насоса.

Тампонирувание скважин быстросхватывающими смесями предусматривается для крепления интервалов, склонных к обрушению и водопоглощению, до 10 % всего объема бурения.

Крепление скважин обсадными трубами

В целях предотвращения размыва и обрушения стенок скважин производится их крепление. Проектные скважины по среднему диаметру бурения относятся к группе скважин диаметром 151-132 мм. Применяются обсадные трубы с ниппельным соединением. Весь объем обсадных труб подлежит полному извлечению. Проектом учтен спуск и извлечение труб в трубах большего диаметра. Перед креплением предусматривается промывка скважин на глубину крепления с помощью бурового насоса.

Опрессовка колонны обсадных труб

Для обеспечения надежного крепления обсадных труб производится их опрессовка с помощью бурового насоса, после каждой установки колонны обсадных труб.

Монтаж-демонтаж и перевозка буровой установки

Бурение скважин будет осуществляться передвижной буровой установкой, оснащенной брусом утепленным зданием, смонтированным на

металлических санях единым блоком с металлической мачтой. Установка будет перевозиться без разборки буксировкой трактором. Буровой инструмент, и другие вспомогательные грузы транспортируются дополнительными отдельными блоками.

Всего предполагается пробурить 92 скважины и произвести при этом 92 монтажей и 92 перевозок буровых установок с мачтой одним блоком. При общей продолжительности буровых работ 36 месяцев суммарная продолжительность производства буровых работ в зимнее время составит 18 месяцев (50%). Монтажно-демонтажные работы и перевозки буровой установки осуществляются силами буровой бригады.

Работы проводятся в температурной зоне V с устойчивой островной мерзлотой, поэтому к нормам времени применяется коэффициент 1,18 (Сборник разъяснений 1996 г. п-42, с-5), а нормы транспорта увеличиваются на 20%.

3.6 Опробовательские работы

Литохимическое опробование канав

Вмещающие породы, вскрытые канавами, а также безрудные прослои мощностью более 4 м внутри рудных тел опробуются сколковыми пробами с длиной секции от 1 до 5 м, в среднем 3 м. Предусматривается, что по результатам спектрохимического анализа сколковых проб по канавам и скважинам при содержании золота более 0,1 г/т часть интервалов может быть переопробована с отбором керновых и бороздовых проб.

Литохимические пробы коренных пород *в канавах* будут отобраны сколками в виде пунктирной борозды по полотну секциями, объединяющими части литологически однородных пород [1].

Максимальная длина секций 5 м, средняя 3 м, средний вес пробы 300 г. Опробованию подлежит всё полотно каждой канавы за исключением интервалов бороздового опробования, общая длина опробуемых интервалов по семи канавам на разведочных профилях составит 2316 м. Категория сложности геологического изучения – 5 (ССН-1-3, таблица 5).

- количество проб $2316 : 3 = 772$ проб, с учетом контрольного опробования (3 %) составит: $2316 \times 1,03 = 2386$ м или $772 \times 1,03 = 796$ проб;

Литохимическое опробование керна скважин

Литохимическое опробование по керну скважин производится сколками пунктирными секциями, объединяющими интервалы литологически однородных пород.

Максимальная длина секции 5 м, средняя 3 м. Средний вес пробы – 300 г. Опробованию подлежит весь керн 92 разведочных скважин (22530 м), за исключением суммы интервалов керна опробования, а также интервалов рыхлых вскрышных пород. Опробование будет производиться в кернохранилище. Категория сложности геологического изучения – 5. Объем работ составит: $(22530 - 5191) = 17\ 339$ м. При выходе керна 85 % - 14 739 м.

Итого литохимическое опробование керна составит: $14739 : 3 = 4913$ проб, с учетом контроля (3%) $4913 \times 1,03 = 5061$ проб.

Опробование рудных зон

Рудные зоны представлены пластовыми телами полосчатых железистых кварцитов протяженностью более 1 км и мощностью рудных тел 20-160 м. Длина каждой пробы будет определяться внутренним строением рудного тела, изменчивостью вещественного состава, текстурно-структурных особенностей руд, а в скважинах – также длиной рейса, при этом интервалы с разным выходом керна опробуются отдельно. Средняя длина бороздовых и керновых проб принимается равной 2 м. Принятые параметры проб обоснованы опытом разведочных работ на Кимканском и Сутарском месторождениях. Мощности пересечений рудных интервалов сняты с геологических карт и разрезов масштаба 1:2000 и 1:500. Работы будут проводиться в летний период. Категория сложности геологического изучения – 5 (ССН-1-3, таблица 5).

Опытно-методические работы

При проектировании, по опыту предшествующих работ на Кимканском, Сутарском и Костеньгинском железорудных месторождениях, сечение бороздовых проб принято 10 x 5 см. Планируется, что в дальнейшем сечение

бороздовой пробы должно быть уточнено опытно-методическими работами. Будет проведено сопоставление представительности проб сечением 3 x 5 , 5 x 10, 15 x 10 см., по 50 штук каждого сечения, всего 150 проб, категория пород XII [1].

Отбор бороздовых проб

При вскрытии канавами железорудных пластов будет производиться отбор бороздовых проб сечением 10 x 5 см и длиной секции от 1 до 3 м, в среднем 2,0 м в зависимости от мощностей и характера переслаивания типов руд. В соответствии с существующими требованиями, длина рядовых проб во внутренних частях железорудных пластов не будет превышать минимальной мощности рудных тел, установленной кондициями (4 м), а также максимальной мощности пустых прослоев, включаемых в подсчет запасов (4 м). Достоверность опробования рудных интервалов контролируется весом пробы с допустимыми колебаниями до $\pm 20\%$ от теоретического веса (при объемном весе материала пробы $3,35 \text{ г/см}^3$ для руд и $2,7 \text{ г/см}^3$ для вмещающих пород). В канавах пробы отбираются по полотну по всей мощности рудных пластов с выходом во вмещающие породы висячего и лежачего бока по 10 м. Природные разновидности руд опробуются отдельно, прослой бедных руд и безрудных пород внутри пластов мощностью менее 4 м также подвергаются опробованию. При объемном весе $3,35 \text{ г/см}^3$ и средней длине секции 2 м вес средней бороздовой пробы по руде составит $10 \times 5 \times 200 \times 3,35 = 33,5 \text{ кг}$, категория пород XII.

Общая длина рудных интервалов в 8-х канавах Южного и Северного участков составит 446 м, объем опробования по руде, соответственно, $446:2=223$ проб, а с учетом 3% контроля $446 \times 1,03 = 459$ м или $459:2=230$ проб, в том числе контрольных не менее 30 проб.

Суммарная протяженность опробуемых бороздой интервалов вмещающих пород висячего и лежачего бока составит 438 м, количество проб – 219, категория пород X.

Таким образом, общая длина интервалов, опробуемых бороздой, составит 884 м, количество бороздовых проб- $239+219+150=608$. Отбор бороздовых проб будет производиться ручным способом.

Отбор керновых проб

Рабочий диаметр бурения по рудным интервалам – 92 мм, диаметр столбика рудного керна - 64 мм. Опробование керна скважин производить раскалыванием (распиливанием) столбиков керна вдоль оси перпендикулярно слоистости, длина секции, как и при опробовании горных выработок, может колебаться от 1 до 3 метров в зависимости от характера переслаивания типов и разновидностей руд, составляя в среднем 2 метра. Одна половинка керна является пробой, другая хранится как дубликат [1].

Вес столбика рудного керна при линейном выходе в 85% составит 18,3 кг, с учетом потерь при распиловке вес керновой пробы (и дубликата) – по 8,4 кг.

Опробуется керновый материал 92 разведочных скважин.

Суммарная мощность скважинных пересечений железорудных пластов составит 5191 м, при выходе керна 85% - 4413 м. При средней длине секции 2 м количество проб составит: $4413: 2 = 2207$ шт., с учетом контроля $2207 \times 1,03 = 2274$ шт. Категории пород X и XI.

Отбор групповых проб

Составляются по типам руд из аналитических остатков рядовых проб, растертых до 200 меш. Отбор материала в пробу производится пропорционально длинам рядовых проб. В одну групповую пробу сводится материал до 6 рядовых проб. Общее количество групповых проб составит 575 шт., в том числе из бороздовых проб - 47, из керновых проб - 528. Групповые пробы предназначены для определения в руде содержаний попутных компонентов и вредных примесей, которые не учитываются при оконтуривании рудных тел и выделении промышленно-технологических типов и сортов руд. Средний вес одной групповой пробы будет составлять 300 грамм [1].

Технологическое опробование

Отбор малых технологических проб (МТП)

Сеть отбора малых технологических проб определяется сетью геологических точек наблюдения (канав, скважин) и будет составлять:

– 400 x 200 м (северный фланг), 200 x 100 м, со сгущением на участках детализации и сложного геологического строения до 100 x 100 м.

Малообъемное технологическое опробование месторождения производится с целью изучения пространственной изменчивости вещественного состава, физико-механических и технологических свойств руд, осуществляемого на значительном (десятки-сотни) числе малых по массе и объему технологических проб, в сочетании с существующей методикой геологического и технологического изучения руд.

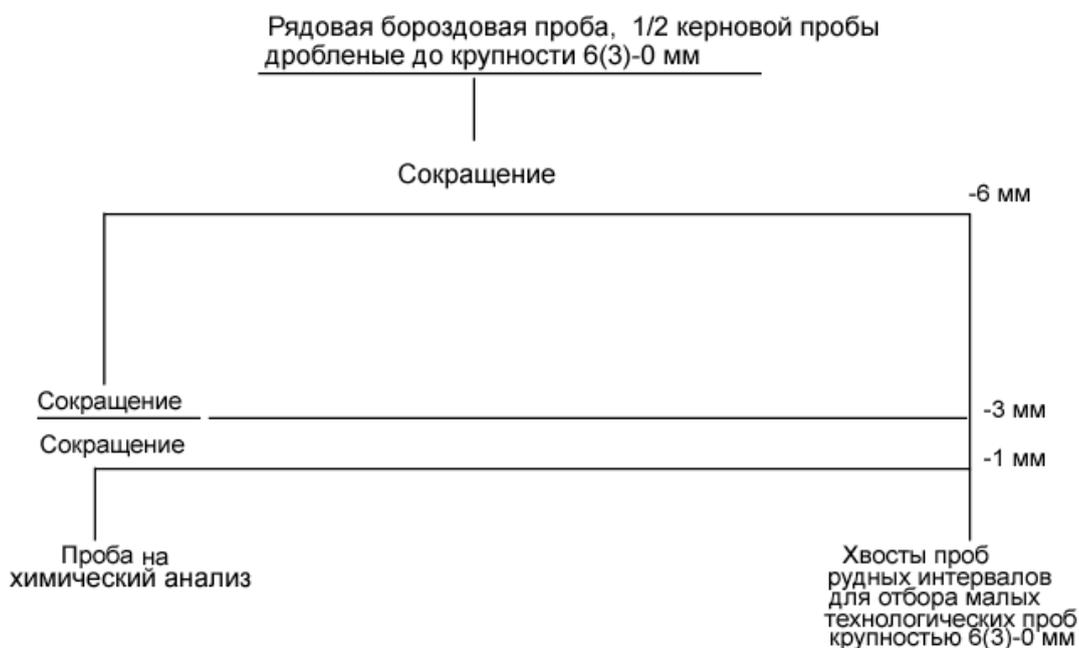


Рисунок 5 – Схема отбора МТП

Отбор производится из материала сокращения рядовых проб на химический анализ в классе 6(3)-0 мм. Отобранные навески материала рядовых проб объединяются в пределах пересечения выработки природной разновидности (сорта) пропорционально интервалу рядовых проб. Длина интервала отбора МТП может колебаться от 4 до 16 м. В случаях большой мощности разновидности руды длина интервала для составления малой технологической пробы может быть увеличена до 20-30 м. Внутрирудные прослой пустых пород и некондиционных руд в состав малой пробы

включаются при мощности их до 4 м. После усреднения и квартования часть пробы весом 5-10 кг направляется на технологический анализ, вторая часть хранится как дубликат (Геолого-технологическое картирование месторождений магнетитовых кварцитов, М., ВИМС, 1989). Количество малых технологических проб, отбираемых при разведке Сутарского месторождения составит 378 шт., в том числе из керна скважин – 331, из канав – 47.

