



Общество с ограниченной ответственностью  
**«Мечел-Инжиниринг»**

Регистрационный номер члена СРО П-006-007714760137-0071 от 30.06.2009

Заказчик – ООО "ЯРК"

Договор №1030

**Технический проект разработки  
Сиваглинского и Пионерского месторождений  
открытым способом.  
Участок первоочередной отработки  
Сиваглинского месторождения**

*ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ*

**Раздел 6. Технологические решения**

**ЯРК.01.01-ТР.1**

Том 6.1

Геология месторождения. Текстовая часть

Директор Департамента  
по проектированию



К.В. Кодола

Главный инженер проекта

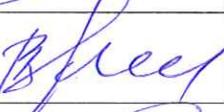
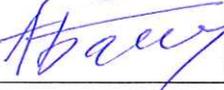
В.А. Равенских

Изм.	№	Подп.	Дата

## Состав проектной документации

Состав проектной документации «Технический проект разработки Сиваглинского и Пионерского месторождений открытым способом. Участок первоочередной отработки Сиваглинского месторождения», шифр ЯРК.01.01, выполнен отдельным томом (ЯРК.01.01-СП).

## Список исполнителей

Отдел	Должность	ФИО	Подпись	Дата
1	2	3	4	5
Отдел открытых горных работ (ОГР)	Начальник отдела	Фисечко Андрей Владимирович		
	Главный специалист	Гапирова Татьяна Николаевна		
Отдел охраны окружающей среды (ООС)	Начальник отдела	Снеткова Марина Юрьевна		
	Главный специалист	Денисова Наталья Владимировна		
	Ведущий инженер-проектировщик	Кузьмичев Павел Алексеевич		
	Ведущий инженер-проектировщик	Побережная Елена Викторовна		
Отдел электромеханики и автоматики (ЭМА)	Начальник отдела	Городецкий Игорь Владимирович		
	Главный специалист	Флейшер Олег Николаевич		
Сантехнический отдел (СТО)	Начальник отдела	Ситнов Антон Анатольевич		
	Ведущий инженер-проектировщик	Давыдова Юлия Олеговна		
	Инженер-проектировщик	Андрейковец Ольга Сергеевна		
Отдел промышленного строительства (ПС)	Начальник отдела	Ромашко Геннадий Борисович		
	Главный специалист	Лукин Виктор Борисович		
Отдел генерального плана и автодорог (ГП и АД)	Инженер-проектировщик_ГП	Гаврилов С.Н.		
	Инженер-проектировщик_ГП	Абакумова И.С.		

## Перечень чертежей

Наименование	Обозначение документа и № листа		
	разработанного вновь	применяемого повторно	типового
1	2	3	4
Ситуационный план района размещения Сиваглинского и Пионерского месторождений. 1:25000	ЯРК.01.01-447-СП1		
Геологическая карта района Сиваглинского месторождения. 1:10000	ЯРК.01.01-ТР.1, л.1		
Геологическая карта Сиваглинского месторождения. 1:2000	ЯРК.01.01-ТР.1, л.2		
Геологический разрез № 8–8. 1:1000	ЯРК.01.01-ТР.1, л.3		
Геологический разрез № 6–6. 1:1000	ЯРК.01.01-ТР.1, л.4		
Геологический разрез № 4–4. 1:1000	ЯРК.01.01-ТР.1, л.5		
Геологический разрез № 2–2. 1:1000	ЯРК.01.01-ТР.1, л.6		
Геологический разрез № 0–0. 1:1000	ЯРК.01.01-ТР.1, л.7		
Геологический разрез № 1–1. 1:1000	ЯРК.01.01-ТР.1, л.8		
Геологический разрез № 3–3. 1:1000	ЯРК.01.01-ТР.1, л.9		
Геологический разрез № 5–5. 1:1000	ЯРК.01.01-ТР.1, л.10		
Геологический разрез № 7а-7а. 1:1000	ЯРК.01.01-ТР.1, л.11		
Геологический разрез № 7–7. 1:1000	ЯРК.01.01-ТР.1, л.12		
Геологический разрез № 9–9. 1:1000	ЯРК.01.01-ТР.1, л.13		
Геологический разрез № 11–11. 1:1000	ЯРК.01.01-ТР.1, л.14		
План подсчета запасов по слою +1090	ЯРК.01.01-ТР.1, л.15		
План подсчета запасов по слою +1080	ЯРК.01.01-ТР.1, л.16		
План подсчета запасов по слою +1070	ЯРК.01.01-ТР.1, л.17		
План подсчета запасов по слою +1060	ЯРК.01.01-ТР.1, л.18		
План подсчета запасов по слою +1050	ЯРК.01.01-ТР.1, л.19		
План подсчета запасов по слою +1040	ЯРК.01.01-ТР.1, л.20		
План подсчета запасов по слою +1030	ЯРК.01.01-ТР.1, л.21		
План подсчета запасов по слою +1020	ЯРК.01.01-ТР.1, л.22		
План подсчета запасов по слою +1010	ЯРК.01.01-ТР.1, л.23		
План подсчета запасов по слою +1000	ЯРК.01.01-ТР.1, л.24		
План подсчета запасов по слою +990	ЯРК.01.01-ТР.1, л.25		
План подсчета запасов по слою +980	ЯРК.01.01-ТР.1, л.26		
План подсчета запасов по слою +970	ЯРК.01.01-ТР.1, л.27		
План подсчета запасов по слою +960	ЯРК.01.01-ТР.1, л.28		

1	2	3	4
План подсчета запасов по слою +950	ЯРК.01.01-ТР.1, л.29		
План подсчета запасов по слою +940	ЯРК.01.01-ТР.1, л.30		
План подсчета запасов по слою +930	ЯРК.01.01-ТР.1, л.31		
План подсчета запасов по слою +920	ЯРК.01.01-ТР.1, л.32		
План подсчета запасов по слою +910	ЯРК.01.01-ТР.1, л.33		
План подсчета запасов по слою +900	ЯРК.01.01-ТР.1, л.34		
Условные обозначения	ЯРК.01.01-ТР.1, л.35		

## Содержание

Состав проектной документации .....	2
Список исполнителей.....	3
Перечень чертежей.....	4
Содержание .....	6
Перечень приложений.....	7
Перечень таблиц.....	8
Перечень рисунков.....	9
Введение.....	10
1 Сведения о лицензии на право пользования недрами .....	12
1.1 Границы участка недр.....	12
1.2 Основные условия лицензионного соглашения .....	13
2 Геологическое строение участка недр.....	15
2.1 Общие сведения и природные условия.....	15
2.1.1 Характеристика местоположения .....	15
2.1.2 Климатические характеристики района .....	18
2.1.3 Рельеф местности.....	18
2.2 Геологическая изученность карьерного поля.....	19
2.2.1 Стратиграфия .....	19
2.2.2 Магматизм.....	22
2.2.3 Тектоника .....	23
2.2.4 Геологическое строение Сиваглинского месторождения.....	24
2.3 Оценка сложности геологического строения карьерного поля .....	28
2.4 Гидрогеологические условия .....	28
2.4.1 Гидрогеологические условия Сиваглинского месторождения.....	28
2.4.2 Геокриологические условия .....	33
2.5 Характеристика полезного ископаемого .....	34
2.6 Попутные полезные ископаемые и полезные компоненты.....	44
2.7 Отходы производства .....	48
2.8 Горно-геологические условия эксплуатации.....	49
2.8.1 Горно-технические условия.....	49
2.8.2 Инженерно-геологические условия месторождения.....	49
2.8.3 Физико-механические свойства горных пород, слагающих месторождение .....	50
2.9 Границы и запасы карьерного поля.....	55
2.9.1 Границы участка недр .....	55
2.9.2 Балансовые запасы карьерного поля.....	55
3 Список литературы.....	66

## Перечень приложений

Перечень текстовых и табличных приложений приведен в томе 6.3 шифр ЯРК.01.01-ТР3.

## Перечень таблиц

Таблица 1.1.1 Координаты угловых точек лицензионных границ участка недр месторождение «Сиваглинское», согласно лицензии ЯКУ 007258 ТЭ .....	12
Таблица 1.1.2 Координаты угловых точек лицензионных границ участка недр месторождение «Сиваглинское» (прямоугольные координаты).....	12
Таблица 2.2.1 Основные параметры рудных тел Сиваглинского железорудного месторождения .....	27
Таблица 2.6.1 Содержание редкоземельных элементов по литологическим разностям пород и руд Сиваглинского месторождения.....	46
Таблица 2.8.1 Результаты определения физико – механических свойств пород и руд месторождения в период 1955–1957гг.....	50
Таблица 2.8.2 Результаты определения физико-механических свойств вмещающих пород месторождения в период 2012-2015г.г. ....	51
Таблица 2.8.3 Классификация пород месторождения по крепости.....	52
Таблица 2.8.4 Результаты испытания проб вмещающих пород по полной программе физико-механических исследований .....	53
Таблица 2.9.1 Координаты угловых точек лицензионных границ участка недр месторождение «Сиваглинское», согласно лицензии ЯКУ 007258 ТЭ .....	55
Таблица 2.9.2 Запасы железной руды Сиваглинского месторождения по состоянию на 01.01.2023г.....	58
Таблица 2.9.3 Распределение запасов технологических типов руд Сиваглинского месторождения погоризонтно (согласно блочной модели), по состоянию на 01.01.2023г. ....	62
Таблица 2.9.4 Балансовые запасы железных руд Сиваглинского месторождения, вовлекаемые в отработку в период опытно-промышленной разработки .....	64
Таблица 2.9.5 Распределение балансовых запасов технологических типов руд Сиваглинского месторождения на основной период разработки, принятые к проектированию.....	65

## Перечень рисунков

Рисунок 2.1.1 Обзорно-административная карта-схем расположения Сиваглинского железорудного месторождения. ....	16
Рисунок 2.1.2 Ситуационный план расположения лицензионных контуров Сиваглинского и Пионерского месторождений .....	17
Рисунок 2.1.3 Вид на Сиваглинское железорудное месторождение .....	19
Рисунок 2.9.1 Блочная модель Сиваглинского месторождения (Autocad) .....	60
Рисунок 2.9.2 Распределение запасов железных руд Сиваглинского месторождения по горизонтам отработки.....	63

## Введение

В 2012г. АО ХК «Якутуголь» были предоставлены две лицензии ЯКУ 03153 ТЭ и ЯКУ 03034 ТЭ с правом производства геологоразведочных и добычных работ на Сиваглинском и Пионерском железорудным месторождениям.

В период 2012-2016 гг. на лицензионных участках выполнены геологоразведочные работы. По итогам их проведения разработаны отдельные ТЭО кондиций, по каждому месторождению, результаты которых показали низкую экономическую эффективность отдельной реализации проектов освоения месторождений. По рекомендации ГКЗ было разработано общее ТЭО постоянных разведочных кондиций для условий разработки месторождений в рамках единого ГОКа. Учитывая близость расположения месторождений друг от друга и схожесть технологических свойств руд, предназначенных для обогащения, расчет технико-экономических показателей выполнялся из условия совместной разработки месторождений, с переработкой руд Пионерского месторождения и руд, требующих обогащения Сиваглинского месторождения на единой обогатительной фабрике. Постоянные кондиции, определившие, в том числе, и порядок отработки месторождений, утверждены в 2020г.

При утверждении запасов по Сиваглинскому месторождению в 2021г, рекомендовано продолжить исследование технологических свойств железных руд: извлечение попутных полезных компонентов – меди, кобальта и золота из железных руд и продуктов обогащения, путем отбора крупнообъемных технологических проб и проведение опытно-промышленной отработки руд Сиваглинского месторождения.

С целью выполнения рекомендаций экспертов ТКЗ Якутнедра, ООО «Мечел-Инжиниринг» по заданию АО ХК «Якутуголь» выполнил проектную документацию: «Проект на проведение разведочных работ по доизучению технологических свойств железных руд Сиваглинского месторождения». Данная документация получила положительное заключение экспертизы ФГКУ «Росгеолэкспертиза» №058-02-13/2022 от 11.02.2022г.

В рамках дополнительного объема геолого-разведочных работ на Сиваглинском месторождении предусмотрено выполнить на протяжении 2022 – 2023 гг. отбор крупнообъемной пробы железной руды в количестве 1375 тыс. т. Проектные решения по производству горных работ в период ОНР разработаны ООО «Мечел-Инжиниринг» в рамках проектной документации «Технический проект опытно-промышленной разработки Сиваглинского месторождения» (шифр ЯУ 94.03), согласованной протоколом №1226-тпи ТКР Якутнедра от 31.03.2022г..

В тоже время, с учетом требований лицензионного соглашения, касающегося сроков разработки и согласования проектной документации, АО ХК «Якутуголь» в 2022 г. выдано задание ООО «Мечел-Инжиниринг» на подготовку документации «Технический проект разработки Сиваглинского и Пионерского месторождений открытым способом», шифр ЯУ.93.05.

Календарным планом предусмотрено производство работ начиная с 2022 года и их завершение в 2046 году, всего за период планируется добыть 68,8 млн. т руды, в том числе Сиваглинский карьер – 19922 тыс. т и Пионерский – 48871 тыс. т. При среднем эксплуатационном коэффициенте вскрыши 2.15 м<sup>3</sup>/т и 1.18 м<sup>3</sup>/т, соответственно по Сиваглинскому и Пионерскому месторождениям. В календарном плане отдельно выделен период производства опытно-промышленной разработки Сиваглинского месторождения.

Указанная документация была согласована Протоколом ЦКР ГПИ-Роснедр №353/22-стп от 23.12.2022г.

В целях реализации первоочередного этапа проекта совместного освоения Сиваглинского и Пионерского месторождений, заключающегося в разработке Сиваглинского месторождения было создано ООО «Якутская рудная компания», являющееся дочерним обществом АО ХК «Якутуголь».

С этой целью в 2022 году была проведена процедура переоформления лицензии на пользование недрами разведки и добычи железных руд на месторождении Сиваглинское, 06.09.2022 года ООО «Якутская рудная компания», предоставлена лицензия ЯКУ 007258 ТЭ.

Концепция совместной разработки Сиваглинского и Пионерского месторождений, предусмотренная решениями Технического проекта разработки Сиваглинского и Пионерского месторождений открытым способом, будет реализовываться двумя недропользователями (АО ХК «Якутуголь» и ООО «Якутская рудная компания») на основе договорных отношений.

## 1 Сведения о лицензии на право пользования недрами

Участок недр месторождение «Сиваглинское» расположено на юге Республики Саха (Якутия) в пределах Сиваглинской группы месторождений Южно-Алданского железорудного района.

В административном отношении входит в состав МО «Нерюнгринский район» Республики Саха (Якутия), на расстоянии 135 км к северу от районного центра – г. Нерюнгри.

Право пользования участком недр предоставлено ООО «ЯРК» на основании лицензии ЯКУ 007258 ТЭ от 06.09.2022 г. Дата окончания действия лицензии - 01.10.2023 г.

### 1.1 Границы участка недр

На дневной поверхности участок недр ограничен угловыми точками со следующими географическими координатами (граница участка недр):

Таблица 1.1.1 Координаты угловых точек лицензионных границ участка недр месторождение «Сиваглинское», согласно лицензии ЯКУ 007258 ТЭ

Угловые точки участка недр	Северная широта			Восточная долгота		
	градусы	минуты	секунды	градусы	минуты	секунды
1	57	29	13	125	01	39
5	57	29	28	125	01	39
6	57	29	42	125	01	51
7	57	30	12	125	01	52
8	57	30	11	125	03	01
9	57	29	11	125	02	58

Таблица 1.1.2 Координаты угловых точек лицензионных границ участка недр месторождение «Сиваглинское» (прямоугольные координаты)

Угловые точки участка недр	СК-63		ГСК-2011	
	X	Y	X	Y
1	6357709.838	2318642.884	6376032.459	21621656.319
10	6358173.879	2318640.762	6376496.372	21621642.461
11	6358607.903	2318838.659	6376935.332	21621829.364
12	6359536.063	2318851.019	6377863.689	21621818.264
13	6359510.608	2320000.212	6377867.272	21622967.933
14	6357654.199	2319959.345	6376010.089	21622974.006

Площадь участка недр в указанных границах составляет 2,23 км<sup>2</sup>, и имеет статус горного отвода с ограничением по глубине нижней границей подсчета запасов, с возможностью уточнения в установленном порядке, после утверждения технического проекта разработки месторождения и получения необходимых согласований и экспертиз.

## 1.2 Основные условия лицензионного соглашения

Основными условиями лицензионного соглашения являются следующие положения:

- 1 Срок утверждения проектной документации на осуществление разведки месторождения полезных ископаемых, получившей положительное заключение экспертизы, предусмотренной статьей 36.1: 01.03.2013г.;
- 2 Срок начала осуществления разведки месторождения полезных ископаемых: 01.06.2013г.;
- 3 Завершение разведки месторождений полезных ископаемых и представление материалов на государственную экспертизу запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации о предоставляемых в пользование участках недр, предусмотренную статьей 29: 01.03.2015г.;
- 4 Срок утверждения технического проекта разработки месторождения полезных ископаемых, согласованного в соответствии со статьей 23.2: 30.06.2022г.
- 5 Срок ввода месторождения полезных ископаемых в разработку(эксплуатацию): 30.06.2024г.

### *Условия лицензионного соглашения по рациональному использованию и охране недр, по безопасному ведению горных работ, связанных с использованием недрами*

- 1 Пользователь недр обязан выполнять требования, предусмотренные статьей 23, частью пятой статьи 24;
- 2 Пользование недрами осуществляется в соответствии с проектной документацией на осуществление геологического изучения недр, проектной документации на осуществление разведки месторождений полезных ископаемых, техническим проектом разработки месторождения полезных ископаемых, техническим проектом строительства и эксплуатации подземных сооружений, техническим проектом ликвидации и консервации горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с пользованием недрами;
- 3 Недропользователь обязан обеспечить:
  - составление проекта на проведение мониторинга месторождения и района влияния горнодобывающего предприятия не позднее 01 марта 2013 года;
  - сооружение наблюдательной сети и начало мониторинга месторождения и района влияния горнодобывающего предприятия не позднее 01 марта 2015 года.