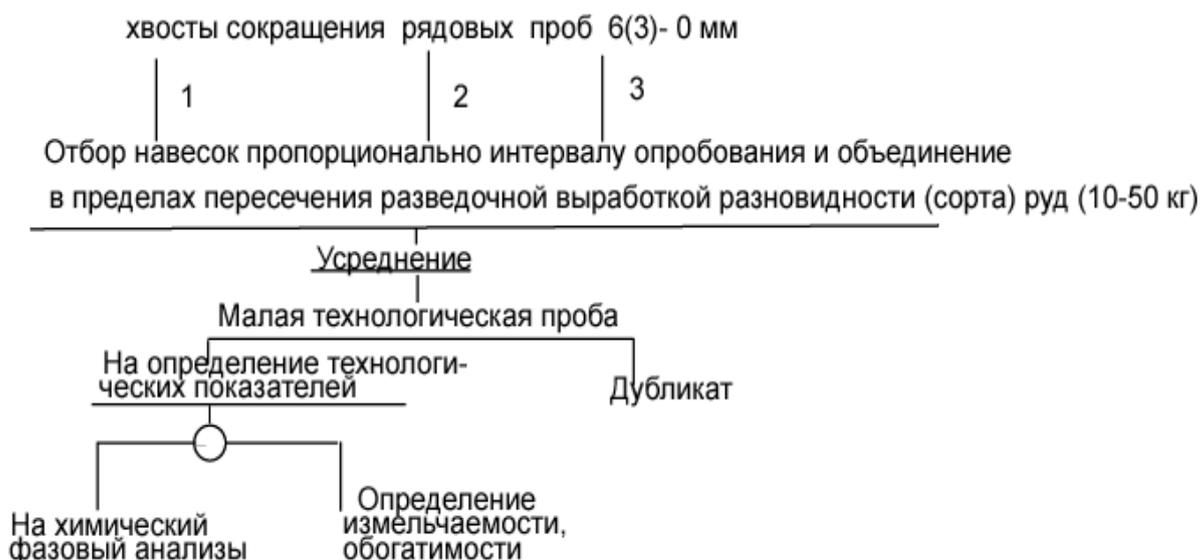


Рисунок 6 – Схема компоновки МТП

Отбор сортовых проб

Из вторых половинок керна и бороздовых проб из выработок, пройденных на изучаемых профилях, komponуются технологические пробы весом 150-500 кг для оценки технологических свойств и определения показателей обогащения *по сортам* [1]. Всего планируется отобрать 12 сортовых проб. Указанное количество определено исходя из следующих соображений. В составе рудного тела 1 развиты три промышленно-технологических типа руд – существенно магнетитовые, смешанные и окисленные. Судя по имеющимся материалам, наибольшим сортовым разнообразием отличаются существенно магнетитовые руды, представляющие балансовые запасы месторождения. Доказано, что они представлены, по крайней мере, четырьмя сортами, в том числе легкообогатимыми ($\beta=68-66\%$), среднеобогатимыми ($\beta=66-64\%$), труднообогатимыми ($\beta=64-62\%$), весьма труднообогатимыми ($\beta=62-60\%$) рудами. Вполне вероятно, что смешанные

руды будут представлены по крайней мере тремя сортами: среднеобогатимыми ($\beta=66-64\%$), труднообогатимыми ($\beta=64-62\%$) и упорными ($\beta<60\%$) разностями. Таким образом минимальное количество сортовых проб, отбираемых по рудному телу 1 составит 7 шт.

В рудном теле 3 присутствуют два типа руд: существенно магнетитовые и смешанные, здесь планируется отобрать 2 сортавые пробы. Еще три пробы резервируются для остальных четырех рудных тел.

Отбор укрупненных технологических проб (УТП)

Отбираются по окисленным и неокисленным рудам. Типовая проба окисленных руд отбирается бороздой сечением 15 x 5 см по полотну канавы 9, пересекающей рудное тело 3 на профиле 121. Суммарная длина опробуемого рудного интервала 61 м, вес пробы 1530 кг, отбор ведется по породам XI категории.

Три типовые полупромышленные усредненные пробы неокисленных смешанных руд (магнетитовые + магнетит-гематитовые) составляется из керна тринадцати технологических скважин, пересекающих южный фланг рудного тела 1 на профилях 134, 136+50, 138. Пробы будут характеризовать усредненный состав смешанных руд и параметры их обогатимости в подсчетных блоках 9,10,11 рудного тела 1. Вес пробы из пяти скважин по профилю 138 составит 4380 кг, из четырех скважин по профилю 136+50 -3762 кг и из трех скважин по профилю 134 – 1510 кг.

Отбор литохимических проб

Изучение и литохимическое опробование почв на площади Сутарского железорудного месторождения будет проведено по сети, приближенной к масштабу 1:100 000. В среднем, на каждой площади на 1 кв. км будет пройдена одна копуша глубиной до 0,4 м и сечением 0,16 м². Проведение маршрутов с проходкой копушей будет проводиться с одновременной разбивкой профилей. В каждой копуше предполагается задокументировать и опробовать два горизонта: А и Б. Суммарное опробование почв по двум горизонтам (А и Б) будет выполнено на 51 площадке, т.е. всего будет отобрано 102 почвенных

пробы для выполнения спектрального анализа (с учётом 4 контрольных проб, отобранных из 2-х копушей, пройденных за пределами площадей изучаемых объектов). Масса каждой отобранной пробы должна быть не менее 0,5 кг [1].

Усреднённый литологический разрез почвенного профиля, по опыту предыдущих исследований, принимается следующий:

0,0 – 0,15 м – почвенно-растительный слой и торф с корнями деревьев и кустарников толщиной до 30мм – 2 кат.

0,15 – 0,40 м – тяжёлый суглинок или глина с примесью (до 50%) гравия, дресвы, гальки или щебня – 4 кат.

Опробование пород вскрыши

Геологическим заданием предусматривается оценка запасов других совместно залегающих полезных ископаемых, включая породы вскрыши.

Проектом определен комплекс опробовательских работ, позволяющий оценить скальные породы в контуре проектного карьера на соответствие ГОСТу 23845-86 (породы горные скальные для производства щебня для строительных работ; технические требования и методы испытаний); рыхлые песчаные палеоген-неогеновые отложения – на соответствие ГОСТу 8736-2014 (песок для строительных работ, технические условия); рыхлые четвертичные песчано-гравийные аллювиальные отложения – на соответствие ГОСТу-24100-80 (сырье для производства песка, гравия и щебня из гравия для строительных работ; технические требования и методы испытаний).

Планируется также провести опробование скважинных пересечений пластов бурых углей для определения их качества [20].

Площадь проектного карьера 1 будет разбурена разведочными скважинами по сети 200 x 150 (175) м со сгущением на отдельных профилях до 200 x 75(50), всего 36 скважин. Площадь проектного карьера 2 будет изучена буровыми работами по сети 200(175) x 75 , всего 12 скважин.

Опробование углей. В северной части контура проектного карьера 1 предварительной разведкой в разрезе бузулинской свиты зафиксировано несколько горизонтальных мелких линз бурых лигнитовых углей

протяженностью от 50 до 200м и мощностью от 0,5 до 8 м , в среднем 3м (профили 108, 114). За пределами проектного карьера 1 линзы бурых углей на разных стратиграфических уровнях отложений бузулинской свиты отмечаются еще на протяжении 1200м (профили 104, 100, 96+50, 94).

В южной части карьера близповерхностные тела бурых углей вскрываются на профиле 138 (скважины 741, 1042, 1043).

В контуре проектного карьера 2 пластовые тела бурых углей прослежены профилями 114, 111, 108.

На Центральном участке на профиле 78 зафиксированы наиболее мощные буроугольные пласты – 9 и 13м, однако мощность перекрывающих рыхлых отложений достигает 235м.

Общее количество скважинных пересечений буроугольных пластов на Южном участке в пределах указанных профилей составит 50, суммарная протяженность пересечений равняется 144,1 м, с учетом линейного выхода керна 85% -122,5 м, категория пород УІ, количество керновых проб – 93, вес проб при диаметре керна 76 мм и удельном весе углей $1,7 \text{ г/см}^3=944 \text{ кг}$

Опробование песков и ПГС. Выходящие на поверхность аллювиальные песчано-гравийные отложения долины р. Сутары прослеживаются на всем протяжении западного борта проектного карьера 1, от профиля 139+50 до профиля 108. Мощность их колеблется от 4 до 10 м, составляя в среднем 5-6 м. К изучению и опробованию намечается участок от западной границы карьера 1 до восточного фланга рудного тела 1, между профилями 138 – 104, всего 35 скважин. Общая длина опробуемого интервала составит $35 \times 6=210 \text{ м}$, с учетом линейного выхода керна 85% -178,5 м, категория пород ІУ. При диаметре керна 112 мм и объемном весе 2,1 суммарный вес опробуемого материала составит 3691 кг. Все скважины, пройденные под песок и гравий, будут опробованы рядовыми пробами послойно [20]. Всего планируется отобрать 105 рядовых проб песчано-гравийной смеси.

Для проведения полных физико-механических испытаний ПГС из рядовых керновых проб будет составлена две лабораторно-технологическая

проба весом 500 кг, которые будут расситованы в полевых условиях по фракциям -5мм, +5 -10 мм, +10-20мм, +20-40мм, +40мм с взвешиванием каждой фракции. Масса пробы для лабораторных физико-механических испытаний песка для бетонов и строительных растворов по ГОСТ 8735-75 должна составлять не менее 4 кг. Пробы ПГС на сокращенный анализ будут отобраны из скважин в количестве 14 штук (по одной пробе с каждого разведочного профиля), вес одной пробы 50 кг.

Разнозернистые пески с гравием и галькой в составе бузулинской свиты образуют субгоризонтальную линзу протяженностью 900 м и средней мощностью 25 м в северной части контура проектного карьера 1, между профилями 114-104 на глубине 30 м от поверхности. Сверху линза песков перекрыта четвертичными аллювиальными песчано-гравийными отложениями и темными углистыми глинами с мелкими линзами бурых лигнитовых углей. Южная часть линзы в районе профиля 111 подстилается коренными породами рудоносной свиты, далее на северо-восток – темными углистыми глинами. Внутреннее строение линзы неоднородное, в районе профиля 108 в ее средней части отмечается прослой глинистых, алевритистых песков мощностью около 6 м. За контуром карьера, между профилями 104-94 по данным предварительной разведки, имеются еще две линзы песков такой же протяженности и мощности.