### *Сроки подготовки технического проекта ликвидации и консервации горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с пользованием недрами, и проекта рекультивации земель*

- 1 Срок подготовки технического проекта ликвидации и консервации горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с использованием недрами: не позднее 12 месяцев до установленного срока окончания пользования участком недр.
- 2 Срок подготовки проекта рекультивации земель: не позднее 12 месяцев до установленного срока окончания пользования участком недр.

***Иные условия***

Сроки выхода на проектную мощность горнодобывающего предприятия с производительностью в соответствии с техническим проектом определяются в соответствии с утвержденным и согласованным в установленном порядке техническим проектом разработки.

## 2 Геологическое строение участка недр

### 2.1 Общие сведения и природные условия

#### 2.1.1 Характеристика местоположения

В административном отношении Сиваглинское железорудное месторождение находится на севере МО «Нерюнгринский район» Республики Саха (Якутия), в южной части Республики Саха (Якутия).

Местоположение участка недр приведено на обзорно-административной карта-схеме, см. рисунок 2.1.1.

Сиваглинское месторождение располагается на расстоянии 145 км от железнодорожной станции Беркакит, в 135 км от г. Нерюнгри (население около 60 тысяч человек), в 115 км от пос. Серебряный Бор (население около 5 тысяч человек), в 95 км от пос. Чульман (население около 10 тысяч человек), в 18 км северо-северо-восточнее пос. Бол. Хатыми (население около 1000 человек).

Ситуационный план размещения лицензионного участка Сиваглинского месторождения приведен на рисунке 2.1.2.

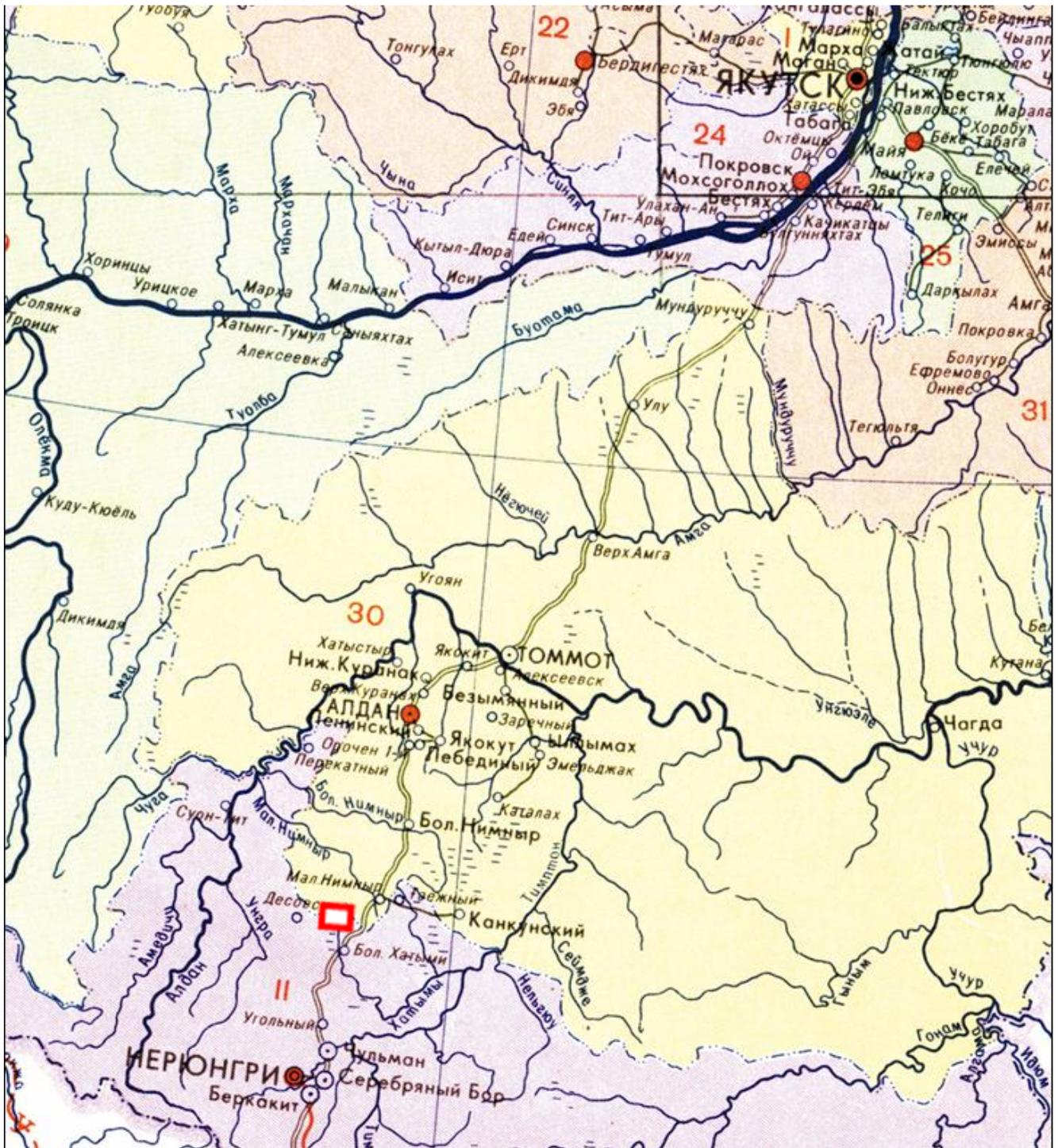
В 4 км юго-западнее находится Пионерское месторождение, лицензия на право добычи железных руд представлена АО ХК «Якутуголь».

В 2 км восточнее Сиваглинского месторождения проходит федеральная автотрасса М-56 «Лена», в 9 км восточнее - железная дорога «Нерюнгри – Алдан – Томмот - Нижний Бестях». По железной дороге – до ст. Нижний Бестях открыто грузовое движение, строительство ее в настоящее время продолжается до г. Якутска.

Специфической особенностью района является наличие островной многолетней мерзлоты мощностью от первых метров до 40–190 м.

Сезонное промерзание грунтов достигает 5–7 м, многолетняя мерзлота развита в долине р. Сивагли до глубины 50–60 м.

По данным Якутского филиала Сибирского отделения АН СССР и Южно-Якутского отделения КраСТИСИЗа сейсмичность района 7 баллов.



 - место расположения участка проектирования.

Рисунок 2.1.1 Обзорно-административная карта-схем расположения Сиваглинского железорудного месторождения.

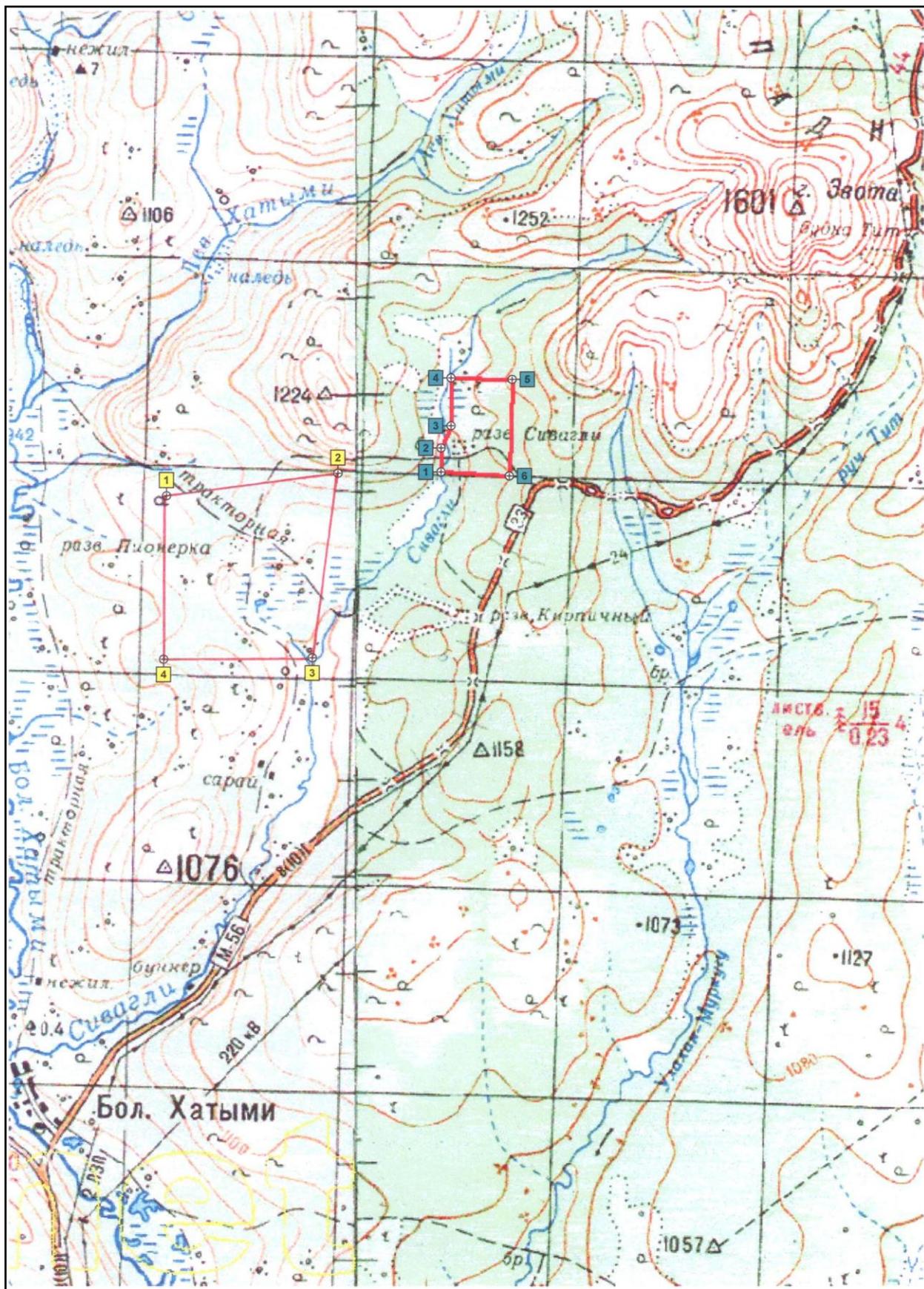


Рисунок 2.1.2 Ситуационный план расположения лицензионных контуров Сиваглинского и Пионерского месторождений

Сиваглинское (бирюзовые угловые точки) и Пионерское (желтые угловые точки).

Речная сеть в районе месторождений входит в систему реки Тимптон, являющейся правым притоком р. Алдан. Основными водотоками в районе являются р. Бол. Хатыми с ее составляющими Правая, Средняя и Левая Хатыми, Сивагли, Муркугу (левые притоки р. Бол. Хатыми). Реки и ручьи, большей частью, зимой промерзают до дна, вследствие чего на них участками образуются наледи. В долинах рек и ручьев отмечаются процессы карстообразования.

### 2.1.2 Климатические характеристики района

Климат на территории исследуемого участка достаточно суровый, резко континентальный, отличающийся холодной долгой зимой, коротким и тёплым летом и кратковременностью переходных периодов.

Температурный режим данного района характеризуется высокими температурами летом и низкими зимой, отсутствием переходных температур, а именно быстрым нарастанием температуры весной и быстрым падением осенью.

По данным ГМС Чульман среднегодовая температура составляет – 7.0°C. Самым холодным месяцем является январь со средней месячной температурой – 30.8°C. Самым тёплым месяцем является июль со средней месячной температурой + 16,1 °С. Абсолютный минимум температуры воздуха – минус 60.9°C (январь), а абсолютный максимум воздуха + 34.8°C. Расчётная температура самой холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98% составляет – 45.0°C.

Продолжительность холодного периода года составляет – 213 дней, тёплого – 152 дней.

Среднее количество осадков за год по данным метеостанции составляет 577 мм., и меняются они от 11 до 108 мм.

Зима малоснежная и достаточно сухая. Характерной особенностью является неравномерное распределение осадков по месяцам. Максимальное количество осадков выпадает в июле - 108 мм., а минимум в феврале – 11 мм.

Устойчивый снеговой покров устанавливается в среднем 17 сентября, сход снежного покрова происходит в среднем 21 мая. Средняя высота снежного покровы составляет – 64 см., максимальная – 98 см., а минимальная – 31 см.

Преобладающее направление ветра северное (26 %) и северо-западное (29 %). Средняя скорость ветра – 2,5 м/с. Максимальная скорость ветра с учётом порывов составляет – 23 м/с.

### 2.1.3 Рельеф местности

Месторождения расположены в пределах Алданского нагорья с абсолютными отметками поверхности в пределах площади участка 1030-1080м и относительными превышениями 100-110м над долиной р. Бол. Хатыми и 40-45м над долиной руч. Сивагли

Рельеф на площади участка недр низкогорный с плоским широким (1-1.5 км) водоразделом и пологими склонами (см. Рисунок 2.1.3), заболоченными в нижней части, на левом (восточном) склоне долины руч. Сивагли. Долина руч. Сивагли широкая, плоская, заболоченная.



Рисунок 2.1.3 Вид на Сиваглинское железорудное месторождение

## 2.2 Геологическая изученность карьерного поля

### 2.2.1 Стратиграфия

Описание геологии района (стратиграфия, магматизм, тектоника и полезные ископаемые) приведено на основе работ Киселева Г. Н. и др.:

Отчет о геологическом доизучении площади Южно-Алданского железорудного района в масштабе 1: 50 000 на листах О-51-83-В, Г; О-51-84-В,Г; О-51-93-Б,Г; О-51-94-А,Б,В,Г; О-51-95-А,Б,В,Г; О-51-96-А,Б,В,Г;

Отчет по результатам работ Эвотинской партии за 1978–1988 г.г. ЮЯГРЭ, п. Чульман, 1988. /23/ и Кардаш Е.А., Утробин Д. В., Торопыгин С. Б;

Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000 (издание второе). Серия Алданская. Лист О-51-XXIV. Санкт-Петербург, 2008 г. /1/.

Южно-Алданский железорудный район занимает центральную часть Алданского щита и в структурном отношении охватывает Унгра-Тимптонский синклиний, выполненный кристаллическими образованиями федоровской серии нижнего протерозоя. В ядрах антиклинальных складок, осложняющих синклиний, в контурах железорудного района выходят нижележащие метаморфические породы верхнеалданской серии, на которых образования федоровской серии лежат с угловым и стратиграфическим несогласием. Фрагментарно кристаллические породы фундамента перекрываются чехлом карбонатных отложений венда и нижнего кембрия.

Верхнеалданская серия в пределах железорудного района представлена только одной свитой, занимающей верхнее положение в разрезе серии, – нимырской, выходящей в ядрах антиклинальных складок и имеющей пироксеновый состав. Разрез свиты представлен средней и верхней частями. Свита сложена плагиогнейсами и гнейсами биотитовыми, гиперстен-биотитовыми, биотит-двупироксеновыми, роговообманково-биотитовыми, иногда графит-содержащими, с прослоями плагиосланцев биотит-двупироксен-роговообманковых. Суммарная мощность свиты 600 м. В верхней части разреза свиты мощностью 150 м появляются гранат-содержащие биотитовые плагиогнейсы, кордиерит-биотитовые, биотит-гиперстеновые и биотит-двупироксеновые гнейсы и плагиогнейсы. Встречаются биотит-силлиманитовые плагиогнейсы или их разности (гнейсы) с кордиеритом и гранатом.

Федоровская серия является роговообманковой. Максимальная мощность фёдоровской серии принята 2600 м. Федоровская серия подразделена на три свиты (снизу-вверх): медведевскую, леглиерскую (продуктивную) и атырскую.

Медведевская свита залегает несогласно на верхнеалданской серии. В нижней части разреза свиты залегают двупироксен-, гиперстен- и диопсид-роговообманковые плагиосланцы, выше по разрезу сменяющиеся роговообманковыми, диопсид-роговообманковыми, биотит-роговообманковыми плагиосланцами, а затем роговообманковыми, биотит-роговообманковыми и биотитовыми плагиогнейсами. Мощность свиты 0-900 м. В разных частях разреза свиты по плагиосланцам часто развиваются сфенсодержащие салит-плагиоклазовые и салит-кварц-плагиоклазовые метасоматические породы (скарны) и их скаполитизированные разности – сфенсодержащие салит-скаполит-плагиоклазовые и салит-скаполитовые.

Леглиерская свита является продуктивной на железо и флогопит. Она залегает несогласно на подстилающих породах. Мощность свиты колеблется от первых десятков метров до 1000 м. Свита насыщена карбонатными породами, диопсидовыми сланцами, магнетитовыми рудами и метасоматическими породами (скарнами). Стратиграфический разрез свиты воссоздаётся «снятием» сильно проявленного метасоматоза, наибольший след среди которого оставил фронт базификации (скарнирование прогрессивной стадии гранитизации). Свита делится на две пачки (части) – нижнюю и верхнюю. Нижнюю рудную пачку определяют магнетитовые руды, в ней сосредоточены все запасы железных руд района. Верхнюю пачку определяют карбонатные породы.

Мощность нижней, рудной, пачки 0–320 м. Пачка представлена переслаиванием магнетитовых руд с серпентиновыми и оливин-серпентиновыми породами (сланцами), биотитовыми плагиосланцами и плагиогнейсами, роговообманковыми, биотит-роговообманковыми и диопсид-роговообманковыми, сфенсодержащими салитовыми плагиосланцами, карбонатными породами, редко маломощными прослоями диопсидовых

сланцев. В пачке встречаются биотит-силлиманитовые плагиогнейсы, биотит-гранатовые и биотит-силлиманит-гранат-кордиеритовые гнейсы. Магнетитовые руды представлены серпентин-магнетитовыми, серпентин-оливин-магнетитовыми, оливин-магнетитовыми, оливин-людвигит-магнетитовыми, оливин – апатит - людвигит - магнетитовыми, диопсид (салит)-магнетитовыми, флогопит-диопсид-магнетитовыми, флогопит-магнетитовыми, роговообманково-диопсид-магнетитовыми, флогопит-роговообманково-диопсид-магнетитовыми, роговообманково-магнетитовыми, салит-скаполит-магнетитовыми, салит-плагиоклаз-магнетитовыми, гиперстен- и двупироксен-магнетитовыми, салит-андрадит-магнетитовыми разностями.