Для оценки качества песков намечен участок между профилями 112-108, объект оценки пересекается тремя профилями через 200м, по 1-3 скважинам на профиле, всего 7 скважин (№№ 788,709,710,781,703,701). При средней мощности опробуемой части линзы в 19м суммарная длина опробуемого интервала составит $19 \times 7 = 133$ м, с учетом выхода керна – 113 м, категория пород – IY. При диаметре керна 76 мм и объемном весе 1,5 суммарный вес опробуемого материала составит 769 кг. Всего планируется отобрать 57 керновых проб.

3.7 Топографо-геодезические работы

Проектом предусматривается выполнение площадной магниторазведки в пределах Сутарского месторождения и собственно разведочных горных и

буровых работ, что требует проведения следующего комплекса топографо-геодезических и маркшейдерских работ [16, 17]. Тахеометрическую съемку масштаба 1:5000 всего месторождения планируется выполнить по отдельному проекту.

Настоящим проектом предусматривается проведение топографо-геодезических работ по Сутарскому объекту с целью подготовки сети для магниторазведки (9 км² на Южном участке масштаба 1:5 000). Наиболее рациональным и менее дорогостоящим является использование DGPS приёмников Pro XR, 4600 LS, позволяющими работать в местной системе координат, от существующих в районе работ пунктов Государственной геодезической сети с заданной точностью привязки.

Проектируется проведение работ по созданию локальной сети с использованием DGPS приёмников Pro XR, 4600 LS.

Проектом предусматривается проведение следующих видов топографо-геодезических работ:

1) перенесение в натуру проектного положения магистральных и профильных линий, а также объектов геологических наблюдений (канал, скважин);

2) прорубка просек по магистральным и профильным линиям, буровым линиям, вырубка площадок под пункты GPS наблюдений;

3) разбивка пикетажа через 10 м, 20 м, 50 м;

4) планово-высотная привязка пунктов геолого-геофизических наблюдений, канал, скважин с использованием GPS;

5) закрепление на местности пунктов сгущения GPS долговременными знаками;

6) камеральная обработка материалов, в том числе составление топографических планов и геологических разрезов.

Предположительно будет вынесено в натуру $6+7+3=16$ магистралей, объем работ составит 32 точки, из них 26- с расстоянием до 500 м, а 6- с

расстоянием до 1000 м. Таким образом – точки с расстоянием до 1 км – $32+6=38$, а точки с расстоянием до 0,5км – $14+26=40$.

Перенесение на местность 92 скважины и 7 канав (объем работ составит 99 точек с расстоянием до 500 м). Затраты на этот вид работ определяется по ССН-9, табл. 48, 49.

Перпендикулярно магистралям через 100 м будут прокладываться линии профилей. Для выноса в натуру профилей по линиям магистралей разбивается пикетаж через 50 м в горизонтальном проложении. Сеть пунктов наблюдений на профилях создается разбивкой пикетажа через 10 м при работах масштаба 1:10000 и 5 м при работах масштаба 1:5000.

Наиболее целесообразным, в данном случае, способом привязки является автономное определение координат, т.е. использование DGPS-технологий. Указанная выше точность вполне может быть обеспечена приемниками DGPS.

Для привязки базовых станций к пунктам ГГС применяется норма «Создание локальной сети при расстоянии между точками 5-10 км», так как по составу работ это одно и то же. Всего будет 10 пунктов. Для привязки скважин и канав применяется норма «привязка точек с использованием GPS приемников при расстоянии между точками до 100 м», а для привязки магистралей – тоже, при расстоянии между точками 1-2 км.

Для свободного передвижения в залесенной местности проектом предусматривается рубка просек и визиров по линиям магистралей, профилей площадных работ, а также рубка площадок для DGPS наблюдений [16].

Рубка просек и вешение будут выполняться в условиях IV категорий трудности. Ширина рядовых профилей 0,7 м, магистралей составит 1,0 м.

Закрепление на местности точек рабочего обоснования и точек геолого-геофизических наблюдений долговременными знаками

Долговременными знаками без закладки нижнего центра будут закрепляться начальные и конечные точки магистралей ($16 \text{ магист.} \times 2 = 32$ пунктов), пункты GPS (3 пунктов). Долговременными знаками будет закреплено $32+3 = 35$ пунктов. Кроме того, долговременными знаками будут

закрепляться канавы по 4 точки на каждую $9 \times 4 = 36$ пунктов.

3.8 Лабораторные работы

Обработка бороздовых, керновых, литохимических проб из коренных пород осуществляется в дробильном цехе.

Опытно-методические работы по определению коэффициента «К», применяемого в формуле Ричардса-Чечетта: валовая проба весом 100 кг разделяется на 10 частей, каждая из которых обрабатывается по одной и той же схеме с различным коэффициентом «К» от 0,1 до 1,0 [29].

Обработка бороздовых проб

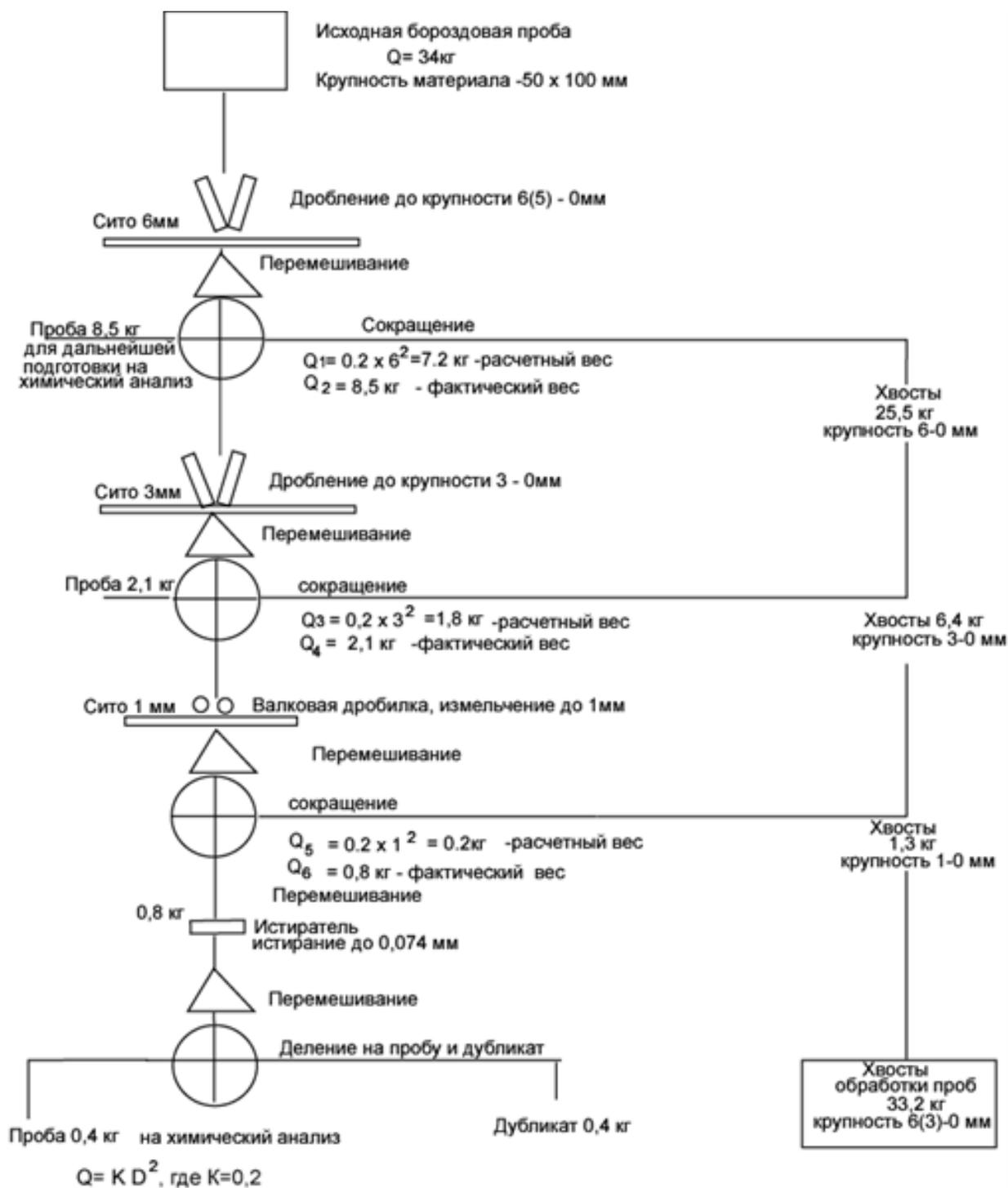
По опыту работ на Кимканском и Сутарском месторождениях коэффициент «к» принимался равным 0,2. В связи с дополнительными объемами аналитических определений золота, платины, отбором групповых и малообъемных технологических проб, а также проб внутреннего и внешнего контроля минимальный вес аналитической пробы принимается равным 0,4 кг.

Обработка бороздовых и керновых проб будет производиться на стандартном оборудовании с использованием одностадийного цикла дробления-измельчения по формуле Чечетта: $Q = kd^2$ при $k = 0,2$. При обработке проб вес пробы доводится до 0,8 кг при диаметре частиц 1мм, затем от такой пробы квартованием отбираются две конечные навески для химанализа весом 0,4 кг, одна из которых представляет пробу для химического анализа, другая – дубликат.

Завершающий этап обработки (истирание до 0,074 мм) будет производиться там же на вибрационном, дисковом и роликовом истирателях.

Категория пород по дробимости для рудных проб-7, для проб из вмещающих пород – 4 (ССН-1,5, таблица 520). Средняя крупность породы при дроблении – 40 мм.

При дроблении будет использоваться дробилка щековая ДГЩ–100х150 мм и валковая ДВ–200х125 мм. Перемешивание и сокращение дробленого материала пород ручное. Масса лабораторной пробы до 0,8 кг [46].