Верхняя пачка свиты имеет мощность 0–260 м. В её составе карбонатные породы (серпентиновые, серпентин-оливиновые и оливиновые доломитофиры и доломитовые мраморы, кальцифиры и кальцитовые мраморы) переслаиваются с роговообманковыми, биотит-роговообманковыми, диопсид-роговообманковыми, биотитовыми плагиосланцами, диопсидовыми сланцами и плагиосланцами.

По породам леглиерской свиты развиты зоны скарнов, образовавшиеся под воздействием региональной гранитизации. Скарновыми процессами затронуто от 5 до 70% объёма пород свиты. Среди скарнов выделяются следующие минеральные разновидности: диопсидовые, роговообманково-диопсидовые, флогопит-диопсидовые, флогопит-роговообманково-диопсидовые, роговообманковые, флогопитовые, сфенсодержащие диопсид-плагиоклазовые, диопсид-скаполит-плагиоклазовые и диопсид-скаполитовые породы, салит-андрадитовые и эпидот-салит-андрадитовые породы, гиперстен-диопсидовые, флогопит-двупироксеновые породы, более редко встречаются сфенсодержащие и без сфена диопсид (салит)-волластонитовые, андрадит-волластонитовые и андрадит-скаполитволластонитовые, диопсид (салит)-волластонит-скаполитовые породы.

Атырская свита выполняет ядерные части наиболее глубоких синклиналей. Максимальная вскрытая мощность свиты 150 м. Свита имеет местные несогласия с подстилающей леглиерской свитой. Представлена роговообманковыми, биотит-роговообманковыми, диопсид-роговообманковыми плагиосланцами и плагиогнейсами, биотитовыми плагиогнейсами.

Вендская система. Юдомская серия. Усть-юдомская свита. Отложения усть-юдомской свиты обнажаются в виде узкой полосы на юге района, где они с резким угловым и стратиграфическим несогласием залегают на пенепленизированной поверхности кристаллических образований. Отложения свиты слабо наклонно падают на юг и юго-запад под углом 1,5-2°. Мощность свиты резко уменьшается с юга (180 м) на север (0,5–5,0 м) в связи с эрозионно-денудационными процессами. Свита сложена светло-серыми тонкозернистыми

доломитами с прослоями коричневато-серых, серо-зеленых доломитов, мергелей и базальной пачкой песчаников мощностью 0–6 м с линзами конгломератов.

### 2.2.2 Магматизм

Магматические образования в Южно-Алданском железорудном районе весьма широко распространены и представлены широким возрастным и петрографическим спектром пород. По возрасту выделяются раннепротерозойские, позднепротерозойские и мезозойские интрузии, по петрографическому составу – метагаббро, габбро-диориты, габбро-сиениты, метадиориты, пироксениты, оливиновые нориты, перидотиты, горнблендиты, граниты и продукты региональной гранитизации, диабазы, сиенит-порфиры.

Наиболее древними является раннепротерозойский унгринский метагаббровый комплекс, представленный амфиболовыми и диопсид-амфиболовыми метагаббро, субщелочными габбро, габбро-диоритами, монцонитами, слагающими массивы и пластовые тела.

К более позднему, также раннепротерозойскому, медведевскому плутоническому метаперидотит-габбровому комплексу относятся ультраосновные породы, слагающие мелкие пласты и тела. Минеральный состав пород комплекса варьирует в широких пределах с взаимными переходами от ультрамафитов, норитов до кварцевых диоритов. Строение и состав тел базитов характерны для расслоенных плутонических интрузивов среднего и основного состава. Основные породы комплекса представлены: пироксеновыми амфиболитами и амфиболовыми пироксенитами (преобладают), оливиновыми норитами, роговообманковыми перидотитами и плагиоклазовыми горнблендитами.

Наиболее широко распространены раннепротерозойские гранитоиды. При всём разнообразии структурно-вещественных (от гранодиоритов и сиенитов до щелочно-полевошпатовых лейкогранитов) и морфологических (штоки, пластовые тела, жилы, мигматиты и т.п.) характеристик гранитоиды выступают как единое образование. Они объединяют мигматит-плутоны палингенно-анатектических и палингенно-метасоматических гранитов. Основной объём гранитоидов относится к гранитам и гранито-гнейсам, которые совместно образуют ультраметагенные мигматит-плутоны и мелкие автохтонные тела, сопровождающиеся обширными ореолами мигматизации и гранитизации и секущими жилами гранит-пегматитов. Преобладают биотитовые, амфибол-биотитовые, реже встречаются амфиболовые и пироксеновые граниты, аляскитовые граниты, совсем редки гранатовые и кордиеритовые граниты.

Наиболее поздние протерозойские магматические образования представлены сиваглинским гипабиссальным долеритовым комплексом. Диабазы комплекса образуют многочисленные дайки северо-восточного и северо-западного простирания.

Мезозойские интрузивные образования распространены по всей площади железорудного района. Выделяются последовательно внедрившиеся комплексы: позднеюрский верхнеселигдарский гипабиссальный комплекс сиенит-порфировый, относящийся к монцонит-сиенитовой формации сиенитовой серии умеренно-щелочного ряда (авгит-роговообманковые кварцевые сиенит-порфиры и роговообманковые кварцевые сиенит-порфиры, роговообманковые граносиенит-порфиры, авгитовые сиенит-порфиры), и раннемеловой эльконский гипабиссальный комплекс щелчносиенит-щелчногранитовый (эгириновые сиенит-порфиры и граносиенит-порфиры, сельвсбергиты, грорудиты). Первые образуют крупный Эвотинский лакколлит в центральной части района и дайки, вторые – штоки, дайки и в западной части района – штокверко-подобное тело.

### 2.2.3 Тектоника

Южно-Алданский железорудный район находится в центральной части Алданского щита. По тектоническому делению он расположен в центральной части Нимнырского гранулит-ортогнейсового террейна, занимающего западную часть Центрально-Алданского супертеррейна. Структурный план террейна представляет собой совокупность сложноустроенных гранитоидных купольных структур и межкупольных сублинейных синклинориев и антиклинориев. Ядра куполов слагают ортогнейсы, представленные гранито-гнейсами, чарнокито- и эндербито-гнейсами с телами амфиболитов, плечи куполов сложены парагнейсовым комплексом, который представлен двумя ассоциациями пород – верхнеалданской толщей и федоровской толщей.

Железорудный район охватывает Унгра-Тимптонский синклинорий, ориентированный в субширотном направлении. Северное крыло и осевая часть синклинория выходят на поверхность, южное крыло скрыто под отложениями платформенного чехла. Внутри Унгра-Тимптонского синклинория выделяются крупные опрокинутые изоклинальные складки. К северу от оси синклинория на его северном крыле складки запрокинуты в северном направлении под углом 40–60°, к югу от оси складки запрокинуты в южном направлении под углом 60–70°. Протяжённость складок от первых сотен метров и первых км до 32 км при ширине от 100 до 120 м и глубине до 1 000–2 000 м. Наиболее крупными структурами в северном крыле синклинория являются Дёсовская и Дёс-Хатыминская синклинали (в западной части района), Комсомольско-Пионерская и Тит-Эргинская синклинали (в центральной части района) и Леглиерская синклинали зона (в центральной части района).

Все крупные разломы района представляют собой системы сопряжённых субпараллельных, часто кулисообразных разрывных нарушений различного ранга. Морфокинематически подавляющее большинство отдельных разломов являются субвертикальными (редко с падениями 60–80°) сбросами или взбросами в нередкой комбинации со сдвигами. Они

группируются в зоны разломов мощностью до 1–1,5 км. Суммарные амплитуды смещений по зонам разломов достигают десятков и сотен метров, в предельных случаях - первых километров.

#### 2.2.4 Геологическое строение Сиваглинского месторождения

Сиваглинское железорудное месторождение находится на левобережье среднего течения р. Сивагли. Общая площадь месторождения, включающая ряд магнитных аномалий различной степени интенсивности и рудоносных зон, вытянута в северо-восточном направлении на 4 км при ширине 300–500 м. Разведанная часть (собственно месторождение), занимает центральную часть этой площади (700x400 м). Фланги площади (в том числе Северная аномалия) представляют собой высокоинтенсивные аэромагнитные аномалии. В строении Сиваглинского месторождения принимают участие (снизу-вверх) породы медведевской и продуктивной леглиерской свит федоровской серии верхнего архея.

Медведевская свита окаймляет месторождение с запада и севера и представлена толщей сфен-содержащих салит-плагиоклазовых (-скаполитовых) сланцев, в значительной степени гранитизированных. На контакте с пегматоидными гранитами по сфен-содержащим салит-скаполитовым сланцам развиваются салит-андрадитовые скарны. Неполная (вскрытая) мощность свиты около 100 м.

Леглиерская свита на месторождении подразделяется на две пачки - нижнюю и верхнюю. Обе пачки являются рудными. Подстиляется продуктивный горизонт диопсид-амфибол-плагиоклазовыми кристаллосланцами.

Нижняя рудная пачка мощностью 80–120 м. представлена залежами магнетитовых, мартит-магнетитовых и мартитовых руд двух уровней, разделенных диопсидовыми кристаллосланцами, диопсидовыми и серпентиновыми породами. В западной части месторождения, где породы леглиерской свиты расположены в нормальном, не осложненном крыле синклинали, разрез этой части пачки начинается пластом салит-магнетитовых руд мощностью 10–60 м (рудное тело № 4). В 100–180 м стратиграфически выше через пласт магнетитсодержащих диопсид (салит)-плагиоклазовых и диопсидовых (салитовых) кристаллосланцев и их амфиболизированных разновидностей, они сменяются линзами мартитовых руд мощностью от 16 до 28 м (залежь № IV по результатам предшественников).

В тектонически сложно устроенной центральной части месторождения два рудных пласта (рудные тела №№ 3, 31 и 2, 21, 22, 23) имеют хлорит-серпентин-мартитовый и хлорит-серпентин-мартит-магнетитовый и салит-магнетитовый состав. Верхний пласт руды в этой части месторождения имеет повышенную мощность от 6 до 65 м, в среднем 40 м.

Верхняя рудная пачка представлена диопсид- и амфибол-содержащими кальцифирами мощностью от 20 до 60 м, с маломощными прослоями серпентиновых пород и серпентин-

магнетитовых руд (рудные тела №№ 1и11). Кальцифиры перекрыты сфен-содержащими салит-плагиоклазовыми (-скаполитовыми) кристаллосланцами.

В восточной части месторождения вдоль границы с вендским чехлом доломитов развита довендская кора выветривания, в пределах которой магнетитовые руды были мартитизированы на глубину 20–25 м от основания вендских доломитов. На глубину до 10 м мартитовые руды представлены доюдомскими элювиальными брекчиями, а также угловатыми и слабо окатанными обломками мартита размером от первых миллиметров до 5 см, сцементированных более мелкообломочным мартитом и серпентит-нонтронит-монтмориллонитовым материалом. Среди обломочного материала встречается также хорошо окатанная галька мартита, пегматоидного кварца и гранита.

В тектоническом отношении Сиваглинское месторождение приурочено к ядерной части одноименной синклинали, запрокинутой под углом 50-60° в южном направлении. В синклинали месторождение занимает место крутого перегиба структуры из северо-восточного направления на юго-восточное, с осложнением ее синклиальной складкой запад-северо-западного направления.

Основные запасы железных руд месторождения приурочены к северо-западному крылу Сиваглинской синклинали на участке осложнения ее синклиальной складкой.

Юго-западное крыло осложняющей синклинали после антиклинального перегиба выходит на нормальное крыло Сиваглинской синклинали.

Складчатое усложнение северо-западного крыла Сиваглинской синклинали приходится на тектонически ослабленный разломами участок, оказавшийся наиболее проницаемым для всех наложенных на метаморфические породы метасоматических и гидротермально-метасоматических процессов. Здесь широко проявлена региональная гранитизация, месторождение окаймляется раннепротерозойскими пегматоидными гранитами, породы и руды месторождения прорваны дайками мезозойских роговообманковых сиенит-порфиров. Граница метаморфических пород с вендским карбонатным чехлом часто фиксируется зоной роговообманковых сиенит-порфиров, силл которых, по-видимому, ранее перекрывал оба комплекса. Мезозойский магматизм сопровождался формированием зон брекчий и гидротермально-метасоматической проработкой пород и руд.

Магнетитовые руды и вмещающие породы центральной части месторождения подверглись значительному воздействию гидротермальных растворов на завершающем этапе мезозойского магматизма. Гидротермально-метасоматические процессы проявились в хлоритизации, мартитизации, окварцевании и сульфидизации вмещающих пород и руд. Гидротермально-метасоматическими изменениями затронута вся центральная часть месторождения.

На месторождении по результатам разведочных работ выделяются 9 рудных тел, из которых 5 имеют незначительные размеры.

Основные характеристики рудных тел Сиваглинского месторождения приведены в таблице 2.2.1.

Таблица 2.2.1 Основные параметры рудных тел Сиваглинского железорудного месторождения

№№ рудных тел	Длина, м	Мощность, м		Угол падения, град	Азимут падения, град.	Средневзвешенное содержание, %					Глубина разведки от дневной поверх., м	Разведочная сеть (по прост.×по пад), м	Степень изученности
		min	max			Feобщ.	Feмагн.	Собщ.	P	Cu			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	150	5	31	60	0	34,08	27,02	0,05	0,06	0,34	75	100×100	Канавы-1; скважины-1
2	480	10	80	40-60	20	46,25	15,89	1,51	0,10	0,37	250	50×50; 50×100	Канавы-7; скважины-33
3	290	60	250	40-70	25	53,46	8,34	0,48	0,13	0,36	150	50×50; 50×100	Канавы-5; скважины-15
4	420	10	60	60	350	47,30	39,07	2,03	0,07	0,40	200	25×100; 100×100	Скважины-14
11	75	9	-	60	0	24,55	13,47	1,97	0,16	0,24	20	100×100	Скважины-1
21	90	4	16	40	20	20,16	10,14	1,25	0,20	0,16	80	50×50	Скважины-2
22	170	8	20	40-45	20	23,49	7,41	2,34	0,18	0,37	150	50×50; 50×100	Канавы-2; скважины-8
23	90	5	-	65	20	25,67	10,10	0,12	0,07	0,10	20	100×100	Скважины-1
31	120	15	20	55	25	36,17	4,24	0,11	0,40	0,13	50	50×50	Канавы-2

### 2.3 Оценка сложности геологического строения карьерного поля

Согласно геологическому отчету, Сиваглинское железорудное месторождение отнесено к 3-ей группе сложности геологического строения в соответствии с Методическими рекомендациями.

### 2.4 Гидрогеологические условия

#### 2.4.1 Гидрогеологические условия Сиваглинского месторождения

Железорудное месторождение Сивагли располагается на левобережье одноименной реки в пределах площади развития отложений архейского, протерозойского и мезозойского возраста, которые повсеместно перекрыты маломощным чехлом рыхлых четвертичных отложений различного генезиса. На западе граница месторождения проходит вдоль русла реки Сивагли, а на востоке вдоль водораздела между реками Сивагли и Муркугу.

По морфологическим признакам площадь участка месторождения относится к среднегорью южной части Алданского нагорья и характеризуется сглаженными формами рельефа. Водоразделы в бассейне реки Сивагли представляют собой залесённые увалы с полого-выпуклыми поверхностями выравнивания. Склоны водоразделов преимущественно малой крутизны. Ведущую роль в формировании современного рельефа играют денудационные и эрозионные процессы. Глубина расчленения рельефа 50–70 м при максимальных абсолютных отметках водоразделов до 1150 м.

Основной водоток река Сивагли является левым притоком реки Хатыми, входящей в систему реки Тимптон. В районе месторождения она является сезонно действующим водотоком, так как в конце зимне-весеннего периода поверхностный сток полностью прекращается. Долина реки Сивагли трапецевидная, асимметричная, шириной 70–150 м. Склоны долины пологие, высотой 40–60 м, поросшие лиственным лесом. Дно долины и русло сложены валунами и галькой с песчаным заполнителем. Русло реки многорукавное. Берега высотой до 2,0 м, задернованные, плавно переходят в склон долины. На отдельных участках реки Сивагли имеется ярко выраженная высокая пойма шириной до 10–15 м.

Поверхностный сток в реке Сивагли начинается в мае и прекращается в январе-феврале. В летний период времени отмечаются дождевые паводки в период выпадения интенсивных атмосферных осадков. Согласно данным, приведенных в отчёте [8] расход воды в период весеннего половодья (июнь 1953 года) составил 5120 л/с, а в период осеннего дождевого паводка – 3800 л/с. Согласно данным меженных гидрометрических съёмки расход воды в период летней межени в районе месторождения изменялся от 180 до 457 л/с. Согласно данным, полученным в процессе работ, в августе 2015 года расход воды реки Сивагли составил 333 л/с.

В соответствии со стратиграфией в гидрогеологическом разрезе месторождения можно выделить следующие водоносные комплексы (горизонты):

- четвертичный водоносный горизонт (поровые подземные воды);
- верхнепротерозойско-нижнекембрийский водоносный комплекс (трещинно-карстовые воды);
- архейско-протерозойский водоносный комплекс (трещинные и трещинно-жильные воды);
- мезозойский водоносный комплекс (трещинные и трещинно-жильные воды).

Подземные воды четвертичных отложений в пределах участка имеют почти повсеместное распространение и по генетическому признаку делятся на подземные воды элювиально-делювиальных отложений и подземные воды аллювиальных отложений.

Подземные воды элювиально-делювиальных отложений относятся, чаще всего, к надмерзлотным грунтовым водам. Они имеют повсеместное распространение и по характеру циркуляции воды являются поровыми, безнапорными. Питание этих вод осуществляется за счёт инфильтрации выпадающих атмосферных осадков и таяния льда, содержащегося в оттаивающих сезонномёрзлых породах. В связи с их приуроченностью к деятельному слою они характеризуются довольно слабой водообильностью. Дебиты источников колеблются от 0,005 до 3–4 л/с. Уровни подземных вод залегают вблизи дневной поверхности (0,0–1,5 м).

В 1951–1953 годах были проведены опытно-фильтрационные работы в нескольких шурфах и получены следующие результаты. В шурфе 12 при трёх различных ступенях дебита получены значения удельного дебита при откачке равные 0,052, 0,043 и 0,033 л/с\*м. В шурфе 375 значения удельного дебита при откачке равны соответственно 0,045, 0,038 и 0,035 л/с\*м. В шурфе 374 значения удельного дебита при откачке равны соответственно 0,050, 0,050 и 0,036 л/с\*м.

Для определения коэффициента фильтрации использована формула Форхгеймера для несовершенных шурфов при максимально достигнутых понижений уровня подземных вод. Величина коэффициента фильтрации составила 0,88 м/сутки (шурф 12), 0,82 м/сутки (шурф 1375) и 0,87 м/сутки (шурф 374).

Таким образом, четвертичные делювиальные отложения обладают невысокими фильтрационными свойствами и водоприитоки за счёт надмерзлотных вод могут формироваться лишь в тёплый период года. В зимний период (октябрь-май) этот водоносный горизонт полностью промерзает.

По химическому составу надмерзлотные подземные воды являются ультрапресными или пресными, гидрокарбонатными кальциево-магниевыми, сухой остаток 61–150 мг/л, по общей жёсткости очень мягкими, реакция среды слабокислая. Температура подземных вод на выходе 1,8–2,5 °С.

Подземные воды аллювиальных отложений относятся к межмерзлотным водам и приурочены к сквозному подрусловому талику реки Сивагли. Водовмещающие породы представлены валунно-галечниковыми отложениями с песчаным и супесчаным заполнителем до 30 %. Мощность аллювия в пределах месторождения колеблется от 4,0 до 10,0 м, а вскрытая мощность водоносного горизонта от 1,8 до 6,2 м / 25 /.

Относительным водоупором для аллювиального водоносного горизонта служат трещиноватые граниты, гранитогнейсы, кальцифиры, сиениты архейского, протерозойского и мезозойского. Глубина залегания подземных вод 0,9–4,25 м. По характеру циркуляции воды являются поровыми, безнапорными. Питание аллювиального водоносного горизонта осуществляется за счёт инфильтрации поверхностных вод реки Сивагли, а также частично за счёт инфильтрации атмосферных осадков в пределах поймы.

По имеющимся данным предыдущих исследований [10] при опробовании скважины 77 были получены следующие данные. Удельные дебиты колеблются от 1,62 до 3,17 л/с\*м, а коэффициенты фильтрации от 31 до 46 м/сутки. Средний коэффициент водопроницаемости составляет 195 м<sup>2</sup>/сутки.

Аллювиальный водоносный горизонт тесно связан с поверхностным стоком реки Сивагли и к концу зимнего водокритического периода значительно истощается и его мощность уменьшается. По химическому составу межмерзлотные подземные воды данного горизонта являются ультрапресными или пресными, гидрокарбонатными кальциево-магниевыми, минерализация от 57 до 118 мг/л, по общей жёсткости воды являются мягкими, реакция среды нейтральная. Температура подземных вод на выходе от 1,4 до 3,6°С.

Верхнепротерозойско-нижнекембрийский водоносный комплекс распространён на востоке и юго-востоке месторождения Сивагли. Водовмещающие породы представлены закарстованными доломитами с прослоями и линзами известняков и мергелей. Вскрытая мощность этих отложений колеблется от 25 до 47 м.

По характеру циркуляции подземные воды относятся к трещинным и карстово-трещинным. В пределах водоразделов и в верхней части склонов подземные воды являются безнапорными. Уровни подземных вод данного комплекса залегают на различной глубине относительно поверхности земли, что обусловлено взаимным расположением областей питания, движения и разгрузки подземных вод.

На водоразделах (скв.17) уровень подземных вод залегает на глубине 28–39 м, на склонах на глубине 18-28 м, в долине реки Хатыми в зоне поглощения поверхностного стока (скв.10017) на глубине 122-129 м, а в долине реки Муркугу (скв.12-г) отмечен самоизлив подземных вод и величина напора достигает + 3,65 м от поверхности земли. Глубина залегания уровня подземных вод является величиной изменчивой в годовом и многолетнем разрезе и определяется его

режимом. Питание верхнепротерозойско-нижнекембрийского водоносного комплекса осуществляется, в основном, за счёт инфильтрации в летний период времени атмосферных осадков на талых участках водоразделов.

В 1957 году для оценки фильтрационных параметров данного водоносного комплекса были проведены одиночные откачки из скважины 111 и 128. Основные результаты опытно-фильтрационных работ, следующие:

Удельные дебиты скважин колеблются от 0,01 до 0,059 л/с\*м.

Коэффициенты фильтрации колеблются от 0,108 до 0,125 м/сутки, составляя в среднем по месторождению 0,115 м/сутки.

Коэффициент водопроницаемости составляет от 0,8 до 4,64 м<sup>2</sup>/сутки, составляя в среднем по месторождению 3,08 м<sup>2</sup>/сутки.

По химическому составу подземные воды данного комплекса являются пресными, гидрокарбонатными кальциево-магниевыми, минерализация от 115 до 256 мг/л, по общей жёсткости воды являются жёсткими, реакция среды нейтральная.

Температура подземных вод на выходе от 1.8 до 2.6°С.

Архейско-протерозойский водоносный комплекс распространён в центре и на севере месторождения Сивагли и является основным водоносным комплексом, подземные воды которого участвуют в обводнении месторождения. Водовмещающие породы представлены гранитами, гранитогнейсами, магнетитовыми железными рудами, гнейсами и кальцифирами. Вскрытая мощность этих отложений достигает 250 м.

По характеру циркуляции подземные воды относятся к трещинным и трещинно-жильным. В пределах водоразделов и в верхней части склонов подземные воды являются безнапорными. В нижней части склонов и в долинах рек при наличии многолетнемерзлых пород подземные воды приобретают местный криогенный напор, который может достигать 50 м.

Согласно конфигурации гидроизогипс поток подземных вод имеет юго-восточное направление. В верхней части склонов уровень подземных вод залегает на глубинах от 0 до 15 м, в нижней части склонов на глубинах от 5 до 20 м, в долине ручья Сивагли на глубинах от 2,0 до 5,0. Глубина залегания уровня подземных вод является величиной изменчивой в годовом и многолетнем разрезе и определяется его режимом. Питание архейско-протерозойского водоносного комплекса осуществляется, в основном, за счёт инфильтрации атмосферных осадков на талых участках водоразделов, а также за счёт перетекания из четвертичного аллювиального водоносного горизонта в долине реки Сивагли.

Водообильность архейско-протерозойского водоносного комплекса в пределах участка разведки колеблется в довольно широких пределах. В результате проведенных опытно-фильтрационных работ выявлена значительная неоднородность фильтрационных свойств в

плане. Это объясняется тем, что ёмкостные и фильтрационные свойства водовмещающих горных пород в значительной мере определяются степенью их трещиноватости, открытостью трещин, наличием заполнителя и т. д.

По данным разведки Сиваглинского месторождения в 1951-1957 годах величина удельных дебитов скважин при опробовании колебалась от 0,007 до 0,029 л/с, составляя в среднем 0,018 л/с. Величина коэффициента водопроницаемости  $k_m$  архейского водоносного комплекса изменялась в довольно узких пределах от 0,54 до 3,05 м<sup>2</sup>/сутки, составляя в среднем по месторождению 1,79 м<sup>2</sup>/сутки, а величина коэффициента фильтрации  $k$  изменялась от 0,0139 до 0,0386 м/сутки, составляя в среднем по месторождению 0,0287 м/сутки.

09–14 декабря 2014 года в скважине 371-г была проведена одиночная опытная откачка. При одиночной откачке был достигнут дебит 1,94 л/с при понижении уровня воды в скважине 4,75 м. Удельный дебит при одиночной откачке составил 0,41 л/с\*м. Величина коэффициента водопроницаемости  $k_m$ , определённая различными методами изменялась от 33,7 до 128 м<sup>2</sup>/сутки. На результаты опытно-фильтрационных работ несомненное влияние оказала река Сивагли, так как скважина расположена в 12 м от уреза реки.

28–31 декабря 2014 года в скважине 330-г была проведена одиночная опытная откачка продолжительностью 3,5 суток. При одиночной откачке был достигнут дебит 0,38 л/сек при понижении уровня воды в скважине 10,0 м. Удельный дебит при откачке составил 0,038 л/с\*м. Величина коэффициента водопроницаемости  $k_m$ , определённая графоаналитическим методом, изменялась в пределах 1,67–2,37 м<sup>2</sup>/сутки.

По химическому составу подземные воды данного комплекса являются пресными, гидрокарбонатными кальциево-магниевыми, сухой остаток от 130 до 180 мг/л, по общей жёсткости воды являются жёсткими, реакция среды нейтральная. Температура подземных вод на выходе от 1,6 до 2,4 °С.

Мезозойский водоносный комплекс распространён на юге месторождения Сивагли. Водовмещающие породы представлены сиенитами и сиенит-порфирами. Вскрытая мощность этих отложений достигает 150 м. По характеру циркуляции подземные воды относятся к трещинным и трещинно-жильным. В пределах водоразделов и в верхней части склонов подземные воды являются безнапорными. Питание мезозойского водоносного комплекса осуществляется, в основном, за счёт инфильтрации атмосферных осадков на талых участках.

В процессе проведения геологоразведочных работ в 2012–2015 году, данный водоносный комплекс опытными работами не опробовался. Также отсутствуют данные опытно-фильтрационных работ на других участках. Имеются лишь небольшие сведения по источникам подземных вод данного водоносного комплекса. В долине реки Левая Хатыми имеются групповые выходы подземных вод с дебитом до 4,8–7,1 л/с.

Подземные воды мезозойского водоносного комплекса по степени минерализации являются пресными, минерализация колеблется от 75 до 125 мг/л, составляя в среднем 105 мг/литр. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные кальциево-магниевые, иногда кальциево-натриевые. Реакция среды нейтральная, по величине общей жёсткости воды мягкие. Температура подземных вод 0,8–2,2 °С.

#### 2.4.2 Геокриологические условия

Геокриологические условия территории исследований определяются общеклиматическими факторами и, в первую очередь, низкими отрицательными среднегодовыми температурами воздуха. Фактически здесь наблюдается очень пёстрая картина их распространения, что объясняется сложными условиями теплообмена между атмосферой, почвой и литосферой, влиянием целого ряда природных факторов, одни из которых способствуют развитию многолетнемерзлых пород, а другие препятствуют.

Из природных факторов, определяющих характер распространения многолетнемерзлых пород на территории Южной Якутии, основными являются рельеф, абсолютные высоты местности и геотектоническое строение территории. Территория района исследований (средневысотные плоскогорья с абсолютными отметками 800–1000 м) характеризуются почти полным отсутствием многолетнемерзлых пород на водоразделах и их безраздельным господством в долинах и на северных склонах. Развитие многолетней мерзлоты здесь тесно связано с литологией отложений, причём эти закономерности нарушаются лишь в связи со специфическими геотектоническими и орографическими условиями.

На плоскогорьях, сложенных мезозойскими осадочными породами (песчаники, алевриты, аргиллиты) трещиноватость верхней зоны литосферы резко уменьшается, вследствие чего нивелируется отепляющее влияние инфильтрующихся атмосферных осадков. Кроме этого, уменьшается и мощность снежного покрова. В результате увеличения суровости мерзлотных условий в пределах Чульманского плоскогорья многолетнемерзлые породы начинают господствовать не только на северных, но и на южных склонах. Мощность их постепенно увеличивается по направлению к днищам долин и достигает у подножья склонов 100–120 м.

В широких и неглубоко врезанных долинах максимальная мощность мёрзлой толщи обычно не превышает 40–50 м, в глубоких и узких долинах она колеблется в пределах 80–100 м. На водоразделах мёрзлые толщи мощностью 15–20 м залегают лишь на плоских слабодренированных участках, которые встречаются здесь сравнительно редко.

Днища речных долин отличаются пестротой мерзлотных условий. В долинах крупных рек (реки Хатыми, Леглигер, Эрге, Дёсс и др.) на пойме и под руслом часто распространены сквозные талики, имеющие довольно сложные очертания. Мерзлотные условия высокой поймы и

надпойменных речных террас часто усложняют небольшие по размерам талики, формирующиеся под термокарстовыми и старичными озёрами.

По имеющимся у автора данным суммарная площадь распространения многолетнемерзлых пород в районе исследований колеблется в широких пределах. В глубокорасчленённых массивах она составляет до 80 % (Эвотинская гольцовая группа), а на участках с пологоволнистым рельефом она составляет 20–30 %. Температура горных пород в таликах составляет +0,6–1,8 °С на глубине слоя годовых теплооборотов, а температура многолетнемерзлых пород составляет от –0,2 до –4,8 °С.

Согласно гидрогеологической карте месторождения многолетнемерзлые породы занимают долину реки Сивагли и нижнюю часть склона западной и северо-западной экспозиции. По данным геотермических замеров и разбуриванию ледяных пробок мощность ММП в скв. 96–47 м, в скв.19 – 30 м, в скв. 66–25 м, скв. 99 -30 м, в скв. 57–10 м, в скв.89 – 15 м, в скв. 81 – 35 м, в скв.71 – 30 м. Максимальная мощность ММП зафиксирована в долине реки Сивагли (скв.77), где она составила 56 м. Температура горных пород на подошве слоя годовых теплооборотов (15-20 м) изменялась от –4,2 °С до –0,3 °С. Геотермический градиент в многолетнемерзлых породах обычно составляет 1–2 °С/100 м.

В области распространения талых пород температура горных пород на подошве слоя годовых теплооборотов (15–20 м) изменялась от +0,7 °С до +1,2 °С. В пределах водоразделов, сложенных доломитами, температура горных пород составляет от +0,9 °С до +1,4 °С. Геотермический градиент в талых породах в интервале глубин 20–60 м составляет 1,1–1,4 °С/100 м, а в интервале глубин 60–125 м составляет 0,4 – 0,8 °С/100 м. В заключении хотелось бы отметить, что в процентном отношении многолетнемерзлые породы занимают до 30–35 % площади месторождения.

## 2.5 Характеристика полезного ископаемого

Рудные залежи сложены двумя основными минеральными типами руд:

- серпентин-хлорит-мартитовыми окисленными, с актинолитом, гидроталькитом, ангидритом;
- диопсид (салит) - скаполит-магнетитовыми или роговообманково-магнетитовыми;
- магнетит-мартитовыми рудами с хлоритом, амфиболом и диопсидом.

Классификация природных типов руд в зависимости от характера основного минерала железа принята в следующих соотношениях:

- мартитовые руды (окисленные руды) – отношение  $F_{\text{магн.}} / F_{\text{еобщ.}}$  менее 0,2;
- магнетитовые руды (первичные руды) – отношение  $F_{\text{магн.}} / F_{\text{еобщ.}}$  более 0,5;
- магнетит-мартитовые (переходные руды между окисленными и первичными разностями) – отношение  $F_{\text{магн.}} / F_{\text{еобщ.}} = 0,2–0,5$ .

Основными минералами первичных руд является магнетит, в зоне окисления – мартит, второстепенными – сульфиды (пирротин, пирит, халькопирит). В зоне окисления первичные сульфиды замещаются борнитом, халькозином, ковеллином, значительно реже купритом, теноритом, малахитом, азуритом, хризоколлой и самородной медью. Основными нерудными минералами в рудах месторождения являются диопсид, скаполит, роговая обманка и серпентин, второстепенными – флогопит, гиперстен, оливин, полевые шпаты и кварц.

Железные руды месторождения имеют массивную или полосчатую текстуру, в той или иной мере затушеванную перекристаллизацией при их гранитизации. Массивная текстура характерна для богатых и мономинеральных руд. Полосчатость обусловлена перемежаемостью полос, обогащенных рудными и нерудными минералами.

Структура руд, не затронутых перекристаллизацией, полигональная, гранобластовая, с размерами зерен 0,2–0,3 мм. Зерна магнетита в сечении имеют 5- и 6-угольные сечения. Перекристаллизованные руды более крупнозернистые, с размерами зерен до 1,6–2 мм. На месторождении развита зона окисления, где первичные руды подвергались мартитизации.

Мартитизация магнетитовых руд устанавливается на поверхности повсеместно в центральной части месторождения и прослеживается на всю глубину изучения скважинами до 300 м. Она проявилась неравномерно и, в зависимости от интенсивности вторичного процесса, привела к образованию:

- 1) мартитовых руд, в которых магнетит полностью замещен мартитом;
- 2) магнетит-мартитовых руд, в которых магнетит сохраняется в виде реликтов в центрах зерен магнетита, а мартит образует в них оторочки вокруг зерен и прожилки внутри зерен;
- 3) магнетитовых руд, в которых мартитизация или не проявилась вообще, или проявилась весьма ограниченно в виде узких прерывистых оторочек вокруг отдельных зерен магнетита.

Степень мартитизации первичных магнетитовых руд зависит от удаления рудных тел в плане и разрезе от центра мартитизации (который расположен на востоке месторождения), наличия разрывных нарушений вблизи рудных тел, а также от состава нерудной части железных руд. Наибольшей мартитизации подвержены диопсид содержащие разности магнетитовых руд, (при наличии разрывных нарушений вблизи контактов). Менее подвержены этому процессу железные руды, образованные по кристаллосланцам, гранито-гнейсам и гранитам. Даже при наличии тектонических нарушений степень их мартитизации гораздо меньше и приводит к образованию мартит-магнетитовых разностей. Это наблюдается на западном фланге рудного тела №2.

Ниже дана характеристика рудных тел отдельно.