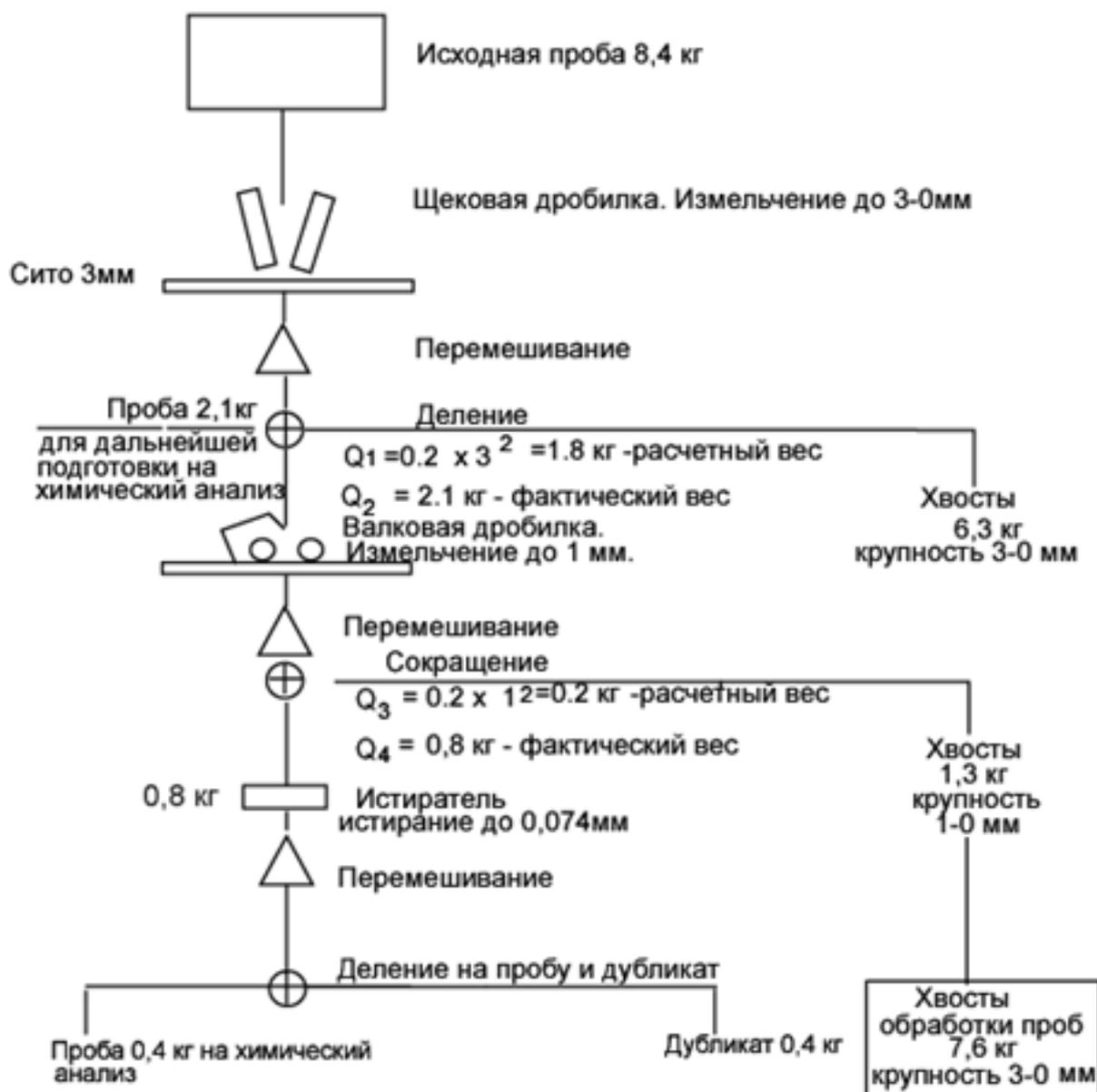


Материал пробы поступает на определение Feобщ, Feмагн, отбор навески на спектрохимическое определение Au и Pt, отбор навески в групповую пробу, внутренний контроль по Fe общ и Feмагн, внешний контроль по Feобщ и Feмагн, п/к спектральный анализ на 15 элементов. Хвосты проб рудных интервалов хранятся для отбора малых технологических проб.

Рисунок 7 -Схема обработки бороздовых проб

Обработка керновых проб

Всего планируется обработать 2274 керновых рудных проб весом 8,4 кг каждая, категория дробимости – 7, категория дробимости-4.



Хвосты проб рудных интервалов хранятся для отбора малых технологических проб.

Рисунок 8 – Схема обработки керновых проб

Обработка геохимических проб

Геохимические пробы коренных пород из канав и керна скважин будут обрабатываться машинно-ручным способом на щековой и валковой дробилках. Масса исходной пробы – 0,3 кг, максимальный размер частиц исходной пробы до 30 мм. Дробление проб до 1 мм машинно-ручное, перемешивание и

сокращение материала проб ручное. Категория пород У11 – Х11. Всего планируется обработать 5857 геохимических проб.

Обработка лабораторных проб

Обработка лабораторных проб весом до 1,5 кг. Истирание лабораторных проб будет производиться в дробильном цехе на дисковом истирателе ИДА – 250. Способ работы машинный, истирание до 0,074 мм.

Истирание лабораторных (геохимических) проб будет производиться на вибрационном истирателе ИВ–2, способ работы машинный. Масса пробы до 300 г. Крупность загружаемого материала до 2 мм. Крупность измельчения частиц 0,074 мм. Категория пород VII – Х11.

Изготовление шлифов и аншлифов

Для получения дополнительного объема информации о вещественном составе и текстурно-структурных особенностей железных руд Сутарского месторождения планируется при геологическом описании разрезов по керну скважин и полотну канав отобрать 600 образцов для изготовления полированных шлифов и 575 изготовления прозрачных, из расчета 1 пары шлиф-аншлиф на каждую малую технологическую пробу.

Контроль обработки проб

Для обеспечения высокого качества обработки проб будет проводиться систематический контроль за работой проборазделочного цеха. Правильность сокращения обрабатываемого материала будет проверяться контрольным взвешиванием сокращенной пробы и сопоставлением ее фактической и расчетной массы.

В целях оценки возможности засорения обрабатываемых проб остатками ранее обработанных 1 раз в смену через неочищенное оборудование (дробилки, истиратели, делители) пропускается материал, не содержащий анализируемых компонентов (бутылочное стекло, кварцевый песок), который затем направляется на анализ [29].

Минералогические исследования

Планируется, что основной объем работ по изучению минералогии железных руд Сутарского месторождения будет выполнен при технологических исследованиях малых, сортовых и типовых технологических проб, с определением и количественным подсчетом содержаний минералов в исходной руде, промпродуктах, хвостах и концентратах.

Полуколичественный спектральный анализ на 15 и 30 элементов

Рядовые бороздовые и керновые пробы в количестве 2879 шт анализируются полуколичественным спектральным анализом на 15 элементов с определением W, Mo, Co, Ni, Mn, Cr, V, Ti, Sn, Cu, Pb, Zn, Ag, As, P. Групповые пробы в количестве 390 шт анализируются на 35 элементов с определением Be, Sb, Bi, Li, Ge, La, Nb, Au, Hg, B, F, Ca, Mg, Ba, Sr, Rb, Cs, Y, Zr, Yb, Hf, Ta, Se, Th, U, Cd, In, Tl, Ga, Te, Sc, Pt, Ce, Na, K.

Спектрохимический анализ на золото

Спектрохимическое определение золота и элементов группы платины проводится по рядовым пробам (керновым и бороздовым) за исключением проб, проанализированных пробирным анализом $2879 - 31 = 2848$ шт. На внутренний и внешний контроль будет направлено по 5% проб, что составит $2848 \times 0,05 \times 2 = 285$ проб, всего – 3123 проб.

Химико-аналитические исследования

В рядовых пробах, отобранных из канав и скважин, определяются Fe общее и Fe, связанное с магнетитом. Всего на указанный вид анализа будет представлено 2879 проб. На внутренний и внешний контроль будет направлено по 5% проб. Таким образом, общее количество анализов составит $2879 + (2879 \times 0,05 \times 2) = 3167$.

Пробирный анализ на золото проводится для 62 проб, в том числе 31 пробы, отобранной из канавы 9 профиля 121 по окисленным рудам рудного тела 3.

Технологические исследования

Технологический анализ МТП включает [46]:

- изучение минералогического состава исходных руд по шлифам, аншлифам, а также зернистых концентратов и продуктов обогащения. Дополнительно определяются минеральные формы вредных примесей (серы и фосфора), а также количество пирита, пирротина, марказита, халькопирита и прочих сульфидов, апатита и др. минералов;

- изучение химического состава руд и продуктов обогащения согласно инструкции Мингео и Минчермета СССР №40 (М., ВИМС, 1989). По каждой МТП провести силикатный, спектральный и фазовый анализ исходных руд и конечных продуктов обогащения. Химическим анализом определить $Fe_{\text{общ.}}$, $Fe_{\text{магн.}}$, $FeO_{\text{общ.}}$, SiO_2 , Al_2O_3 , P_2O_5 , S, CO_2 . Фазовым анализом определить железо магнетита, гематита, сидерита и силикатов. При наличии серы более 0.3% определить её доли, связанные с пиритом и пирротином.

- определение содержания (объём. %) в исходной руде зерен главных рудных минералов размером менее 0.03 мм;

- определение сравнительной измельчаемости исходных руд (удельную производительность лабораторной мельницы при заданной крупности измельчения и коэффициент измельчаемости по эталонной пробе);

- определение выхода, массовой доли железа и его извлечение в промпродукты, концентраты и хвосты обогащения. Технологические показатели первичных магнетитовых руд определить применительно к схеме многостадийной (сухой по классу – 6 (-3) мм и мокрой) магнитной сепарации, окисленных и смешанных руд – комбинированной магнитно-обжиг-магнитной схеме обогащения.

Испытания обогатимости сортовых (12) и укрупненных (4) технологических проб предполагается выполнить в институте «Уралмеханобр» (г. Екатеринбург).

Технологические испытания сортовых проб проводятся с целью уточнения показателей обогатимости технологических сортов существенно магнетитовых и смешанных руд, выявленных по данным предварительной разведки и технологического картирования.

Исследования обогатимости укрупненных технологических проб имеют своей целью наработку материалов для составления технологического регламента обогатительной фабрики, определения показателей обогатимости по периодам отработки.

Лабораторные исследования пород вскрыши

Сокращенные физико-механические испытания камня будут включать следующие определения по ГОСТ 8269.0-97 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ» [20]:

-средней плотности, истинной плотности, пористости, водопоглощения;

Полные физико-механические испытания камня заключались в определении ГОСТ8269.0-97:

-средней плотности, истинной плотности, пористости, водопоглощения, предела прочности в сухом и водонасыщенном состоянии; коэффициента размягчения; морозостойкости.

Полные физико-механические испытания щебня из роговиков и сланцев (лабораторно-технологическая проба) будут включать проведение сокращенного цикла испытаний камня и определение показателей по ГОСТ8269.0-97:

-объемно-насыпной плотности;

-содержание глины в комках;

-лещадности;

-содержания пылевидных и глинистых примесей;

--содержания зерен слабых пород;

-дробимости при сжатии в цилиндре;

-истираемости;

-морозостойкости;

-водопоглощения;

-зернового состава.

Полные испытания песчано-гравийной смеси включают определения ГОСТ 8269.0-97:

- насыпной плотности;
- истинной плотности;
- содержания пылевидных и глинистых частиц;
- содержания глины в комках;
- потери массы при дробимости в сухом и водонасыщенном состоянии;
- содержания зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы;
- содержания зерен слабых пород;
- истираемости;
- морозостойкости;
- водопоглощения;
- зернового состава гравия по фракциям.

Сокращенные испытания песчано-гравийной смеси включают определение:

- зернового состава песчано-гравийной смеси;
- насыпной плотности;
- истинной плотности;
- содержания пылевидных и глинистых частиц;
- содержания глины в комках;
- содержания зерен крупностью менее 0,14;
- зернового состава песка, входящего в песчано-гравийную смесь.

Испытания физико-механических свойств грунтов по ГОСТу 5180-84 предусматривают:

- определение влажности методом высушивания;
- определение суммарной влажности мерзлого грунта;
- определение границы текучести и раскатывания;
- определение плотности, в том числе в мерзлом состоянии и сухого грунта, определение плотности частиц грунта.

Петрографические исследования прозрачных шлифов производятся с целью изучения минералого-петрографического состава и структурно-текстурных особенностей роговиков и сланцев и установления границы зоны выветривания в скважинах.

Силикатный анализ производится для установления особенностей химического состава роговиков и сланцев. Радиационно-гигиенические исследования имеют целью определение содержания в них радионуклидов.

4 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ

Главными полевыми видами работ на проектируемой площади являются бурение скважин и вспомогательные работы, сопутствующие бурению. Принимаем, что 100% буровых работ проводится в зимний этап.

Удорожание монтажно-демонтажных работ, проводимых в зимних условиях, учитывается поправочными коэффициентами, которые учитывают увеличение норм на монтаж, демонтаж и транспортировку буровых установок за счет учета времени на обогрев рабочих в зимний этап. Область относится к VI климатической зоне. В соответствии со «Сборником разъяснений, дополнений, изменений и уточнений» вып. 1, п. 42 поправочный коэффициент к нормам времени при производстве монтажа, демонтажа и транспортировок буровых установок в зимний этап времени равен 1,25. Расчет затрат времени на разные виды работ приведены в таблицах ниже.

Таблица 5 - Расчет затрат времени на бурение и вспомогательные работы

Вид работ	Категория пород	Ед. изм.	Объемы работ	Нормативный документ	Норма вр. на ед. ст/см	Поправ. коэфф.	Всего затрат ст/см	Норматив - ный документ	Затраты труда на ед. ч/дн	Всего затрат ч/дн
Колонковое бурение в зимний период самоходной установкой DIAMES, ЗИФ-650М, ТСБУ-200 «всухую» диаметром 93 мм	II	Пог.м.	434,0	ССН-5, таб.5, с.76	0,05		21,7			
	IV	Пог.м.	620,0		0,06		37,2			
	VII		1240,0		0,11		136,4			
	VIII		1674,0		0,14		234,4			
	X	Пог.м.	2232,0		0,21		468,7			
Итого			6200,0				898,4	ССН-5, таб.14, 16	3,51	3153,3
Удорожание бурения в зимних условиях							898,4	ССН-5, таб.210	0,54	485,1
Итого бурение:			6200				898,4			3638,4
Сопутствующие бурению работы										
Монтаж, демонтаж и перемещение буровой до 1 км, зимой (п.95)		Перев.	16	ССН-5, таб.104. с.1, г.3, т.208	0,65	1,25	13	ССН-5, таб.105, таб.208	2,28	29,6

Продолжение таблицы 5

Вид работ	Категория пород	Ед. изм.	Объёмы работ	Нормативный документ	Норма времени на ед., ст/см	Поправ. коэфф	Всего затрат ст/см	Нормативный документ	Затраты труда на ед. ч/дн	Всего затрат ч/дн
Вспомогательные работы										
Установка пробок в скважины		шт	17	СН-5, таб. 66. с.1, г.3	0,08	-	1,36	СН-5, таб. 14, 16	3,51	4,8
Крепление скважин обсадными трубами и извлечение		100 м	5,86	СН-5, таб. 72, с.2, г.3,5	2,33	-	13,6538	СН-5, таб 14,16	3,51	47,9
Геологическое сопровождение (Сборник раз, и доп. вып. 3. 2000 г.)		ст.см	91,6	-	-	-	-	п. 23	0,64	58,6
Удорожание в зимних условиях							105,2578	СН-5, таб. 210	0,54	56,8
Итого сопутствующие							105,2578			285,5
Всего затрат							198,6			656,3

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

Все виды геологоразведочных работ, предусмотренных проектом, должны осуществляться в соответствии с требованиями следующих основных нормативных документов: «Правил безопасности при геологоразведочных работах» [33], Закон РФ «О недрах» [24], «Правил пожарной безопасности при геологоразведочных работах» [39].

Кроме того, будут осуществляться требования всех законодательных актов РФ о порядке недропользования, действующих в настоящее время.

5.1 Электробезопасность

При работах с источниками опасного напряжения (генераторы, преобразователи, аккумуляторы, сухие батареи и т.п.) персонал должен иметь квалификационную группу по электробезопасности [34].

Наличие, исправность и комплектность диэлектрических защитных средств, а также блокировок, кожухов и ограждений и средств связи между оператором и рабочими на линиях должны проверяться перед началом работ (визуально).

Работа с источниками опасного напряжения (включение их и подача тока в питающие линии и цепи) должна производиться при обеспечении надежной связи между оператором и рабочими на линиях. Все технологические операции, выполняемые на питающих и приемных линиях, должны проводиться по заранее установленной и утвержденной системе команд сигнализации и связи.

Перед включением напряжения (аппаратуры) оператор должен оповестить об этом весь работающий персонал соответствующим сигналом.

Не допускается передавать сигналы путем натяжения провода. После окончания измерения необходимо отключить все источники тока [34].

В случае изменения в ходе исследований порядка, схем, режимов работы руководитель работ должен ознакомить с ними всех исполнителей на объекте.

Корпуса генераторов электроразведочных станций и другого электроразведочного оборудования должны быть заземлены согласно

действующим правилам. При работе с электроустановками напряжением свыше 200 В источники тока и места заземления должны быть ограждены и снабжены предупреждающими щитами с надписью – «Под напряжением, опасно для жизни!». В населенной местности должны быть приняты меры, исключающие доступ к ним посторонних лиц [34].

По ходу проложенных линий, подключаемых к источникам опасного напряжения, у питающих электродов, расположенных в населенных пунктах, в высокой траве, камышах, кустарнике и т.п., должны выставляться предупредительные знаки – «Под напряжением, опасно для жизни!» [44].

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

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

Включение источников питания должно производиться оператором только после окончания всех подготовительных работ на линиях. Оператор должен находиться у пульта управления до конца производства измерений и выключения источников питания [34].

При работе на линиях и заземлениях необходимо:

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

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

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

-оборудовать концы проводов, идущих к источникам тока, гнездами, а идущих к «потребителю» (заземлению либо другой части установки) - вилками;

-подключать к питающей линии только полностью смонтированный контур заземления;

-не допускать соприкосновения или скручивания питающих линий друг с другом или с измерительными линиями;

- использовать только стандартные коммутационные изделия [34].

5.2 Пожарная безопасность

Для предотвращения возникновения пожаров на территории участков должны соблюдаться основные правила противопожарной безопасности.

На территории буровых установок и вахтового поселка устанавливаются ручные звуковые извещатели. В качестве средства связи используется производственная радиосвязь (переносные УКВ радиостанции). Каждый объект обеспечивается противопожарным инвентарем и оборудованием в соответствии с действующими нормами [39].

Таблица 10 – Противопожарный инвентарь и оборудование

Наименование объекта	Противопожарный инвентарь						
	огнетушители химические пенные, шт	огнетушители химические углекислотные, шт	ящики с песком и лопатой (объем 0,2 м ³), шт	войлок, кошма, асбест (размер 2×2 м)	бочки (250 л) с водой, шт	ведро пожарное, шт	комплект шанцевого инструмента (топор, багор, лом), комплект
Передвижные буровые установки с приводом от электродвигателя	2	1	2		1	2	2
Электростанции с приводом от ДВС (на одно помещение)	1	1	1	1			1
Закрытые складские помещения	1				1	1	1
Инвентарные пожарные пункты в вахтовом поселке	2					2	3

В вахтовом поселке с числом жителей до 500 человек объем неприкосновенного противопожарного запаса воды должен составлять не менее 60 м³(исходя из допустимого расчетного расхода воды 5 л/с при расчетном времени тушения пожара 3 часа). Количество противопожарных водоемов должно быть не менее двух, в каждом храниться половина запаса воды [39].

На территории поселка в разных местах с учетом обслуживания всей площади устанавливаются две металлические утепленные обогреваемые емкости для хранения противопожарного запаса воды. Каждая имеет объем 30 м³. Вода в емкости подвозится автоцистернами.

Противопожарный водопровод выполняется из труб с внутренним диаметром 100 мм, устроенным на два направления с учетом застройки поселка.

Количество отводов с пожарными кранами предусматривается до 8 штук. Каждый пожарный кран комплектуется пожарным рукавом длиной 40 м и стволом с соответствующей насадкой. В качестве насосной установки будет использована пожарная мотопомпа марки МП-600, которая содержится в теплом помещении вблизи емкости с водой [23].

Противопожарный водопровод будет проложен с уклоном не менее 0,05° для стока воды из него. Нормальное состояние трубопровода – «сухой».

5.3 Охрана труда

Обучение и инструктаж безопасным приемам и методам труда должен проводиться в обязательном порядке, независимо от характера и степени опасности производства, а также квалификации и трудового стажа работающих по данной профессии или должности. Целью производственного инструктажа является изучение работающими правил, норм и инструкций по технике безопасности и охране труда, овладение безопасными приемами и методами труда [28].

Инструктаж проводится индивидуально или групповым методом. Проведение всех видов инструктажа оформляется записью в специальном журнале [33]. Контроль за качеством и своевременностью инструктирования, правильностью оформления документации возлагается на инженера по охране труда. Для сезонных геологосъемочных и поисковых полевых партий оформление проведения обучения и всех видов инструктажа по технике безопасности, в том числе и вводного производится в одном «Журнале

регистрации обучения и всех видов инструктажа», который хранится на участке работ [33].

Руководители и специалисты, виновные в нарушении правил по ТБ, несут личную ответственность независимо от того, привело или не привело это нарушение к аварии или несчастному случаю [47].

Перед выездом на полевые работы составляется «Типовой акт проверки готовности партии (отряда) к выезду на полевые работы», в котором указываются район и условия работ, сроки выполнения работ, состав партии, сдача экзаменов ИТР, проведение медосмотров и профилактических прививок, обеспеченность снаряжением, спецодеждой, транспортными средствами, средствами ТБ, радиосвязью, обеспеченность медикаментами, график выезда на полевые работы. Заполняются журналы инструктажа, где расписываются все сотрудники, проверяется наличие журнала регистрации маршрутов, акт о приеме буровой установки в эксплуатацию (если предусматриваются буровые работы). Все выявленные недостатки должны быть устранены до выезда на полевые работы [33].

Рабочие и ИТР, принимаемые на работу, проходят курс обучения по технике безопасности, в котором особое внимание уделяется вредным и опасным производственным факторам [33]. Все работники участка пройдут медосмотр и курс противоэнцефалитных прививок [48].

До выезда на полевые работы партия обеспечивается кадрами, аппаратурой, оборудованием, спецодеждой и постельными принадлежностями (в том числе марлевыми пологам), средствами техники безопасности, к которым относятся средства защиты от механических воздействий и от насекомых [44].

К средствам техники безопасности относятся так же ружья и карабины, (только при условии, что у сотрудника имеется охотничий билет). Аптечки походные, лодки резиновые, огнетушители, сигнальные ракетницы, фонари и т.д.

Перевозка людей будет производиться специально оборудованными автомобилями и вездеходом. На полевых базах предусматривается установка палаток для проживания исполнителей [28].

Полевые работы будут вестись при шестидневной рабочей неделе с семичасовым рабочим днем. Приказом по организации должны быть назначены ответственные за соблюдение правил пожарной безопасности и технике безопасности в каждой бригаде из числа ИТР.

Выходы в маршруты и отлучки в нерабочее время будут фиксироваться в специальном журнале. Неприбытие группы в установленное время или самовольный уход из лагеря, будет расцениваться как «чрезвычайное происшествие», с принятием мер по их поиску.

Перед началом полевых работ составляется план аварийных мероприятий на случай возможных стихийных бедствий и несчастных случаев, который доводится до сведения всего личного состава партии под роспись [30].

5.4 Мероприятия по охране недр и окружающей среды

Площадь работ находится в экологически благополучном Облученском районе Еврейской автономной области и характеризуется следующими показателями: радиационная характеристика в пределах естественного фона; атмосферный воздух практически не загрязнен; островное распространение вечномерзлых пород; ландшафт территории подвергся частичному техногенному воздействию в результате отработки россыпей; редких охраняемых видов растительного сообщества и животного мира в пределах рудоперспективной площади и на прилегающих территориях не зарегистрировано; охраняемых и рекреационных территорий, а также исторических памятников на площади работ и в ее окрестностях нет.

Для обеспечения охраны окружающей среды все проектируемые работы будут выполняться в соответствии с требованиями директивных документов. С этой целью с исполнителями будет проведена разъяснительная работа по вопросам охраны природы, правилам охоты и рыбной ловли, а также о мерах ответственности за нарушение этих правил. Выполнение проектируемых работ,

связанных с использованием природных ресурсов, будет производиться по согласованию и разрешению Администрации области, района, комитета по охране природы и органов государственной земельной и лесной охраны [27].