### ***Рудное тело №1***

Рудное тело № 1 расположено на северо-восточном фланге месторождения (см. чертеж ЯРК.01.01-ТР.1, л.2). В магнитном поле наземной геофизикой рудное тело фиксируется магнитной аномалией размером (по изогамме 6000 нТс) 140×70 м. эллипсоидной формы с максимальным значением 18 000 нТс, и вытянутой в северо-восточном направлении. На поверхности рудное тело вскрыто в разведочном профиле 7–7 канавой № 11. На нижних горизонтах рудное тело прослежено скважиной № 346 до глубины 75,0м от поверхности, где оно выклинивается. Скважинами предшественников S-57 на запад от К-11 и S-85 к востоку рудная залежь оконтурена по простиранию. На глубине 100м от поверхности залежь имеет истинную мощность соответственно 13 м и 33м.

Форма рудного тела пластовая, простирание субширотное, длина по простиранию рудного тела 150 м, мощность 5,0–31,0 м, с распространением на глубину до 100,0 м и углом падения в 60 градусов. Рудное тело состоит из двух маломощных рудных пачек с расстоянием между ними до 35,0 м. Со стороны висячего контакта располагается серия мелких рудных пропластков некондиционной мощности. Такие же маломощные пропластки наблюдаются на западном фланге рудного тела, но без выхода на дневную поверхность.

Внутреннее строение рудного тела №1 простое, оно сложено бедной магнетитовой рудой, кондиционной по содержанию компонентов. Среднее содержание Feобщ -34,08%, Feмагн. - 27,02%, S-0,05% и P-0,06%, Cu-0,34%. Контакты рудного тела с вмещающими породами резкие, без наличия переходных разностей.

Рудное тело №1 целиком локализовано в мощной пачке гранито-гнейсов. Это плотные, крепкие, слабо трещиноватые, прочные породы среднезернистой текстуры.

#### ***Рудное тело №1<sup>1</sup>***

Рудное тело № 1<sup>1</sup> располагается в 100 м. к северу от рудного тела №2 и к западу от рудного тела №1, на продолжении рудной пачки, вмещающей рудное тело №1 (см. чертеж ЯРК.01.01-ТР.1, л.2). В магнитном поле наземной геофизикой фиксируется локальной магнитной аномалией размером (по изогамме 6000 нТс) 150×40 м. эллипсоидной формы с максимальным значением 11 000 нТс, и вытянутой также, в северо-восточном направлении. Рудное тело вскрыто в разведочном профиле 2–2 скважиной № 307 в приповерхностной зоне и на глубине 50м от поверхности. в профилях 0-0 и 1–1 скважинами №№ 318 и 326, соответственно. Это линзовидное рудное тело небольшое по размерам, длина по простиранию составляет 140 м, мощность не превышает 9,0 м с выклиниванием на отметке гор. +1050 м. Форма рудного тела пластовая, простирание субширотное, имеющее восточное склонение. Внутреннее строение рудного тела №1<sup>1</sup> простое, и оно сложено бедной магнетитовой рудой. Лишь скважиной № 326 на востоке рудного тела перебурана кондиционная медно-магнетитовая руда, истинной мощностью 8,6м со средним содержанием Feобщ -30,84%, Feмагн. -18,37%, S-3,37% и P-0,13%, Cu-0,24%.

В центральной части и в приповерхностной зоне руда некондиционная по содержаниям железа и меди. Контакты рудного тела с вмещающими породами резкие, без наличия переходных разностей. Вмещающие породы представлены гранитами и гранито-гнейсами.

### ***Рудное тело №2***

Рудное тело № 2 локализовано в центральной и восточной частях месторождения, являясь самым крупным рудным телом (см. чертеж ЯРК.01.01-ТР.1, л.2). В магнитном поле (в пределах разведочных линий 4А-4А, 2-2, 0-0, 1-1, 3-3) образует аномалию размером (по изогамме 6000 нТс) 280×240м изометрической формы с максимальным значением 32 000 нТс, с осью, вытянутой в северо-восточном направлении. Далее к востоку это рудное тело наземной магниторазведкой не фиксируется. Рудное тело вскрыто в разведочных профилях 4А-4А, 2-2, 0-0, 1-1, 3-3, 5-5, 7А-7А, 7-7, 9-9, 11-11. С поверхности рудное тело разведано канавами №№ 3, 4, 6, 8 с шагом 55,0 м на всю его ширину, а восточнее прослежено по простиранию через 75-100 м канавами №№ 10 (р.п. 7-7) и 12 (р.п. 11-11). На глубину оруденение разведано по сетке 50×50 м и 50×100 м скважинами №№ 358, 359 (р.п.4А-4А), 305, 306, 307, 308, 309, 310 (р.п.2-2); 314, 315, 316, 317, 318 (р.п.0-0); 323, 324, 325, 326, (р.п. 1-1); 331, 332, 333 (р.п. 3-3), 337, 338, 365, 339 (р.п. 5-5), 340, 341(р.п. 7А-7А), 344, 345(р.п. 7-7), 342, (р.п. 9-9), и с восточного фланга оконтурено скважинами №№348, 348А, (р.п. 11-11). Наибольшая глубина подсечения рудного тела получена в западной его части, скважиной № 310 (р.п. 2-2) в 270м от поверхности, а на восточном фланге - скважиной № 341(р.п. 7А-7А), где рудное тело распространяется ниже отметки гор. + 900м с сохранением сплошности оруденения.

На западном фланге рудное тело оконтурено скважинами №№ 358, 359. Для определения границ оруденения на глубину пробурены также скважины №№ 310, 315, 326, 333 и 341.

На поверхности длина рудного тела составляет 480м, при мощности с колебаниями от 10 м до 80 м. Характерной особенностью этого рудного тела на западном фланге является его пластовая форма, с развитием на глубину до 400м по падению. При этом установлено естественное выклинивание рудного тела ниже отметки + 800м от поверхности, с уменьшением глубины выклинивания от западного к восточному флангу, где минимальная глубина распространения оруденения достигает гор. + 960м. Угол падения рудного тела колеблется от 600 на глубине 25м от поверхности, с тенденцией выполаживания до 550 - на глубоких уровнях. На западном фланге в профиле 2-2 оруденение ограничено массивом гранитов на уровне отметки + 1000м. На восточном фланге тело изучено разведочными линиями №№ 5-5, 7А-7А, 7-7, 9-9, 11-11. Форма рудного тела сложная, в какой-то степени комбинированная и выражается в разном строении рудного тела на поверхности и на глубоких горизонтах. На поверхности рудное тело имеет все признаки площадного рудного тела неглубокого заложения. Простирание на поверхности юго-восточное, длина тела составляет 260м, мощность 50,0-60,0м. На глубинах

ниже 30,0м от поверхности рудное тело № 2 (в пределах разведочных профилей №№ 7–7, 9–9, 11–11) резко выклинивается с сокращением площади оруденения уже на гор. +1050м, а в пределах разведочных профилей №№ 5–5,7А-7А приобретает типично столбообразную форму, с падением на северо-восток под углом 70° и с сохранением генерального юго-восточного простирания.

Внутренне строение рудного тела №2 относительно простое, что выражается в небольшом количестве кондиционных и некондиционных внутри рудных прослоев, особенно в приповерхностной части. С глубиной количество и мощность некондиционных прослоев значительно уменьшаются, наблюдается переход в сплошное единое рудное тело мощностью до 60,0м, а при достижении максимальных глубин распространения, рудное тело расщепляется на отдельные рудные интервалы с образованием структур типа «конского хвоста» с дальнейшим выклиниванием.

Контакты рудного тела с вмещающими породами резкие, без наличия переходных разностей, в то время как пустые внутри рудные прослои имеют переходные зоны мощностью до 1,0м, где содержание Feобщ. близко к кондиционному. Необходимо отметить, что основную массу руды на западе рудного тела слагают магнетитовые разновидности. Переходные магнетит - мартитовые руды встречены скважиной №331 в разведочном профиле 3–3. Восточнее этой скважины фиксируются чисто мартитовые руды, как на поверхности, так и на глубоких горизонтах.

По технологическим сортам на долю доменных железных руд приходится около 39,0%. Это в большинстве своем мартитовые руды восточной части рудного тела со средними содержаниями компонентов: Feобщ -57,90%, Feмагн. -0,97%, S-0,04% и P-0,10%, Cu-0,10%. Свыше 60% железных руд рудного тела №2 сложено медно-магнетитовыми и медно-мартит-магнетитовыми рудами, локализованными в западной и частично центральной части рудного тела. В этих рудах среднее содержание компонентов равно: Feобщ -38,57%, Feмагн. -26,22%, S-2,62% и P-0,10%, Cu-0,44%. Агломерационные руды наблюдаются как рудные оторочки медь содержащих железных руд в западной части залежи, локализуясь как в её центре, в лежачем контакте, так и в зоне выклинивания, в процентном отношении составляя не более 4%. В основном это переходные разности мартит-магнетитовых железных руд со средним содержанием Feобщ -49,14%, Feмагн. -24,04%, S-1,18% и P-0,10%, Cu-0,13%.

Характерной особенностью местоположения рудного тела №2 является то, что оно расположено на контакте двух различных толщ вмещающих пород (в западной и центральной частях месторождения). Если со стороны лежачего контакта среди вмещающих пород преобладают породы хлорит-флогопит-диопсидового состава с мощными прослоями кальцифиров, то со стороны висячего контакта вмещающие породы представлены гранитами и

гранито-гнейсами с дайками сиенит-порфиров. Эти же породы часто слагают и внутри рудные пустые прослои. На восточном фланге же это рудное тело, (так же, как и рудное тело №3) локализовано среди дезинтегрированных пород хлорит-флогопит-диопсидового состава переменной мощности, в большинстве своем подвергнутых гематитизации и флогопитизации. На восточном фланге это рудное тело контактирует с гранито-гнейсами.

### ***Рудное тело №2<sup>1</sup>***

Рудное тело № 2<sup>1</sup> расположено на северо-западном фланге месторождения в 40м выше по разрезу от висячего контакта рудного тела №2. Рудное тело вскрыто в разведочном профиле 2–2 скважиной № 308 и не выходит на поверхность. Это пластовое рудное тело, длиной 90,0м, локализовано в интервале глубин 40-90м от поверхности, имеет длину по падению 80м, при мощности до 16,0м. Падение согласное с падением рудного тела №2 под углом 40° на северо-восток. Рудное тело №21 сложено не кондиционной магнетитовой рудой со средним содержанием Feобщ -28,98%, Feмагн. -16,12%, S-2,04% и P-0,30%, Cu-0,16%.

Контакты рудного тела с вмещающими породами резкие, без наличия переходных разностей.

### ***Рудное тело №2<sup>2</sup>***

Рудное тело № 2<sup>2</sup> расположено в центральной части месторождения (см. чертеж ЯРК.01.01-ТР.1, л.2). Простирается параллельно рудному телу №2, располагаясь выше его, на расстоянии 10,0–35,0 м и отделено от рудного тела №2 пачкой пород, содержащей гранито-гнейсы, прослои и пачки хлорит-диопсидовых пород. И, если в центральной части месторождения эти рудные тела на глубине почти соприкасаются, то по мере удаления к востоку мощность блока пустых пород, их разделяющих, увеличивается до 10-35м. Рудное образование вскрыто в разведочных профилях №№ 1–1, 3-3, 5-5. На поверхности прослежено канавами №№ 4 и 6, с шагом 55,0м на всю его ширину, соответственно, в разведочных профилях 1–1 и 3-3. Далее к востоку рудное тело погружается на глубину без выхода на поверхность. Длина его по простиранию достигает 170 м. На нижних уровнях рудное тело разведано скважинами №№ 324, 325, 326 (раз. проф. 1-1); 332 и 333 (раз. проф. 3-3); 338, 365 и 339 (раз. проф. 5-5) по сети 50×50 и 50×100 м. Это пластовое рудное тело локализовано в интервале глубин 0–150 м от поверхности, имеет длину по падению 200 м при мощности от 8,0 до 20,0м. Падение согласное с падением рудного тела №2 под углом 4°–45° на северо-восток. Рудное тело №22 на западном фланге, ближе к поверхности, сложено магнетитовой рудой, с постепенным переходом к востоку к магнетит-мартитовым и мартитовым разностям. Рудное тело № 22 в пределах профилей №№ 1–1 и 3–3 сложено кондиционной медно-магнетитовой и медно-мартит-магнетитовой рудой, которая прослеживается на всю глубину развития оруденения до гор. +950м. В профиле 5–5 кондиционные интервалы оруденения сосредоточены в верхней части залежи. Здесь, ниже горизонта +1000 м, залегают

некондиционные руды с содержанием железа общего не более 16,0% и представлены они оруденелой диопсидовой породой. В целом по рудному телу № 22 содержания составляют в среднем: Feобщ -28,18%, Feмагн. -10,69%, S-32,78% и P-0,15%, Cu-0,35%.

Контакты рудного тела с вмещающими породами резкие, без наличия переходных разностей. На западном фланге рудное тело залегает в гранито-гнейсах, а на восточном - в дезинтегрированных серпентит-хлорит-диопсидовых породах.

### ***Рудное тело №2<sup>3</sup>***

Рудное тело № 2<sup>3</sup> расположено в восточной части месторождения, в 70 м выше по разрезу от рудного тела № 2. Залегает среди гранито-гнейсов. Вскрыто в приповерхностном интервале скважиной № 341 разведочного профиля 7А-7А. Размеры по простиранию составляют 90 м, по падению – 70 м, при мощности до 5,0 м. Падение согласное с падением вмещающих пород под углом 65° на северо-восток. Состав руды - магнетитовый. По содержанию компонентов руда не кондиционная.

### ***Рудное тело №3***

Рудное тело № 3 расположено в центральной части месторождения и отделено от рудного тела №2 пачкой пород, содержащей кальцифиры, прослой и пачки хлорит-диопсидовых пород (см. чертеж ЯРК.01.01-ТР.1, л.2.). Если на западном фланге месторождения эти рудные тела на поверхности почти сливаются, то по мере удаления к востоку мощность блока пустых пород между ними увеличивается до 60–80 м. В магнитном поле наземной геофизикой фиксируются только магнетит-мартитовые разности на западном фланге рудного тела. Рудное образование вскрыто в разведочных профилях 2–2, 0-0, 1–1, 3–3, 5–5. С поверхности рудное тело прослежено канавами №№ 3, 4, 6, 8, с шагом 55,0 м на всю его ширину. На глубину оруденение прослежено по сетке 50×50 м скважинами №№ 303 (р.п. 2-2); 311, 312, 313, 314, 316 (р.п. 0-0); 319, 320, 321, 322, 324 (р.п. 1-1); 327, 328, 329 (р.п. 3-3); 335 (р.п. 5-5). Наибольшая глубина подсечения рудного тела получена в его центральной части скважиной № 324 (р.п. 1–1), в 190м от поверхности. Кроме того, скважина № 360, пробуренная в профиле 2А-2А, уточнила конфигурацию южного контакта рудного тела между разведочными профилями 2–2 и 0-0. На западном фланге рудное тело оконтурено скважинами №№ 301,302, на восточном – скважиной № 366. Для определения границ оруденения на глубину пробурены скважины №№ 304, 317, 336.

Горными и буровыми работами, в целом, подтверждена морфология рудного тела №3, установленная предшественниками. Это клиновидное рудное тело с широким выходом руды на поверхность на западном фланге (мощностью до 250м), с постепенным её уменьшением в восточном направлении до 60м, при средней мощности 110м. Длина рудного тела по простиранию достигает 290,0 м. Характерной особенностью этого рудного тела является его коническая форма на глубоких горизонтах, выраженная в быстром выклинивании на глубине

100-150м от поверхности, с увеличением угла падения рудного тела с запада на восток. Необходимо отметить, что лежащий контакт рудного тела на верхних горизонтах имеет пологий угол падения от 20° на глубине 25м от поверхности, с тенденцией увеличения до 40-50° на глубоких уровнях. Со стороны висячего контакта угол падения круче и составляет 65-70°. В поперечном разрезе рудное тело имеет четкую коническую форму. На западном фланге (разведочный профиль № 2–2) оруденение ограничено субмеридиональным разломом. На восточном фланге в профиле № 5–5 бурением 2013-2015г.г. установлено естественное выклинивание рудного тела на глубине 70 м от поверхности, где рудное тело расщепляется внутри рудными пустыми прослоями на отдельные рудные пачки, мощность которых увеличивается с глубиной.

Внутренне строение рудного тела №3 относительно простое, что выражается в небольшом количестве кондиционных и некондиционных внутри рудных прослоев. При общем количестве в пределах рудного контура рудных и некондиционных нерудных интервалов (суммарно вскрыто канавами и скважинами 1 113,1 п.м. рудных пересечений) на них приходится 51,7 п.м., что составляет 4,6%. В основном некондиционные внутри рудные прослои сосредоточены в центральной части рудного тела и на его северном фланге. В то время как, в южной части и на восточном фланге они практически отсутствуют. В прослоях преобладают диопсидовая порода, мигматиты и дайки сиенит – порфиоров, суммарно соответственно: 10,0 п.м., 5,6 п.м. и 36,1 п.м. Встречаются также прослои, сложенные хлоритовыми, диопсид-амфиболовыми породами, кальцифирами, которые входят в состав рудных интервалов по параметрам кондиций.

Распределение технологических сортов железных руд в рудном теле № 3 сложное. На западном фланге в пределах профиля 2–2 преобладают медно-магнетитовые и медно-мартит-магнетитовые разности. Наиболее сложное переслаивание технологических сортов наблюдается в пределах профилей №№ 0-0 и 3–3. В северной части участка располагается небольшой блок медно – магнетит - мартитовых руд клиновидного с поверхности строения с незначительным развитием этих руд на глубину. Размеры его в крест простирания до 30м. Среднее содержание компонентов в железных рудах составляет: Feобщ -54,24%, Feмагн. -11,41%, S-0,22% и P-0,19%, Cu-1,69%.