В соответствии с требованиями охраны недр до начала полевых работ будет получена вся разрешительная документация на право проведения геологоразведочных работ. В процессе производства запроектированных геологоразведочных работ негативному воздействию в той или иной мере подвергаются воздушный бассейн, почвы, недра, растительный и животный мир [24].

5.4.1 Охрана атмосферного воздуха

Экологическое состояние воздушного бассейна в районе проектируемых работ опасений не вызывает. Ввиду отсутствия вблизи крупных населенных пунктов и промышленных предприятий, воздушный бассейн не загрязнен вредными промышленными выбросами и качество воздуха характеризуется естественной чистотой. В этих условиях незначительные выхлопы газов, образующихся при работе буровых установок и транспортной техники, не окажут заметного воздействия на качество воздуха. Однако, для уменьшения расхода горючего и выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, будут производиться систематические регулировки топливной системы буровых установок, транспортной техники [26].

5.4.2 Охрана водных ресурсов

Скважинами вскрываются подземные водоносные горизонты. Для исключения доступа к подземным водам и засорения недр после завершения буровых работ и проведения необходимых исследований, обсадные трубы извлекаются и производится ликвидационный тампонаж скважин и рекультивационные мероприятия [7]. Устье скважины закрепляется штангой с нанесенной стандартной маркировкой [11].

В целях предотвращения загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами временные пункты хранения ГСМ устраиваются за пределами охранных вод водотоков [36]. По периметру такие хранилища ГСМ

огораживаются земельным валом высотой не менее 1 метра. Категорически запрещается мойка буровой и другой техники в водотоках. Дороги внутри поисковых участков прокладываются за пределами охранных зон водотоков. Проезд через ручьи осуществляется только по специально сооруженным временным мостовым переходам, которые по окончании эксплуатации разбираются для исключения заторов на водотоках [43].

5.4.3 Охрана растительного и животного мира

В целях охраны и рационального использования лесной растительности порубочные работы будут выполняться в пределах проектных просек с соблюдением правил рубки леса. Места стоянок буровых отрядов выбираются на участках, частично покрытых лесом. Вырубленная деловая древесина будет полностью использована для удовлетворения хозяйственных нужд. Отходы лесопиления (сучья, ветки, комли) приземляются, что обеспечивает их быстрое гниение [27].

Компенсация ущерба лесному хозяйству будет осуществляться по договоренности с Территориальным Агентством лесного хозяйства по Еврейской АО.

Работа буровых станков и бульдозеров привнесет фактор некоторого беспокойства в среду обитания диких животных, однако, она не может привести к существенному нарушению исторически сложившегося природного баланса. Как показывает опыт работ, дикие животные, при проведении работ покидают данную территорию, а по окончании работ - возвращаются. В районе проектируемых работ отсутствуют ярко выраженные пути миграции животных, поэтому специальных мероприятий по их охране, кроме профилактической работы по исключению браконьерства, не предусматривается [10].

Охрана рыбных запасов обеспечивается выполнением проектных мероприятий по предотвращению загрязнения водотоков нефтепродуктами и другими вредными веществами.

5.4.4 Охрана почвенного покрова и земельных ресурсов

Основными видами воздействия на земельные ресурсы являются нарушения и загрязнения почвенного покрова. Для охраны земельных площадей, нарушенных в процессе горнопроходческих работ, от возможности эрозионных процессов предусматривается засыпка канав. Проходка горных выработок будет осуществляться без применения взрывных работ [25].

Для предотвращения загрязнения земель нефтепродуктами при производстве буровых работ под двигатель бурового станка устанавливается металлический поддон для улавливания протечек масла. Промасленная ветошь собирается и утилизируется сжиганием. Отработанные масла собираются в специальные емкости и сжигаются в топке на базовом поселке. В случае пролива нефтепродуктов принимаются оперативные меры по их сбору и утилизации сжиганием. Загрязненный слой грунта снимается и подлежит захоронению в местах, исключающих затопление поверхности и подтопление грунтовыми водами [35].

Лагерные стоянки будут устанавливаться на берегу ручьев. Вода для хозяйственно-бытовых нужд будет забираться из специально оборудованного водозабора. Все полевые лагеря будут оснащены санитарно-гигиеническими сооружениями. Персонал отрядов будет проинструктирован и ознакомлен с правилами пожарной безопасности при работе в лесу и с требованиями санитарии [6].

Работы по рекультивации планируется выполнить в несколько, технологически связанных, этапов:

- *техническая рекультивация* нарушенных земель – целенаправленное создание гармонизирующих и адаптированных с окружающей средой форм техногенного рельефа и достижение оптимального строения и свойств субстрата (корнеобитаемого), пригодного для последующего биологического освоения и природно-хозяйственного использования земель;

- *биологическая рекультивация* - засев травами и посадка кустарников и деревьев;

- *мониторинг* влияния рекультивированных земель на окружающую среду и содействие развитию растительного покрова [7].

Технический этап рекультивации выполняется на всех без исключения участках нарушенных земель и, в зависимости от их местонахождения и состояния, включает:

-демонтаж и вывоз инженерных сооружений инвентарного типа, технологического оборудования;

-размещение неутилизованных отходов на специальных полигонах складирования и захоронения;

-разваловку техногенных образований и планировку рельефа;

-сплошное или фрагментированное нанесение плодородного слоя почвы и (или) потенциально-плодородных пород;

-противоэрозионное укрепление рекультивированных поверхностей, устройство гидротехнических сооружений для отвода поверхностных природных вод и очистки поверхностных сточных вод;

-восстановление или реконструкция нарушенных русел водотоков с созданием участков, улучшающих условия место обитания ихтиофауны [7].

Охрана рыбных запасов обеспечивается выполнением проектных мероприятий по предотвращению загрязнения водотоков нефтепродуктами и другими вредными веществами [42].

В целях исключения загрязнения земель хозяйственно-бытовыми отходами в базовом поселке и на лагерной стоянке твердые и жидкие отходы складироваться в помойных ямах, которые по мере заполнения засыпаются хлорной известью и закапываются. Санитарно-гигиенические объекты обустраиваются на не затапливаемых участках со слабо проницаемыми глинистыми грунтами.

С целью охраны земель от загрязнения пункт хранения ГСМ обваловывается по периметру земляной насыпью, заправка техники ГСМ будет производиться при помощи специальных пистолетов, исключая случайные проливы. Для предотвращения загрязнения земель нефтепродуктами при

производстве буровых работ под двигатель бурового станка устанавливается металлический поддон для улавливания протечек масла. Промасленная ветошь собирается и утилизируется сжиганием. Отработанные масла собираются в специальные емкости и сжигаются в топке на базовом поселке. В случае пролива нефтепродуктов принимаются оперативные меры по их сбору и утилизации [4].

В целях исключения загрязнения земель хозяйственно-бытовыми отходами в базовом поселке и на лагерной стоянке твердые и жидкие отходы складировются в помойных ямах, которые по мере заполнения закапываются. Местоположение помойных ям выбирается на не затапливаемых участках со слабо проницаемыми глинистыми грунтами [25].

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Таблица 7 – Сводная смета

Вид работ	Единицы измерения	Объем работ	Стоимость за ед. Руб.	Сумма, руб.
1 Предполевые работы и проектирование				3200000
1.1 Проект	проект	1	3200000	3200000
2 Полевые работы:				238605550
2.1 Рекогносцировочные маршруты	км	20	5 000	100000
2.8 Магниторазведка масштаба 1 : 10000	км2	12,0	40 000	480000
2.9 Бурение скважин	п. м.	22530	9500	214035000
2.10 Проходка канав механизированным способом с ручной добивкой	м3	139150	145	20176750
2.11 Топогеодезические работы м-ба 1:2000	км2	12	326150	3913800
3 Лабораторные работы:				2391291
3.1 Обработка бороздовых проб	проба	608	281	170848
3.2 Обработка керновых проб	проба	2274	264	600336
3.3 Обработка геохимических проб	проба	5857	68	398276
3.4 Минералогический анализ шлихов	проба	1175	393	461775
3.5 Приближенно-количественный спектральный анализ (ПКСА)	проба	2879	264	760056
3.6 Спектрозолотометрический анализ	проба	3123	393	1227339
ИТОГО				244196841
4 Организация и ликвидация полевых работ				13186629
4.1 Организация полевых работ	3%			7325905
4.2 Ликвидация полевых работ	2,40%			5860724
5 Транспортировка грузов, персонала	5%			12209842
6 НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ	20%			48839368
7 ПЛАНОВЫЕ НАКОПЛЕНИЯ	10%			24419684
8 КОМПЕНСИРУЕМЫЕ ЗАТРАТЫ	5%			12209842
ИТОГО				355062207
9 Резерв на непредвиденные работы	6%			21303732
ИТОГО				376365939
10 НДС	20%			75273188
ВСЕГО				451639127

7 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЫШЛЕННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТИПОВ РУД СУТАРСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Протоколом ГКЗ №833-к от 30 августа 1974 г. рекомендовалось осуществить подсчет балансовых и забалансовых запасов Костеньгинского и Сутарского месторождений по типам руд, выделяя их по нижеописанным типам признакам:

Таблица 8 – Типы руд Сутарского месторождения

Наименование типа	Количество железа по отношению к сумме магнетитового и гематитового, %	Отношение содержания железа валового к содержанию закиси железа
Существенно магнетитовые руды	Более 75	Менее 3,1
Смешанные гематито-магнетитовые руды	55-75	3,1-4,0
Магнетито-гематитовые	Менее 55	Более 4,0

Для окисленных руд минимально промышленное содержание железа валового в подсчетном блоке устанавливалось в 25%, магнетитового – не лимитировалось.

В период предварительной разведки на Южном участке Сутарского месторождения из квершлагов шахты № 1 и керна скважин для изучения обогатимости руд отобраны 13 технологических проб, в том числе по рудному телу 1 – 9, по рудному телу 2 – 1, по рудному телу 3 – 3.

Исследования обогатимости проводились в НИИ «Уралмеханобр» и в технологической лаборатории металлургического завода «Сибэлектросталь». По результатам исследований была разработана следующая классификация промышленно-технологических типов руд, использованная при подсчете запасов Южного участка [57]:

- существенно магнетитовые руды;
- магнетит-гематитовые руды;
- бедные руды;

-окисленные руды.

Наиболее полно в технологическом плане охарактеризованы балансовые *существенно магнетитовые руды месторождения* представленные магнетитовыми, силикатно-магнетитовыми и гематит-магнетитовыми природными разновидностями. Существенно магнетитовые руды имеют наибольшее распространение в составе рудных тел и слагают полностью или частично рудное тело 1 на всем его протяжении, рудное тело 3, за исключением интервала между профилями 96+80-104, и рудное тело 2.

Для обогащения существенно магнетитовых руд рекомендуется простая магнитная схема в двух вариантах: первый включает сухую магнитную сепарацию (СМС) в слабом поле при крупности исходной руды 25-0 мм или 12-0 мм и трехстадиальную мокрую магнитную сепарацию (ММС) в слабом поле при конечной крупности в третьей стадии –0,053 мм (0,045 мм). Второй вариант схемы включает только трехстадиальное мокрое обогащение, при крупности конечного измельчения такой же как и для первого варианта. Показатели обогатимости по вариантам являются близкими, но второй вариант при одинаковом содержании железа в концентрате обеспечивает более высокое извлечение и является более экономичным. Показатели обогащения существенно магнетитовых руд, приведенные в таблице 1.9, соответствуют второму варианту.

Обращает на себя внимание значительный диапазон колебаний показателей обогатимости существенно магнетитовых руд. По выходу концентрата он составляет 11% (максимальный - 43,7 - проба 26, минимальный 32,7 - проба 33), по содержанию железа в концентрате-5,68% (максимальное содержание-67, 93, проба 34, минимальное - 62, 22 -проба 27), по извлечению железа в концентрат – 13% (максимальное - 80,6, проба 26, минимальное - 67,6, проба 33). Таким образом, по содержанию железа в концентрате существенно магнетитовые руды образуют непрерывный ряд от весьма труднообогатимых ($\beta=62-60\%$) до легкообогатимых ($\beta=68-66\%$) [57].

Указанный разброс связан с неоднородностью исходного состава руд. Наиболее высокие содержания железа в концентрате свойственны

магнетитовым разностям (пробы 26, 33, 34 с $\text{Feмагн}/\text{Feобщ}>80$), которые представлены средне- и легкообогатимыми рудами ($\beta=64-66$ и $66-68\%$ соответственно).

Пробы 21 и 32 представляют гематит-магнетитовую разновидность существенно магнетитовых руд, содержание гематитовой фазы составляет 11,75 и 15,3 % соответственно от величины железа общего. Показатели обогатимости пробы 21 не могут считаться вполне достоверными в связи с тем, что конечный диаметр дробления составил -0,074 мм, опыты с материалом измельченным до -0,053 мм не проводились. Проба 32 по содержанию железа в концентрате относится к типу легкообогатимых ($\beta=66,9$), отличаясь от магнетитовых руд пониженным извлечением железа в концентрат ($\gamma=68,1$ против 70-80% в магнетитовых и силикатно-магнетитовых разностях).

Силикатно-магнетитовые разности (пробы 23, 25, 30, 29, 27 с $\text{Feмагн}/\text{Feобщ}$ 67-78,7) представлены, преимущественно, труднообогатимыми рудами ($\beta=62-64\%$).

Содержание железа в хвостах проб существенно магнетитовых руд колеблется от 12,23 до 16,64% и в среднем составляет 14,54%. Потери железа в хвостах по отдельным пробам колеблются от 19,4% до 32,4%, средние потери составляют 27,08%.

Значительные потери железа в хвостах существенно магнетитовых руд обусловлены наличием тонкой вкрапленности (0,002-0,03 мм) магнетита, мельчайших сростков магнетита с нерудными, в которых магнетит даже при очень тонком измельчении не освобождается, наличием свободных зерен магнетита (0,01 мм) с низкой магнитной восприимчивостью и присутствием в руде большого количества железистых силикатов, карбонатов и примеси гематит [57]а.

Поисковые опыты на пробах 23, 26, 25, 29, 27 по доизвлечению железа из хвостов более сложными методами обогащения - сухой и мокрой магнитной сепарацией в сильном поле, гравитационным и обжиг-магнитным обогащением и флотацией не привели к положительным результатам. Полученные концентраты характеризуются низким содержанием железа (не более 20-30%).

Промышленный тип смешанных руд представлен пробами 28 и 24. Проба 28 представляет всю массу смешанных (магнетитовых и магнетит-гематитовых) руд при условии их совместной добычи, слагающих рудное тело 1 к югу от профиля 134, исключая блок «А» магнетит-гематитовых руд.

Проба 24 является представительной для совместной добычи магнетит-гематитовых руд совместно с магнетитовыми в блоке «А», отстроенном по разведочным данным профиля 138.

Нужно отметить, что проба 28 по показателям ГКЗ не может быть отнесена к типу смешанных, поскольку отношение железа общего к FeO составляет 2,7 против необходимых 3,1. По содержанию железа общего, гематитового и магнетитового проба 28 близка пробе 32 гематит-магнетитовых руд. Наиболее высокие показатели были получены с применением трехстадиальной мокрой ММС при конечном измельчении 95% класса -0,053 мм, однако низкое извлечение железа в концентрат (65,8%) указывает на желательность применения комбинированной схемы обогащения.

Для смешанных руд типа пробы 24 с высоким содержанием гематита (содержание гематитового железа составляет 42,41% от железа общего) «Уралмеханобром» были разработаны три возможные схемы обогащения: магнитно-обжиг-магнитная, магнитно-гравитационная и гравитационно-магнитно-гравитационная. Наиболее эффективной для обогащения смешанных руд типа пробы 24 является магнитно-гравитационная, включающая трехстадиальную ММС в слабом поле всей руды с получением магнетитового концентрата и отсадку хвостов мокрой магнитной сепарации. Хвосты ММС идут на гравитационное обогащение с получением гематитовых концентратов и отвальных хвостов. Выход суммарного концентрата составил 41,6%, содержание железа - 64,59 % и извлечение железа – 79%.

Таким образом, исследованиями обогатимости на примере пробы 24 доказана возможность эффективного обогащения смешанных руд по комбинированной схеме с получением вполне приемлемых показателей обогатимости. Материалы разведки указывают и на возможность их селективной добычи:

-на южном фланге рудного тела 1 между профилями 134 –половина расстояния между профилями 136+50 и 138; половина расстояния между профилями 138-139+50 – профиль 141;

-в пределах рудного тела 3 между профилями 96+80 – 104.

Чтобы ликвидировать неоднозначность критериев выделения рассматриваемого типа предлагается в качестве показателей использовать относительное содержание железа магнетитового и гематитового: $F_{магн.} - 50-75; 10 > F_{гем.} < 50$.

Промышленный тип магнетит-гематитовых руд представлен пробой 31.

К моменту завершения отчета по предварительной разведке Сутарского месторождения опыты по обогащению магнетит-гематитовых руд еще не завершились, показатели обогащения не были конкретизированы. Основываясь на положительных результатах обогащения магнетит-гематитовых руд Костеньгинского месторождения обжиг-магнитным методом и предполагая возможность их селективной добычи указанные руды были выделены в качестве самостоятельного промышленно-технологического типа [57].

Как уже отмечалось, магнетит-гематитовые руды на месторождении получили заметное развитие в пределах рудного тела 1, на его южном фланге, южнее профиля 134, где они обособляются в виде отдельных пластов, перемежающихся с магнетитовыми рудами. В подсчетном блоке «А», отстроенном по разведочным данным профиля 138, пласты указанных руд имеют максимальную мощность и предположительно могут представлять интерес для селективной добычи. Запасы таких руд оцениваются в 20 млн. т.

В 1977 году «Сибэлектросталью» были обобщены результаты технологических исследований железных руд Кимканского, Сутарского и Костеньгинского месторождений. Специалисты обогатительной лаборатории «Сибэлектростали» для названных месторождений выделяют три промышленно-технологических типа: окисленные, существенно магнетитовые и смешанные руды. Магнетит-гематитовые руды включаются в состав руд смешанного типа. В отчете приведены данные исследования пробы 31.

Руды обогащались по трем схемам: магнитно-гравитационной, магнитно-обжиг-магнитной и обжиг-магнитной. Как следует из материалов таблицы магнетит-гематитовые руды вполне удовлетворительно обогащаются по магнитно-гравитационной схеме, которая, как было показано выше, используется для переработки смешанных руд. Конкурирующая магнитно-обжиг-магнитная схема обеспечивает более высокое содержание железа в концентрате и извлечение, однако существенно проигрывает по экономическим показателям.

По заключению «Сибэлектростали» в связи со сложным вещественным составом смешанных руд, для окончательного выбора схемы их обогащения и уточнения технологических и технико-экономических показателей перед проектированием фабрики необходимы полупромышленные испытания на средних пробах.

Из смешанных руд в СССР разрабатывалось лишь Оленегорское месторождение, магнетит-гематитовые руды которого обогащаются по магнитно-гравитационной схеме, включающей две стадии измельчения (3-0 мм и 0,6-0 мм) и три стадии магнитной сепарации с дообогащением хвостов отсадкой и в корпусных сепараторах. Схема обеспечивает получение суммарного концентрата с содержанием железа 64,7% при извлечении 82,2%.

Окисленные руды Центрального горно-обогатительного комбината (ЦГОКа) обогащаются по обжиг-магнитной схеме, включающей обжиг исходной руды в крупности 25-0 мм, три стадии измельчения обожженной руды с конечной крупностью помола 95% класса 0,074 мм и четыре стадии мокрой магнитной сепарации. Схема обеспечивает получение концентрата с содержанием железа 63,5 % при извлечении 69,2%.

Внедрение в производство печей СВС (ступенчато- взвешенного состояния) вместо вращающихся позволит значительно снизить себестоимость передела 1 т руды.

Выводы о возможности применения магнитно-флотационной схемы для обогащения смешанных руд не могут быть сделаны в связи с недостаточной изученностью руд этим методом.

Выделение *промышленных типов бедных руд и окисленных руд* на Сутарском месторождении в материалах предварительной разведки носит, по существу, декларативный характер, поскольку не подтверждено данными технологических исследований и технико-экономическими расчетами.

Таким образом, рудные тела Южного участка Сутарского месторождения представлены рудами трех промышленно-технологических типов: существенно магнетитовыми, смешанными и окисленными. Балансовые запасы участка представлены существенно магнетитовыми рудами, технологическая изученность которых, в целом, соответствует степени разведанности месторождения. На материале девяти представительных технологических проб намечена принципиальная двухвариантная схема их переработки, определены показатели обогатимости, указывающие на наличие в составе типа нескольких сортов. По данным тематических работ, основанных на расчете показателей обогатимости по параметрам вещественного состава сорта труднообогатимых и легкообогатимых существенно магнетитовых руд распространены в пределах участка примерно в равных количествах и расположены в составе рудных тел в виде пространственно обособленных фрагментов или в виде переслаивания и фациального замещения по падению и простиранию. Предполагается, что помимо трудно- и легкообогатимых руд в составе рудных тел может присутствовать сорт упорных руд ($\beta < 60\%$).

Смешанные руды (включая магнетит-гематитовые) локализованы, главным образом, на южном фланге рудного тела 1, на отрезке от профиля 134 до профиля 141, а также в составе рудного тела 3 на отрезке между профилями 96+80-104. Технологически охарактеризованы пока недостаточно, только по данным исследования двух проб, имеющих близкие технологические показатели.

Окисленные руды имеют ограниченное распространение, запасы их оцениваются в 5,6 млн. т при среднем содержании железа 32,0%. Технологически не охарактеризованы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цели и задачи - спроектировать комплекс работ, необходимый для подсчета запасов для подсчета запасов по категориям С2, С1 и В.

Сутарский участок (27 км²) расположен в бассейне среднего течения реки Сутара, в Облученском административном районе Еврейской автономной области. Площадь расположена в пределах листа Государственной геологической карты М-52-XXX масштаба 1:200 000.

Территория листа М-52-XXX расположена в юго-западной части Мало-Хинганского блока Восточно-Буреинского выступа фундамента Буреинского срединного массива. На структуры фундамента наложены меловые образования Хингано-Олонойской вулканической зоны и кайнозойские – рифтогенных впадин и базальтовых покровов.

В северной части Мало-Хинганского рудного района преимущественным развитием пользуются три основных геологических комплекса пород: метаморфизованные породы протерозоя – нижнего кембрия; протерозойские и ранне-среднепалеозойские интрузии; вулканогенные и вулканогенно-осадочные меловые отложения.