К югу от этого блока располагается линзовидная пачка доменных мартитовых руд обрамляющая со всех сторон выше описанный блок медьсодержащих руд. Длина этой пачки по простиранию не превышает 150м при мощности 40-50м. На глубоких уровнях доменная руда, в связи с падением содержания железа переходит в агломерационную. Среднее качество доменной руды характеризуется следующими содержаниями: Feобщ -50,44%, Feмагн. -8,88%, S-0,06% и P-0,13% Cu-0,14%, а качество агломерационной руды: Feобщ -45,43%, Feмагн. -2,90%, S-0,38% и P-0,17%, Cu-0,15%. В центральной части этого участка, сменяя к югу блок доменных руд,

располагается сложно построенный блок медно-мартит-магнетитовых руд. Характерной особенностью этого блока является его приуроченность к дайке сиенит-порфиоров, что указывает на наличие здесь разрывного нарушения, являющегося каналом поступления медь содержащих растворов в железные руды, в последствии залеченного дайкой. Размеры этого блока по простиранию и на глубину контролируются дайкой. Качество медно-магнетит-мартитовой руды в блоке характеризуется следующими содержаниями: Feобщ -55,96%, Feмагн. -19,20%, S-1,65% и P-0,08%, Cu-1,33%.

Необходимо отметить, что все выше указанные блоки технологических сортов железных руд в восточной части участка примыкают последовательно к разрывному нарушению и как бы срезаются ним в районе профиля 3–3.

Лежащий контакт рудного тела слагается пластом доменных руд, которые протягиваются на всю его длину. Среднее содержание компонентов в доменных железных рудах составляет: Feобщ -57,20%, Feмагн. -8,00%, S-0,09% и P-0,08%, Cu-0,11%.

По степени распространенности доменные руды составляют 69%, агломерационные-5%, а медьсодержащие -26 %. В целом по рудному телу № 3 качество доменных руд равно: Feобщ -54,33%, Feмагн. -8,40%, S-0,08% и P-0,10%, Cu-0,12%, а медно- магнетит- мартитовых: Feобщ -54,08%, Feмагн. -18,91%, S-1,44% и P-0,10%, Cu-0,77%.

Контакты рудного тела с вмещающими породами резкие, без наличия переходных разностей, в то время как пустые внутри рудные прослои имеют переходные зоны мощностью до 1,0м, где содержание Feобщ. близко к кондиционному.

Рудное тело №3 практически заключено в оболочку, состоящую из дезинтегрированных пород хлорит-флогопит-диопсидового состава, в большинстве своем подвергнутых гематитизации и флогопитизации, что сказалось на прочностных свойствах этих пород. Эти породы хрупкие, свилеватой текстуры, слабо прочные (кern ломается руками), интенсивно трещиноватые с многочисленными микротрещинами, что приводит к выраженной лещадности кусков kernа. Мощность зоны оторочки колеблется от 3,0 до 12,0 м. Наибольшая мощность этих пород наблюдается в промежутке между рудными телами № 3 и №2, где пачки этих пород имеют мощность до 40,0м.

Кроме хлорит-флогопит-диопсидовых пород, на южном фланге большим распространением пользуются кальцифиры. Это крупнозернистые плотные породы средней крепости, на 90% сложенные кальцитом, образуют пачки, мощностью 20,0м -50,0м, значительной протяженности. С запада рудное тело ограничено массивом гранитов и гранито-гнейсов, а с востока - мощной толщей кальцифиров с маломощными пропластками хлорит-диопсидовых пород.

### ***Рудное тело №3<sup>1</sup>***

Рудное тело № 3<sup>1</sup> расположено ближе к восточной части месторождения и отделено от рудного тела №3 пачкой хлорит-диопсидовых пород, мощностью 25м. Рудное образование вскрыто в разведочных профилях №№ 3–3, 5–5, канавами 6 и 8. На глубину оконтурено скважинами №№ 329 (разв. проф.3-3) и 336 (разв. проф.3-3). Размеры по простиранию составляют 120м, по падению - 25 м, при мощности до 20,0 м. Падение согласное с падением вмещающих пород под углом 550 на северо-восток, простирание юго-восточное. Состав руды - маритовый. Среднее содержание компонентов в железных рудах составляет: Feобщ -47,90%, Feмагн. -6,32%, S-0,15% и P-0,37%, Cu-0,13%, что позволяет отнести эти руды к агломерационным.

### ***Рудное тело №4***

Рудное тело № 4 расположено на западном фланге месторождения в долине р. Сивагли (см. чертеж ЯРК.01.01-ТР.1, л.2). Наземной магниторазведкой зафиксирована, аномалия размером (по изогамме 6000 нТс) 420×150м, эллипсоидной формы с максимальным значением 32 000 нТс. Вытянута в северо-восточном направлении. Рудное тело разведано только скважинами в разведочных профилях 2А-2А: №№ 362, 362А, 363, р.п. 4-4: №№349, 350, 351, 352; р.п. 6-6: №№353А, 354А, 355А, 356, 357; р.п.8-8: №№367, 368. На нижнем уровне оруденение прослежено скважиной № 357 до глубины 200,0м от поверхности с постепенным выклиниванием как по простиранию, так и на глубину.

Форма рудного тела пластовая, простирание близкое к субширотному с постепенным склонением к северо-востоку, длиной 420м (причем на западе рудное тело располагается под руслом вышеназванного ручья.) Мощность рудного тела непостоянная и колеблется от 60,0м в приповерхностной части до 10,0 на глубине и на флангах. Падают рудное тело на север-северо-запад под углом в 60°. Внутреннее строение рудного тела №4 сложное и определяется наличием внутрирудных пустых пород, сложенных разностями вмещающих это рудное тело пород: гранито-гнейсами с дайками сиенит порфиров. На удалении от рудного тела со стороны лежащего контакта вмещающие породы представлены массивом сиенит-порфиров. Рудное тело №4 сложено богатой магнетитовой рудой на 98% относящейся к медно-магнетитовому технологическому сорту. Среднее содержание компонентов в железных рудах составляет: Feобщ - 47,31%, Feмагн. -39,34%, S-2,28% и P-0,08%, Cu-0,38%. Контакты рудного тела с вмещающими породами резкие, без наличия переходных разностей.

## 2.6 Попутные полезные ископаемые и полезные компоненты

Совместно с основным элементом месторождения - железом, определяющим промышленную ценность месторождения, в рудах отмечаются повышенные концентрации меди, золота, серы, которые можно рассматривать как потенциальные попутные компоненты. Вскрышные породы также рассматриваются как попутное полезное ископаемое, пригодное для производства строительных материалов. К I группе попутных полезных ископаемых отнесены медь и вскрышные породы, ко II - золото, которое при применении соответствующих технологий потенциально может быть извлечено в составе медного сульфидного концентрата.

В период 1954–1957 г.г. определение содержания меди и кобальта проводилось по групповым пробам. По итогам работ этого периода разведки в отдельных блоках железной руды содержатся повышенные содержания меди и кобальта. Содержание меди в отдельных блоках колеблется от 0,53% до 0,83% для мартитовых руд, для магнетитовых от 0,33% до 1,73%. По результатам государственной экспертизы Протоколом ГКЗ №2056 от 19.11.1957г. в составе магнетитовых и полумартитовых руд месторождения были утверждены 592 тыс. т. магнетит-халькопиритовых руд со средним содержанием меди 1,63%. Также в Протоколе было отмечено, что из общего количества магнетитовых руд, руды с содержанием меди более 0,2% составляют 5 265 тыс. т. (среднее содержание меди 0,41%), а из общего количества мартитовых руд медистые руды (Cu более 0,2%) составляют 2 290 тыс. т. со средним содержанием меди 0,58%.

Содержание кобальта, в среднем, составило 0,018% (запасы кобальта не утверждались в связи с неудовлетворительными результатами по его извлечению при обогащении и некондиционностью полученных концентратов).

Предшественниками выполнено также штучное опробование на золото по отвалам канав (156 проб). По керну скважин отобрано 27 проб. В разные годы этому виду опробования подвергались окисленные железные руды, вмещающие породы (хлоритовые и хлоритизированные породы) и гидротермально измененные доломиты чехла.

В пробах из отвалов канав содержание золота составило от 0,1 до 1,0–1,8 г/т (пробирный анализ). Максимальная встречаемость золота наблюдается в окварцованных и сульфидизированных мартитовых рудах, а также - в хлоритовых породах. Максимальное содержание золота (10,7 г/т) отмечено в пробе гидротермально измененных доломитов, содержащих малахит и азурит.

В пробах сульфидизированных мартитовых руд из керна скважин содержания золота составили 0,2–1,3 г/т.

Наиболее детально с поверхности (по отвалам канав) было опробовано рудное тело № II, наиболее богатое медистыми сульфидами, по профилям через 50 м шагом до 1 м на участках,

наиболее обогащенных сульфидами (120 проб). Среднеарифметическое содержание золота в рудном теле № II составило 0,12 г/т (пробирный анализ).

При проведении геологоразведочных работ 2012–2015 гг., в групповых пробах, составленных из рядовых рудных проб, выполнен анализ на содержания меди и кобальта. Спектральными анализами геохимических проб в рудах и вмещающих породах месторождения изучались следующие элементы–примеси: Ba, Ag, As, Sb, Ga, Sr, Cu, Pb, Zn, Mo, W, Sn, Bi, Be, Ti, Co, V, Ni, Cr, Mn, P, Zr, La, Y, Yb, Li, Nb, Se, Ge, Cd, Sc. Спектрозолотохимическому анализу подвергались рядовые пробы железных руд из канав и скважин, пройденных в центральной части месторождения на участке детализации. Из перечисленных элементов только медь и золото представляет потенциальный промышленный интерес для попутной добычи в комплексе с основным полезным ископаемым. Кобальт промышленного интереса не представляет.

Редкоземельные элементы в породах и рудах месторождения изучались полуколичественным спектральным анализом. В разряд исследуемых элементов попали иттрий, иттербий, церий, скандий, лантан. Распределение указанных элементов по литологическим разностям пород и руд приведено в таблице 2.6.1.

Таблица 2.6.1 Содержание редкоземельных элементов по литологическим разностям пород и руд Сиваглинского месторождения

Наименование пород и руд	Y (Иттрий), 10-3%			Yb (Иттербий), 10-3%			Ce (Церий), 10-3%			Sc (Скандий), 10-3%			La (Лантан), 10-3%		
	min	max	сред.	min	max	сред.	min	max	сред.	min	max	сред.	min	max	сред.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Вмещающие породы</i>															
Граниты (234 пробы)	0,5	9	2,0	0,03	1	0,24	10	40	11,3	0,1	2,0	0,42	0,5	10,0	2,37
Сиенит-порфиры (46шт.)	0,5	3	1,4	0,05	3	0,24	10	20	10,6	0,1	1,0	0,72	0,5	6,0	2,29
Гранито-гнейсы (280 шт.)	0,1	9	1,63	0,05	0,9	0,21	10	100	14,0	0,5	2,0	0,58	0,5	70,0	3,60
Кр. сланцы (45шт.)	0,5	10	1,92	0,05	1	0,24	10	70	21,3	0,1	3	0,88	0,8	30,0	6,67
Метасоматиты (16шт.)	0,5	4	1,78	0,05	0,4	0,20	10	40	16,2	1	2	0,41	0,5	9,0	3,52
Диопсидовые и амфиболовые породы (31 шт.)	0,5	20	2,5	0,05	3	0,31	10	50	18,3	0,1	2	0,37	0,5	40	4,3
Кальцифилы (125шт.)	0,5	5	1,01	0,05	0,5	0,10	10	40	11,3	0,1	1	0,20	0,5	9	1,38
Диопсид и амфибол, измен. Породы (118 шт.)	0,5	6	1,5	0,05	0,8	0,16	10	40	12,2	0,1	2,5	0,54	0,5	10,0	2,19
<i>Руды</i>															
Мартитовые (300шт.)	0,5	3	0,57	0,05	0,3	0,06	10	70	10,4	0,1	0,7	0,12	0,5	30	0,81
Мартит-магнетит, и магнетитовые (404шт.)	0,5	5	0,85	0,05	0,5	0,085	10	100	13,1	0,1	1	0,16	0,5	50	2,88
<i>Внутри рудные и оконтуривающие прослои</i>															
Граниты (99 проб)	0,5	7	1,36	0,05	0,7	0,16	10	70	12,6	0,1	3	0,29	0,5	100	3,25
Сиенит-порфиры (30шт.)	1	2	1,13	0,1	0,20	0,14	10	50	11,6	0,1	1	0,46	0,5	6	1,38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Гранито-гнейсы (110 шт.)	0,5	10	1,3	0,05	1	0,15	10	70	18,1	0,1	2	0,41	0,5	40	5,11
Метасоматиты (33шт.)	0,5	10	2,03	0,05	1	0,22	10	50	13,3	0,1	0,5	0,18	0,5	2	1,72
Кр. сланцы (65 шт.)	0,5	9	1,5	0,05	0,90	0,16	10	100	17,6	0,1	2,5	0,52	0,5	30	3,73
Диопсидовые и амфиболовые породы (105 шт.)	0,5	20	1,67	0,05	2	0,173	10	200	18,7	0,1	2	0,36	0,5	7	8,83
Кальцифиры (39 шт.)	0,5	3	0,63	0,05	0,3	0,063	10	10	10	0,1	0,3	0,13	0,5	3	0,82
Диопсид и амфибол., измен. Породы (120 шт.)	0,5	5	1,43	0,05	0,5	0,15	10	70	14,3	0,1	2	0,40	0,5	30	3,11

Как видно из таблицы значимых концентраций редкоземельных элементов в рудах и вмещающих породах не установлено.

## 2.7 Отходы производства

Отходами производства являются пустые вскрышные породы, представленные четвертичными отложениями и скальным грунтом коренной части месторождения.

Крепкие скальные вскрышные породы рассматриваются как попутное полезное ископаемое, пригодное для производства строительных материалов. На стадии проведения геолого-разведочных работ в период 2013–2015 годов, для оценки возможности использования вскрышных магматических и метаморфических пород в качестве щебня для строительных работ были отобраны четыре лабораторные пробы из керна скважин №№ 309, 315, 358, 363. Породы представлены гранитами различного состава и гнейсами. Материал проб состоял из столбиков керна диаметром 87 и 74 мм и длиной 20–80 см.

Пробы прошли необходимые аналитические испытания в ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», г. Новокузнецк.

Исследования пород на физико-механические свойства, для использования их в строительстве, проводились в аккредитованной испытательной лаборатории ЗСИЦ. Выполненные лабораторные испытания, показали соответствие физико-механических свойств скальных грунтов месторождения ГОСТу 8267–93 и их пригодность для использования в качестве заполнителей для тяжелого бетона, а также для дорожных и других видов строительных работ:

- содержание зерен пластинчатой и игловатой формы от 1% до 3,52%, что соответствует 1 группе;
- содержание зерен слабых пород от 0,53% до 4,54%;
- дробимость пород от 13,4% до 23,4%, что соответствует маркам по НД 800–1200;
- истираемость в полочном барабане от 22,1% до 49,5%, что соответствует маркам по НД И-1-И-4;
- устойчивость структуры против распада от 0,5% до 1,5%;
- морозостойкость от 1,33% до 5%, что соответствует маркам по НД F-50 - F-150.

Анализ на соответствие щебня нормам радиационной безопасности (определение класса опасности) проводился в Аккредитованном испытательном лабораторном центре Филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области» в городе Новокузнецке и Новокузнецком районе. Анализы показали возможность применения материала пород в качестве щебня - класс материала II (Суммарная удельная эффективная активность Аэфф. до 740 Бк/кг) – в дорожном строительстве в пределах населенных пунктов и зон перспективной застройки, строительство производственных сооружений (пробы из скв. №№ 309, 358, 363) и класса материала III (Суммарная удельная эффективная активность Аэфф. до 1500 Бк/кг) - в дорожном строительстве вне населенных пунктов (скв. №315).

Таким образом, вскрышные породы магматического (граниты) и метаморфического (гранито-гнейсы) происхождения возможно использовать в качестве заполнителей бетона при строительстве промышленных и вспомогательных объектов, а также в качестве щебня для дорожного строительства.

## **2.8 Горно-геологические условия эксплуатации**

### **2.8.1 Горно-технические условия**

Месторождение расположено в пределах Алданского нагорья с абсолютными отметками поверхности в пределах площади участка недр 1030–1080 м и относительными превышениями 100–110 м над долиной р. Бол. Хатыми и 40–45 м над долиной руч. Сивагли. Рельеф на площади месторождения низкогорный с плоским широким (1–1,5 км) водоразделом и пологими склонами, заболоченными в нижней части. Долины ручьев и рек широкие, плоские, сильно заболоченные. В долинах рек и ручьев отмечаются процессы карстообразования.

Склоны сложены делювиальными отложениями мощностью от 1 до 3 м, представленными мелко- и крупно обломочным материалом вмещающих пород и руд.

Собственно, месторождение, представляющее собой серию сближенных рудных тел, расположено, основной своей частью, на пологом склоне южной экспозиции в левом борту долины руч. Сивагли. Рудные тела простираются, практически, поперек склона, и лишь на западном фланге месторождения пересекают долину р. Сивагли, не переходя на склон в правом борту.

Падение рудных тел крутое:  $40^{\circ}$ – $70^{\circ}$ , в основном, на северо-восточное, т. е. «в склон». Преобладающая мощность рудных тел – от 10 до 260 м. Рудные тела в основном выходят на дневную поверхность и перекрыты небольшим слоем наносов.

Развитие рудных тел на глубину ограничивается отметками гор. + 800 м, что составляет 250 м от поверхности. Все это при достаточной мощности основных рудных тел позволяет выполнить их отработку открытым способом на всю глубину разведки.

Средний объемный вес руды и породы –  $3,57 \text{ г/см}^3$ , естественная влажность – 0,25%, коэффициент разрыхления руды – 1,4. По содержанию двуокиси кремния (более 10%) месторождение относится к силикозоопасным.