По сложности геологического строения месторождение относится к подгруппе 2а второй группы классификации ГКЗ. *В состав разведочных работ были включены следующие работы:*

- опережающая магниторазведка масштаба Г.5000
- бурение колонковых наклонных скважин по сети 400х200 м, 200х100 м со сгущением на участках детализации 100х50 м, включая повторные перебурки разведочных скважин,
- проходка магистральных канав через 200 м с пересечением тектонических нарушений и различных типов железных руд вкрест простирания рудных зон с выходом во вмещающие породы не менее 10 м;
- для уточнения выходов рудных тел под рыхлыми отложениями предусмотреть проходку картировочных скважин по сети 200х5 м.

Бурение всех скважин будет производиться станками с вращателем шпиндельного типа и гидравлическим приводом. Конечный диаметр бурения 93 мм, что обеспечит диаметр керна не менее 63 мм. Запасной (аварийный) диаметр 76 мм при диаметре керна не менее 47,5 мм. Кондиционный выход керна по рудной зоне и вмещающим породам не менее 70 %. Всего на Южном участке будет пробурено 92 скважины с общим объемом 22530 м.

Проходка канав проектируется на профилях 110-122 Южного участка (расстояние между профилями 200 м) с пересечением различных типов железных руд вкрест простирания рудных зон с выходом во вмещающие породы не менее 10 м. Общий объем механизированной проходки канав – 3 200 м.

Планируется проведение следующего комплекса лабораторных работ:

- *минералогические исследования;*
- *полуколичественный спектральный анализ на 15 и 30 элементов;*
- *спектрохимический анализ на золото;*
- *химико-аналитические исследования;*
- *технологические исследования;*
- *лабораторные исследования пород вскрыши.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Опубликованная

1. Альбов, М.Н. Опробование месторождений полезных ископаемых. / М.Н. Альбов. - М.: Недра, 1975. - 232 с.
2. Архипов, Г.И. Основы недропользования. / Г.И. Архипов. - Хабаровск: РИОТИП, 2008. - 356 с.
3. Временное положение о проведении геологоразведочных работ по этапам и стадиям (твердые полезные ископаемые). - М.: ВИМС, 1998. - 123 с.
4. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в почве. - М.: Стандартинформ, 2009. - 60 с.
5. ГОСТ Р 53579-2009. Система стандартов в области геологического изучения недр (СОГИН). Отчет о геологическом изучении недр. Общие требования к содержанию и оформлению. - М.: Стандартинформ, 2009. - 72 с.
6. ГОСТ Р 59053-2020. Охрана окружающей среды. Охрана и рациональное использование вод. - М.: Стандартинформ, 2020. - 20 с.
7. ГОСТ Р 59057-2020. Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель. - М.: Стандартинформ, 2020. - 19 с.
8. Государственная геологическая карта Российской Федерации (третье поколение). Дальневосточная серия. М-ба 1:1000000. Лист М-52. Объяснительная записка. - СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. - 160 с.
9. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Изд. 2-ое. Серия Становая. Лист М-52-XXX. Объяснительная записка. - СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. - 130 с.
10. Закон Российской Федерации от 24.04.1995 № 52-ФЗ изм. 11.06.2021 «О животном мире» // Собрание законодательства РФ. - 1995.
11. Закон Российской Федерации от 3.06.2006 № 74-ФЗ «Водный кодекс РФ» // Собрание законодательства РФ. - 2006.
12. Инструкция по магниторазведке / отв. ред. Ю.С. Глебовский. -

Ленинград: Недра, 1981. - 263 с.

13. Инструкция по проведению геофизических исследований рудных скважин. - СПб.: ВИРГ- Рудгеофизика, 2001. – 281 с.

14. Инструкция по сбору, документации, обработке, хранению, сокращению и ликвидации керна скважин колонкового бурения. - М.: Роскомнедра, 1994. - 42 с.

15. Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы. - М.: Недра, 1993. – 244 с.

16. Инструкция по топогеодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ. - М.: Недра, 1997. - 130 с.

17. Инструкция по топографической съёмке масштаба 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000. - М.: Недра, 1982. - 98 с.

18. Инструкция по электроразведке / отв. ред. Г.С. Франтов. - Л: Недра, 1984. - 534 с.

19. Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых: приказ МПР России № 278 от 11.12.2006 // Собрание законодательства РФ. - 2006. - 89 с.

20. Кузькин, В.И. Методическое руководство по изучению инженерно-геологических условий рудных месторождений при их проходке. / В.И. Кузькин. - М.: ВИМС, 2001. - 130 с.

21. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов. Железо. протокол МПР России №11-17/0044-пр от 13.04.2007 // Собрание законодательства РФ. - 2007. - 74 с.

22. Мухин, Ю.В. Гидрогеологические наблюдения при колонковом бурении. / Ю.В. Мухин. - М.: Госгеолиздат, 1954. - 59 с.

23. Нормы наличия средств пожаротушения в местах пользования лесов: приказ Минсельхоза РФ № 549 от 22.12.2008 // Собрание законодательства РФ. - 2008. - 25 с.

24. О Недрах: закон РФ № 2395-1 от 21.02.1992 // Собрание законодательства РФ. - 1995. - 223 с.

25. Об отходах производства и потребления: федеральный закон № 89-ФЗ от 24.06.98 (в ред. ФЗ от 29.06.2015) // Собрание законодательства РФ. - 2015. - 75 с.

26. Об охране атмосферного воздуха: закон Российской Федерации № 96-ФЗ от 04.05.1999 // Собрание законодательства РФ. - 1999. - 120 с.

27. Об охране окружающей среды: закон РФ № 7-ФЗ от 10.01.2002 // Собрание законодательства РФ. -2002. - 101 с.

28. Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда: Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ № 438Н от 19.08.2016 // Собрание законодательства РФ. - 2016. - 100 с.

29. ОСТ 41-08-272-04. Стандарт отрасли. Управление качеством аналитических работ. Методы геологического контроля качества аналитических работ. - М.: Стандартинформ, 2004. - 100 с.

30. ПБ 08-37-2005 «Правила безопасности при геологоразведочных работах» // Собрание законодательства РФ. - 2005. - 329 с.

31. Перечень первичной геологической информации о недрах, представляемой пользователем недр в федеральный фонд геологической информации и его территориальные фонды, фонды геологической информации субъектов РФ по видам пользования недрами и видам полезных ископаемых: приказ Минприроды России № 555 от 24.10.2016 // Собрание законодательства РФ. - 2016. - 123 с.

32. Порядок представления геологической информации о недрах в федеральный фонд геологической информации и его территориальные фонды, фонды геологической информации субъектов Российской Федерации: приказ Минприроды России № 216 от 04.05.2017 // Собрание законодательства РФ. - 2017. - 101 с.

33. Правила безопасности при геологоразведочных работах // Собрание законодательства РФ. - 2005. - 220 с.

34. Правила безопасности при эксплуатации электроустановок: приказ Минтруда России №903н от 15.12.2020. // Собрание законодательства РФ. - 2020. - 80 с.

35. Правила ликвидационного тампонажа буровых скважин различного назначения. - М.: ВСЕГИН ГЕО, 1963. - 70 с.

36. Правила охраны поверхностных вод. - М.: ГК СССР по охране природы, 1991. - 120 с.

37. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах: ПТБ-88: утв. ГУГК СССР 9.02.1989. - М.: Недра, 1991.

38. Правила подготовки проектной документации на проведение геологического изучения недр и разведки месторождений полезных ископаемых по видам полезных ископаемых: приказ МПР России № 352 от 14.06.2016: в редакции Приказа Минприроды РФ №226 от 29.05.2018 // Собрание законодательства РФ. - 2018. - 120 с.

39. Правила пожарной безопасности при геологоразведочных работах. - М.: Недра, 2009. - 210 с.

40. ПТБ-88 «Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах». - М.: Недра, 1998. – 221 с.

41. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения. Контроль качества». - М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2001. - 189 с.

42. СанПиН 2.1.5.1059-01 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения». - М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2001. - 145 с.

43. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» - М.: Минздрав России, 2000. - 127 с.

44. СТП 14.12.001-80 раздел II «Соблюдение требований и норм охраны труда и техники безопасности при проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию производственных, культурно-бытовых и жилых объектов».

45. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований скважин. - М.: Недра, 1985. - 97 с.

46. Ткачев, Ю.А. Обработка проб полезных ископаемых. / Ю.А. Ткачев. - М.: Недра, 1987. - 83 с.

47. Фомин, А.Д. Руководство по охране труда / А.Д. Фомин. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005. - 232 с

48. Фролов, А.В. Охрана труда: учебн. пособие / А.В. Фролов, В.А. Корж, А.С. Шевченко. - М.: Кнорус, 2018. - 421 с.

49. Правила пожарной безопасности в лесах РФ от 07.10.2020 г. №1614. – М.: Стандартиформ, 2020. – 20 с.

Фондовая

50. Краткое геолого-экономическое обоснование целесообразности вовлечения в эксплуатацию Кимканского и Сутарского железорудных месторождений для производства концентратов на экспорт. Железные руды. - Биробиджан, 1995.

51. Отчет о работах Южно - Хинганской партии за 1950-51 гг. – Хабаровск: Фонды ФГУГП «Дальгеофизика», 1953.

52. Железо-марганцевые месторождения Малого Хингана (сборник данных по геологии, запасам, вещественному составу, степени разведанности и результаты технико-экономических исследований), 1992.

53. Техничко-экономический доклад о целесообразности детальной разведки Сутарского и Костеньгинского месторождений и проект временных кондиций для оперативного подсчета запасов, 1972.

54. Отчет о результатах геофизических работ, выполненных Южно - Хинганской партией на площади Костеньгинского и южной части Сутарского железорудных месторождений в 1967-1969 гг. – Хабаровск: Фонды ФГУГП «Дальгеофизика», 1970.

55. Изучение инженерно-геологических условий эксплуатации месторождения «Сутарское». – М., 1973.

56. Отчет Кимканской партии о геологическом доизучении масштаба 1:200 000 территории листа М-52-XXX, проведенного в 1992-1999 гг. – Хабаровск: ФГУГПП «Хабаровскгеология», 2000.

57. Отчет об инженерно-геологических и метеорологических изысканиях на Сутарском железорудном месторождении в бассейне р. Сутара, 1975.

58. Отчет по геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:200 000 района г. Хабаровска (листы М-53-XXXIII, М-53-XXXIV). Уссурийский-93 объект. - Хабаровск: ХГГПП, 1997.

59. Расчет показателей обогатимости по параметрам вещественного состава и геолого-технологическое картирование Сутарского и Кимканского месторождений железистых кварцитов, 1993.

60. Геологическое строение и полезные ископаемые бассейна верхнего течения р. Бира (отчет Хинганской партии о результатах геологического доизучения ранее заснятых площадей и геологической съемке м-ба 1:50 000 и общих поисков в 1988-1993 гг., листы М-52-107-Б, В, Г; 108-А. В; 119-А) в 2-х книгах. – Хабаровск: ХГГПП, 1993.

61. Вещественный состав железных руд Костеньгинского и Сутарского месторождений на Малом Хингане. – Хабаровск: Фонды ДВТГУ, 1972.

62. Отчет о результатах работ по скважиной магниторазведка и каротажу, выполненных на Костеньгинском железорудном месторождении в 1967-71 гг. – Хабаровск: Фонды ДВТГУ, 1972.

63. Отчет по организации и ведению геоэкологического мониторинга Куранахского титаномагнетитового месторождения на этапе предпроектной и проектной деятельности 2004 г. в 2-х книгах. – Благовещенск: ФГУГПП «Амургеология», 2004.