### **2.8.2 Инженерно-геологические условия месторождения**

На месторождении можно выделить два инженерно-геологических комплекса пород:

- комплекс пород средней крепости (серпентин-хлоритовые, хлоритовые и к арбонат-серпентин-хлоритовые породы с коэффициентом крепости по Протодыяконову 2–4 и верхняя интенсивно трещиноватая зона, в местах развития многолетней мерзлоты  $\approx 50 \text{ м}$ );

- комплекс крепких скальных пород (порфиры, гнейсы, мигматиты, доломиты мраморизованные, известняки, кальцифиры, граниты, скарны).

Породы месторождения значительно дислоцированы и разбиты разрывными нарушениями.

Геокриологические исследования на месторождении проводились в 50-х годах прошлого века. Многолетнемерзлые породы залегают в днище долины ручья Сивагли и нижних частях пологих склонов. Их мощность в днище долины достигает 50–60 м. В нижних частях склонов мощность многолетнемерзлых пород уменьшается до 20–30 м. На северном и южном флангах месторождения граница этих пород проходит гипсометрически выше, чем в центральной части месторождения. Таким образом характер распределения многолетнемерзлых пород носит островной характер.

### 2.8.3 Физико-механические свойства горных пород, слагающих месторождение

В период 1955–1957 г.г. физико-механические свойства горных пород подвергались изучению в лаборатории строительных материалов Иркутского Облместпрома на 49 образцах горных пород и руд, отобранных из керна буровых скважин, шурфов и канав. Результаты испытаний приведены в таблице 2.8.1.

Таблица 2.8.1 Результаты определения физико – механических свойств пород и руд месторождения в период 1955–1957гг.

Наименование пород	Временное сопротивление сжатию, кг/см <sup>2</sup>	Водопоглощение, %	Истираемость г/см <sup>2</sup>
1	2	3	4
Мартитовые руды	317,4-967,3	0,75-1,02	0,21
Полу мартитовые и магнетитовые руды	934,4-1513,5	0,14-0,80	0,17
Доломитовые мраморы и кальцифиры	317,4-1276,5	0,16-0,83	3,36-0,92
Гнейсы, гранито- гнейсы и мигматиты	1026,4-1785,7	0,22-1,16	-
Серпентин-хлоритовая порода	468,3-698,3	1,64	-
Гранит-пегматит	898,4-1933,8	0,17-0,48	-
Сиенит-порфиры	1091,9-1587,3	0,86-1,03	0,12-0,21

Как видно из таблицы, вмещающими породами всяческого и лежачего контакта рудных залежей являются весьма твердые и крепкие породы с временным сопротивлением сжатию от 700 до 1934 кг/см<sup>2</sup> и лишь отдельные их группы (некоторые разновидности кальцифиров и серпентин-хлоритовые породы) имеют этот показатель от 317 до 700 кг/см<sup>2</sup>. Процент водопоглощения находится в пределах от 0,14 до 1,64% и для различных типов соответствует влажности, определяемой при производстве химических анализов по пробам. Величина

истираемости находится в пределах от 0,12 до 0,92 г/см<sup>2</sup>, причем наиболее легко истираемыми породами являются наиболее слабые - кальцифиры и хлоритовые породы.

Вмещающими породами висячего и лежащего контакта рудных залежей являются весьма твердые и крепкие породы с временным сопротивлением сжатию от 700 до 1934 кг/см<sup>2</sup> и лишь отдельные их группы - некоторые разновидности кальцифиров и серпентин- хлоритовые породы имеют этот показатель от 317 до 700 кг/см<sup>2</sup>. Процент водопоглощения находится в пределах от 0,14 до 1,64% и для различных типов соответствует влажности, определяемой при производстве химических анализов по пробам. Величина истираемости находится в пределах от 0,12 до 0,92 г/см<sup>2</sup>, причем наиболее легко истираемыми породами являются наиболее слабые - кальцифиры и хлоритовые породы.

При проведении работ 2012–2015 г.г. также проводился отбор проб на изучение физико-механических свойств. Данные приведены в таблице .

Таблица 2.8.2 Результаты определения физико-механических свойств вмещающих пород месторождения в период 2012-2015г.г.

Тип породы	Кол-во проб, шт.	Временное сопротивление сжатию, МПа	Влажность, %	Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	Плотность, г/см <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6
Гранито-гнейсы	2	80-100	0,21-0,25	2,58-2,79	2,68-2,91
Сиенит-порфиры	4	133-224	0,42-0,70	2,47-2,55	2,66-2,72
Кальцифиры	7	30-81	0,02-0,92	2,58-2,79	2,67-2,86
Гнейсы	10	90-182	0,06-0,18	2,59-2,73	2,64-2,83
Кр. сланцы	1	124	0,23	2,69	2,76
Гранит	7	82-153	0,06-0,46	2,54-2,65	2,62-2,68

Из исследованных проб в категорию крепких пород попадают все типы вмещающих пород, кроме кальцифиров, которые по показателю временного сопротивления сжатию относятся к породам средней крепости.

Приведенная характеристика физико-механических свойств горных пород, слагающих месторождение, дополнена полевыми наблюдениями при геологическом описании пород и руд в период выполнения геологоразведочных работ второго этапа (2013–2015 г.г.) В этот период при документации керна проводилось геомеханическое описание. Согласно принятой методики.

Геомеханическое описание позволило определить такие параметры, как крепость пород и показатель качества пород (ПКП) не охваченных физико-механическими исследованиями (из-за их физического состояния- невозможности отбора представительной пробы). К таким породам относятся прежде всего различные типы серпентин- и флогопит содержащие породы, которые залегают внутри и на контактах рудных тел. Особенно их много находится в обрамлении тел

мартитовых руд. Эти породы мягкие на ощупь и легко ломаются руками. Подавляющий объем этих горных пород, согласно принятой классификации, относится к 1 классу по крепости (Таблица 2.8.3). Лишь на отдельных участках такого типа породы относятся ко 2 классу. Такие породы преобладают в центральной части месторождения, слагая пачку пород, разделяющих рудные тела №№ 2, 3 и приурочены к диагональному разрывному нарушению.

Таблица 2.8.3 Классификация пород месторождения по крепости

Класс	Характеристика	Идентификация в полевых условиях	Примерный диапазон прочности на однонаправленное сжатие (МПа)
1	Очень слабые породы	Материал поддается обработке ножом. Крошится от сильного удара острием геологического молотка.	1,0-5,0
2	Слабые породы	Материал с трудом поддается обработке ножом. Остаются вмятины при сильном ударе острием геологического молотка.	5,0-25
3	Породы средней крепости	Не поддается обработке ножом. При сильном ударе острием геологического молотка материал трескается.	25-50

Для получения более полной характеристики основных типов вмещающих пород по пяти пробам выполнены испытания по полной программе физико-механических исследований, данные по которым приведены в таблице 2.8.4.

В целом инженерно-геологические условия отработки месторождения являются достаточно сложными и требуют постоянной корректировки основных параметров открытой разработки в процессе эксплуатации месторождения.

Таблица 2.8.4 Результаты испытания проб вмещающих пород по полной программе физико-механических исследований

№ скв.	№ пробы	Интервал отбора, м	Наименование породы	Временное сопротивление, МПа		Сцепл. в куске, кг/см <sup>2</sup>	Угол внутр. трения, У0	Скорость распротр. продольн. упругих волн, Vp, м/с	Скорость распротр. поперечн. упругих волн, Vp, м/с	Модуль упругости динамический E, кг/см <sup>2</sup> ×10-5	Коэф. Пуассона динамический, μ
				сжатию	растяж.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
353-А	353-А-1	27,1-29,1	Сиенит-порфир	133	13	21,04	54,76	4192	2680	4,096	0,154
363	363-4	55,0-57,0	Гранит	82	11	14,73	50,55	3896	2392	3,481	0,197
305	305-2	73,0-75,0	Кальцифир	53	6	8,86	53,07	4843	3166	6,054	0,127
308	308-1	68,0-70,0	Гнейс	153	17	25,30	53,47	4496	2996	5,295	0,101
352	352-1	25,1-27,1	Гранито-гнейс	80	10	14,35	50,67	3663	2293	3,195	0,178

Продолжение таблицы Таблица 2.8.4

№ скв.	№ пробы	Интервал отбора, м	Наименование породы	Акустическая жесткость, А, кг/с×см <sup>3</sup>	Модуль сдвига, G, кг/см <sup>2</sup>	Влажн. W %	Объемная масса, V г/см <sup>3</sup>	Плотность V г/см <sup>3</sup>	Общая пористость	Коэф. крепости по Протодяконову	Коэф. абр. К абр.	Класс абр.
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
353-А	353-А-1	27,1-29,1	Сиенит-порфир	1,055	1,808	0,45	2,47	2,66	7,14	5,66	0,7	II
363	363-4	55,0-57,0	Гранит	1,009	1,481	0,46	2,54	2,67	4,72	2,85	2,0	V
305	305-2	73,0-75,0	Кальцифир	1,323	2,738	0,05	2,68	2,73	1,83	2,18	0,5	II
308	308-1	68,0-70,0	Гнейс	1,228	2,452	0,18	2,68	2,73	1,65	5,89	1,7	IV
352	352-1	25,1-27,1	Гранито-гнейс	0,963	1,383	0,25	2,58	2,68	3,73	4,48	1,7	IV

## 2.9 Границы и запасы карьерного поля

Право пользования участком недр предоставлено ООО «ЯРК» на основании лицензии ЯКУ 007258 ТЭ от 06.09.2022 г. Дата окончания действия лицензии - 01.10.2023 г.

### 2.9.1 Границы участка недр

На дневной поверхности участок недр ограничен угловыми точками со следующими географическими координатами (граница участка недр):

Таблица 2.9.1 Координаты угловых точек лицензионных границ участка недр месторождение «Сиваглинское», согласно лицензии ЯКУ 007258 ТЭ

Угловые точки участка недр	Северная широта			Восточная долгота		
	градусы	минуты	секунды	градусы	минуты	секунды
1	57	29	13	125	01	39
26	57	29	28	125	01	39
27	57	29	42	125	01	51
28	57	30	12	125	01	52
29	57	30	11	125	03	01
30	57	29	11	125	02	58

Площадь участка недр в указанных границах составляет 2,23 км<sup>2</sup>, и имеет статус горного отвода с ограничением по глубине нижней границей подсчета запасов, с возможностью уточнения в установленном порядке, после утверждения технического проекта разработки месторождения и получения необходимых согласований и экспертиз.

### 2.9.2 Балансовые запасы карьерного поля

Первоначально разведочные работы на Сиваглинском месторождении производились в период 1951–1957 гг.

По результатам проведенных геологоразведочных работ в пределах месторождения, был составлен отчет с подсчетом запасов [10], который рассмотрен протоколом ГКЗ СССР № 2056 от 19.11.1957 г. Подсчет запасов осуществлялся по параметрам кондиций, установленными Техническим управлением Министерства черной металлургии СССР (письмо №19-П-2 от 24.05.1957г.). Всего по месторождению Государственным балансом запасов были учтены запасы железных руд для открытой добычи категорий А+В+С1 в количестве 26 382 тыс. т, в том числе: 12306 тыс. т – маритовых руд и 14076 тыс. т. – магнетитовых и полумаритовых руд.

В 2012-15 гг. недропользователем на Сиваглинском месторождении проведен полный комплекс разведочных работ, включающий маршрутные исследования, наземную геофизику, горные и буровые работы, а также отбор и исследование полупромышленной технологической пробы железной руды.

По результатам выполненных дополнительных геологоразведочных работ и анализа материалов предшественников, были разработаны и утверждены параметры кондиций для подсчета запасов железных руд учитывающие совместную отработку Сиваглинского и Пионерского месторождений.

Данное технико-экономическое обоснование (ТЭО) постоянных разведочных кондиций было утверждено Протоколом заседания комиссии ГКЗ от 29.01.2020 г. №480-к (см. Приложение Б).

На основании «новых» утвержденных кондиций ООО «Мечел-Инжиниринг» выполнил «Геологический отчет с подсчетом запасов железных руд на Сиваглинском месторождении» (по состоянию на 01.01.2021г.). Данный отчет был рассмотрен и утвержден Протоколом №630 заседания Территориальной комиссии по запасам полезных ископаемых Управления по недропользованию по Республике Саха (Якутия) от 19.11.2021 г., см. приложение В.

Подсчет запасов по месторождению осуществлялся по трем технологическим типам железных руд:

- доменные руды с содержанием железа общего (Feобщ) выше 50%, серы менее 0,3% и меди менее 0,2%;

-агломерационные руды с содержанием железа общего (Feобщ) более 45% и меди менее 0,2%;

-медно-мартитовые, медно-мартит-магнетитовые и медно-магнетитовые руды с содержанием железа общего (Feобщ) выше 25% и меди более 0,2%.

Подсчитанные запасы составили 23 165,4 тыс. тонн руды, при среднем содержании железа 48.47% и бортовом содержании 15%.

При этом, на долю балансовых запасов приходится 20 743,7 тыс. т., что составляет 89,5% запасов месторождения, в том числе, доменные руды - 8 693,5 тыс. т, агломерационные руды - 688,5 тыс. т, медьсодержащие – 11 367,7 тыс. т. Забалансовые запасы равны 2 421,7 тыс. т - 10,5%. На забалансовые доменные руды приходится 331,6 тыс. т, агломерационные руды - 81,0 тыс. т, медьсодержащие руды - 2 009,1 тыс. т.

Подсчет запасов выполнен методом вертикальных сечений, с замером площадей проекций рудных тел в компьютерном варианте при помощи программы Corel DRAW X6.

Сопоставление запасов, числящихся на балансе, показало, что по сравнению с 1957 г. получено уменьшение запасов руды на 5 387,6 тыс. тонн, которое объясняется уменьшением суммарного объема подсчетных блоков и меньшими показателями объемного веса при современном пересчете запасов.

Согласно предоставленной геолого-маркшейдерской службой недропользователя, справке (см. приложение Г), ведение горных работ в 2022 году на Сиваглинском месторождении не

осуществлялось. По состоянию на 01.01.2023 г. количество запасов, числящихся на балансе предприятия по лицензии ЯКУ 007258 ТЭ, по сравнению с ранее утвержденными осталось без изменений.

Распределение утвержденных запасов железных руд Сиваглинского месторождения по типам и балансовой принадлежности приведено в таблице 2.9.2.

Таблица 2.9.2 Запасы железной руды Сиваглинского месторождения по состоянию на 01.01.2023г.

Номер рудного тела	Объем руды, м <sup>3</sup>	Объемный вес, т/м <sup>3</sup>	Запасы руды, тонн	Содержание в блоке, %					Доля запасов по месторождению, %
				Feобщ.	Feмаг.	Собщ.	P	Cu	
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
<i>Балансовые запасы</i>									
по категории С1:	3002442	3.58	10744532	49.14	16.51	1.11	0.11	0.34	46.38
в том числе:									
А	88166.108	3.62	318824	48.81	16.22	0.54	0.09	0.10	1.38
Д	1276022.51	3.82	4876265	54.77	7.29	0.07	0.10	0.12	21.05
ММР	1638252.97	3.39	5549443	44.22	24.63	2.06	0.11	0.55	23.96
по категории С2:	2811570.28	3.56	9999212	48.95	20.51	1.43	0.10	0.28	43.16
в том числе:									
А	104065.311	3.55	369714	48.12	0.88	0.06	0.20	0.12	1.6
Д	984870.248	3.88	3817224	56.87	2.45	0.04	0.10	0.10	16.48
ММР	1722634.73	3.37	5812274	43.31	33.31	2.40	0.09	0.40	25.09
Всего, по категории: С1+С2	5814012	3.57	20743744	49.05	18.44	1.27	0.10	0.31	89.55
А	192231.42	3.58	688538	48.44	7.98	0.28	0.15	0.11	2.97
Д	2260892.8	3.85	8693489	55.69	5.16	0.06	0.10	0.11	37.53
ММР	3360887.7	3.38	11361717	43.75	29.07	2.23	0.10	0.47	49.05
<i>Забалансовые запасы</i>									
по категории С2:	717719	3.37	2421672	43.50	28.21	2.54	0.09	0.35	10.45
в том числе:									
А	21898	3.70	81031	48.70	41.55	2.46	0.11	0.17	0.35
Д	86990	3.81	331560	55.28	0.50	0.03	0.15	0.11	1.43
ММР	608832	3.30	2009081	41.35	32.25	2.95	0.08	0.40	8.67

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Всего, по категории:									
С1+С2	717719	3.37	2421672	43.50	28.21	2.54	0.09	0.35	10.45
А	21898	3.70	81031	48.70	41.55	2.46	0.11	0.17	0.35
Д	86990	3.81	331560	55.28	0.50	0.03	0.15	0.11	1.43
ММР	608832	3.30	2009081	41.35	32.25	2.95	0.08	0.40	8.67
<i>Всего по месторождению</i>									
Всего, по категории:									
С1+С2	6531731	3.55	23165416	48.47	19.46	1.40	0.10	0.32	100
А	214129	3.59	769569	48.47	11.52	0.51	0.15	0.12	3.32
Д	2347883	3.84	9025049	55.67	4.99	0.06	0.10	0.11	38.96
ММР	3969719	3.37	13370798	43.39	29.55	2.34	0.10	0.46	57.72

В настоящей документации балансовые запасы железной руды Сиваглинского месторождения с целью дальнейшего расчета нормативов потерь полезного ископаемого и разубоживания, а также раскройки календарного плана ведения горных работ, пересчитаны методом горизонтальных сечений, высота слоя принята равной высоте рабочего уступа – 10 м.

На основании разработанной в ГГИС Micromine блочной модели Сиваглинского железорудного месторождения, в которой собраны данные по всем этапам разведки месторождения, были построены каркасы рудных тел с разделением на типы руд, подсчетные геологические блоки, горизонты.

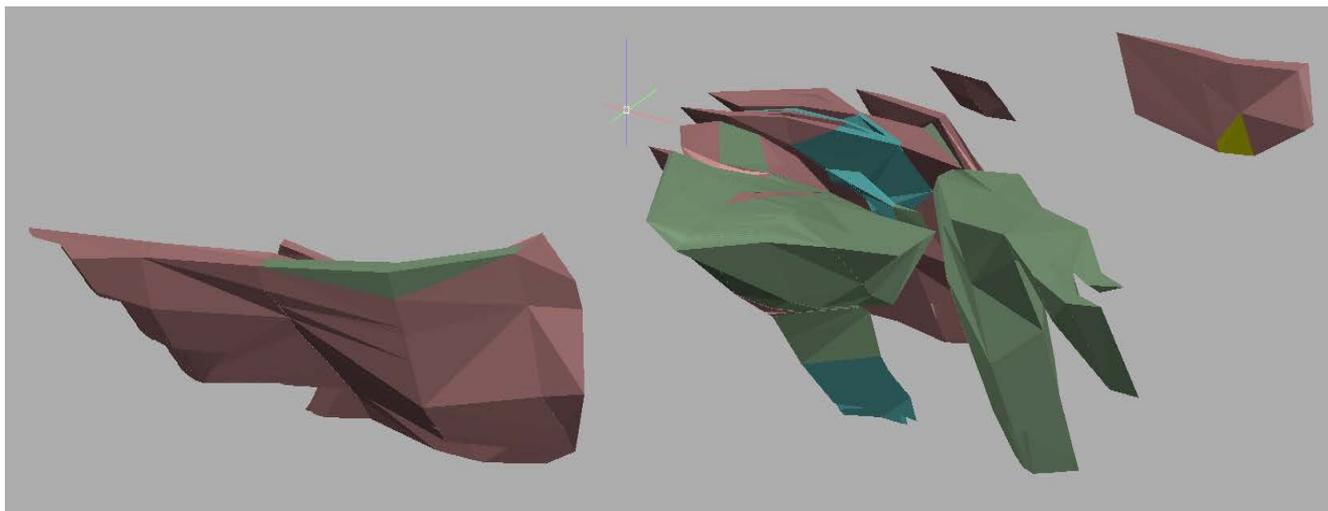


Рисунок 2.9.1 Блочная модель Сиваглинского месторождения (Autocad)

Оформление слоевых планов, в соответствии с требованиями, установленными для горнографической документации, осуществлялось в программной среде Autocad. Погоризонтные планы приведены на чертежах ЯРК.01.01-ТР.1, л.15÷34.

В качестве исходных данных для подсчета запасов приняты данные построенной блочной модели Сиваглинского месторождения и данные опробования разведочных скважин. Значения содержания попутных компонентов (Fe<sub>общ</sub>, Fe<sub>магн.</sub>, Cu, S, P) приняты исходя из данных блочной модели в расчете на каждый слой.

Объемный вес руды рассчитывался по формулам для маритовых и мартит-магнетитовых руд:

$$0.051 * Fe_{\text{общ}} + 1,219 \quad (1)$$

для магнетитовых руд:

$$0.037 * Fe_{\text{общ}} + 1,766 \quad (2)$$

Классификация руд на маритовые и магнетитовые осуществлялось исходя из выполнения ниже приведенных условий:

$$\frac{Fe_{\text{магн.}}}{Fe_{\text{общ}}} < 0,2 - \text{маритовые руды};$$

$0,2 \geq \frac{Fe_{\text{магн.}}}{Fe_{\text{общ}}} < 0,5$  – мартит-магнетитовые руды;

$\frac{Fe_{\text{магн.}}}{Fe_{\text{общ}}} \geq 0,5$  – магнетитовые руды.

Результаты выполненных расчетов запасов железной руды Сиваглинского месторождения, на основании отстроенной блочной модели приведены в таблице 2.9.3.

При сравнении количественных и качественных показателей данных по модели с результатами подсчета запасов в геологическом отчете, отмечено, что разница в количестве запасов отсутствует, в то время как качественные показатели значительно отличаются.

В связи с чем, для дальнейшего проектирования в настоящей документации использовалась построенная блочная модель Сиваглинского месторождения.

Таблица 2.9.3 Распределение запасов технологических типов руд Сиваглинского месторождения погоризонтно (согласно блочной модели), по состоянию на 01.01.2023г.

Горизонт	Всего, т:	в том числе по типам руд:																	
		доменные						медно-магнетитовые руды						агломерационные					
		Запасы руды, т	Среднее содержание, %					Запасы руды, т	Среднее содержание, %					Запасы руды, т	Среднее содержание, %				
			Feобщ.	Feмаг.	Собщ.	P	Cu		Feобщ.	Feмаг.	Собщ.	P	Cu		Feобщ.	Feмаг.	Собщ.	P	Cu
1080	76874	55340	42.09	0.50	0.03	0.25	0.45	21534	30.87	24.48	0.05	0.06	0.34	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1070	788205	668611	54.83	2.71	0.05	0.12	0.19	96153	45.62	17.08	0.67	0.07	0.36	23441	47.41	6.90	0.42	0.28	0.16
1060	1450630	1023716	57.93	6.37	0.18	0.09	0.15	371777	49.39	18.57	1.21	0.07	0.44	55137	47.31	12.50	0.69	0.13	0.19
1050	1592365	940441	58.52	7.50	0.28	0.09	0.16	597782	48.44	20.35	1.55	0.08	0.45	54142	47.32	16.47	0.98	0.09	0.23
1040	1597157	845410	57.04	7.91	0.37	0.09	0.20	702077	48.27	21.02	1.77	0.09	0.47	49670	45.75	14.07	0.91	0.11	0.22
1030	1611666	774134	55.47	8.53	0.37	0.10	0.24	797344	47.80	22.26	1.86	0.10	0.47	40188	44.05	12.21	0.87	0.12	0.21
1020	1604342	643562	54.49	4.01	0.28	0.12	0.24	932493	47.20	26.77	1.79	0.10	0.45	28287	42.19	13.29	1.10	0.11	0.28
1010	1461798	571139	53.61	2.85	0.21	0.13	0.21	872403	46.03	28.56	1.89	0.10	0.47	18256	40.42	18.57	1.48	0.10	0.39
1000	1314534	510727	55.18	2.42	0.16	0.13	0.17	794546	43.35	29.12	2.11	0.10	0.47	9261	45.37	25.43	1.59	0.10	0.50
990	1250231	462016	56.64	2.21	0.15	0.13	0.15	786154	42.61	31.86	2.44	0.09	0.46	2061	49.83	24.88	1.06	0.11	0.57
980	1191873	414039	55.62	1.84	0.16	0.11	0.14	777811	42.93	33.24	2.55	0.08	0.45	23	38.59	8.75	0.17	0.08	0.21
970	1098543	376049	53.75	1.28	0.15	0.11	0.14	717578	42.08	33.01	2.53	0.09	0.43	4916	51.78	43.45	2.99	0.08	0.41
960	1034882	344046	51.61	0.88	0.12	0.12	0.14	662330	42.57	33.73	2.44	0.08	0.41	28506	57.29	49.42	2.81	0.08	0.34
950	973205	296758	50.68	0.57	0.05	0.12	0.13	633905	42.87	33.72	2.33	0.09	0.41	42542	53.33	18.27	1.03	0.14	0.17
940	927843	194773	55.65	0.52	0.03	0.10	0.11	625163	41.94	32.74	2.22	0.09	0.41	107907	45.84	3.90	0.27	0.19	0.13
930	879682	179635	56.04	0.51	0.03	0.12	0.09	611020	42.45	33.63	2.20	0.10	0.43	89027	43.34	2.68	0.24	0.20	0.15
920	751312	155198	54.79	0.50	0.03	0.14	0.08	529055	43.75	35.26	2.25	0.09	0.46	67059	37.97	8.00	0.86	0.16	0.41
910	624303	132308	56.27	0.50	0.03	0.19	0.06	448344	44.29	35.70	2.46	0.09	0.47	43651	34.92	16.15	1.85	0.08	0.72
900	514291	105574	58.39	0.50	0.03	0.23	0.05	384258	46.96	38.50	2.66	0.10	0.45	24459	33.45	19.28	2.26	0.05	0.82
Итого:	20743736	8693476	55.63	4.29	0.20	0.11	0.17	11361727	44.77	29.53	2.11	0.09	0.45	688533	44.48	12.65	0.93	0.14	0.28

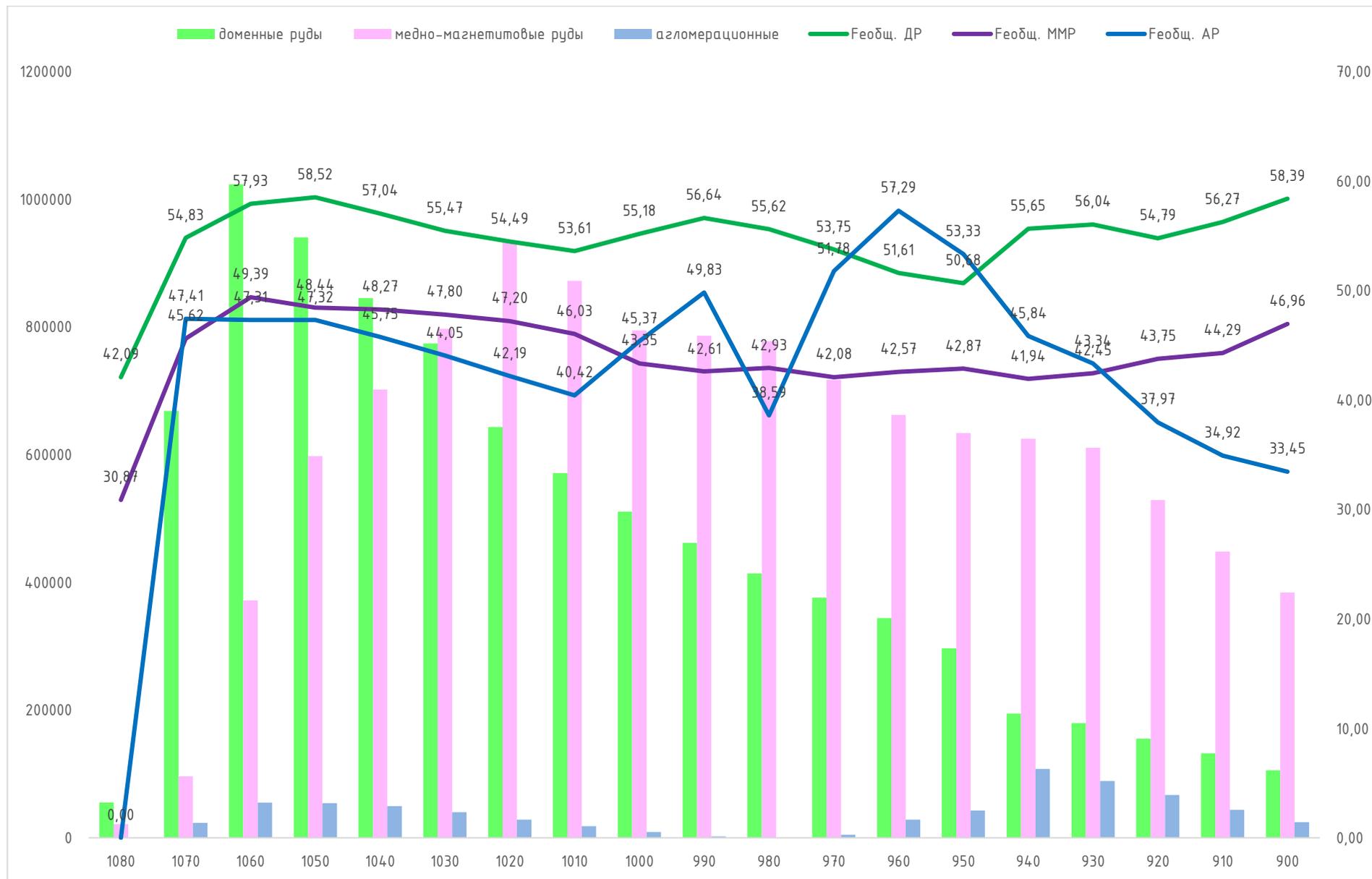


Рисунок 2.9.2 Распределение запасов железных руд Сиваглинского месторождения по горизонтам отработки.

С целью выполнения рекомендаций ТКЗ Якутнедра, отмеченных в п. 3.6.1 протокола №630 от 19.11.2021 г., недропользователем принято решение о продлении геологоразведочных работ на Сиваглинском месторождении в виде опытно-промышленной разработки.

Согласно техническим решениям разработанной ООО «Мечел-Инжиниринг» документации, в период 2022–2023 года планируется выполнить указанные выше работы. Всего в период опытно-промышленной разработки планируется добыть 1282,5 тыс. т балансовых (1375 тыс. т промышленных) запасов.

В 2022 году, опытно-промышленная разработка Сиваглинского месторождения не была начата, недропользователем планируется весь объем работ выполнить в 2023 году.

Таблица 2.9.4 Балансовые запасы железных руд Сиваглинского месторождения, вовлекаемые в отработку в период опытно-промышленной разработки

Горизонт	Балансовые запасы железной руды			Всего балансовых запасов:
	Агломерационные	Доменные	Медно-магнетитовые	
1070	16.2	246.2	30.1	292.5
1060	3.3	659.2	178.9	841.4
1050	-	46.3	102.3	148.6
Итого:	19.5	951.7	311.3	1282.5

Количество балансовых запасов, остающихся на основной период отработки Сиваглинского месторождения (после 2024 года), принятые к проектированию в настоящей документации приведены в таблице 2.9.5.

Таблица 2.9.5 Распределение балансовых запасов технологических типов руд Сиваглинского месторождения на основной период разработки, принятые к проектированию

Горизонт	Всего, т:	в том числе по типам руд:																	
		доменные						медно-магнетитовые руды						агломерационные					
		Запасы руды, т	Среднее содержание, %					Запасы руды, т	Среднее содержание, %					Запасы руды, т	Среднее содержание, %				
			Feобщ.	Feмаг.	Soбщ.	P	Cu		Feобщ.	Feмаг.	Soбщ.	P	Cu		Feобщ.	Feмаг.	Soбщ.	P	Cu
1080	76.874	55.34	42.09	0.50	0.03	0.25	0.45	21.534	30.87	24.48	0.05	0.06	0.34	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1070	495.705	422.411	54.83	2.71	0.05	0.12	0.19	66.053	45.62	17.08	0.67	0.07	0.36	7.241	47.41	6.90	0.42	0.28	0.16
1060	609.23	364.516	57.93	6.37	0.18	0.09	0.15	192.877	49.39	18.57	1.21	0.07	0.44	51.837	47.31	12.50	0.69	0.13	0.19
1050	1443.765	894.141	58.52	7.50	0.28	0.09	0.16	495.482	48.44	20.35	1.55	0.08	0.45	54.142	47.32	16.47	0.98	0.09	0.23
1040	1597.157	845.41	57.04	7.91	0.37	0.09	0.20	702.077	48.27	21.02	1.77	0.09	0.47	49.67	45.75	14.07	0.91	0.11	0.22
1030	1611.666	774.134	55.47	8.53	0.37	0.10	0.24	797.344	47.80	22.26	1.86	0.10	0.47	40.188	44.05	12.21	0.87	0.12	0.21
1020	1604.342	643.562	54.49	4.01	0.28	0.12	0.24	932.493	47.20	26.77	1.79	0.10	0.45	28.287	42.19	13.29	1.10	0.11	0.28
1010	1461.798	571.139	53.61	2.85	0.21	0.13	0.21	872.403	46.03	28.56	1.89	0.10	0.47	18.256	40.42	18.57	1.48	0.10	0.39
1000	1314.534	510.727	55.18	2.42	0.16	0.13	0.17	794.546	43.35	29.12	2.11	0.10	0.47	9.261	45.37	25.43	1.59	0.10	0.50
990	1250.231	462.016	56.64	2.21	0.15	0.13	0.15	786.154	42.61	31.86	2.44	0.09	0.46	2.061	49.83	24.88	1.06	0.11	0.57
980	1191.873	414.039	55.62	1.84	0.16	0.11	0.14	777.811	42.93	33.24	2.55	0.08	0.45	0.023	38.59	8.75	0.17	0.08	0.21
970	1098.543	376.049	53.75	1.28	0.15	0.11	0.14	717.578	42.08	33.01	2.53	0.09	0.43	4.916	51.78	43.45	2.99	0.08	0.41
960	1034.882	344.046	51.61	0.88	0.12	0.12	0.14	662.33	42.57	33.73	2.44	0.08	0.41	28.506	57.29	49.42	2.81	0.08	0.34
950	973.205	296.758	50.68	0.57	0.05	0.12	0.13	633.905	42.87	33.72	2.33	0.09	0.41	42.542	53.33	18.27	1.03	0.14	0.17
940	927.843	194.773	55.65	0.52	0.03	0.10	0.11	625.163	41.94	32.74	2.22	0.09	0.41	107.907	45.84	3.90	0.27	0.19	0.13
930	879.682	179.635	56.04	0.51	0.03	0.12	0.09	611.02	42.45	33.63	2.20	0.10	0.43	89.027	43.34	2.68	0.24	0.20	0.15
920	751.312	155.198	54.79	0.50	0.03	0.14	0.08	529.055	43.75	35.26	2.25	0.09	0.46	67.059	37.97	8.00	0.86	0.16	0.41
910	624.303	132.308	56.27	0.50	0.03	0.19	0.06	448.344	44.29	35.70	2.46	0.09	0.47	43.651	34.92	16.15	1.85	0.08	0.72
900	514.291	105.574	58.39	0.50	0.03	0.23	0.05	384.258	46.96	38.50	2.66	0.10	0.45	24.459	33.45	19.28	2.26	0.05	0.82
Итого:	19461.236	7741.776	55.44	4.14	0.21	0.11	0.17	11050.427	45.59	26.63	1.91	0.09	0.45	669.033	45.28	17.6	1.13	0.12	0.3

### 3 Список литературы

1. ООО "Мечел-Инжиниринг"-**"ДАЛЬНИИПРОЕКТ"**. Технико-экономическое обоснование (ТЭО) постоянных разведочных кондиций для подсчета запасов железной руды Сиваглинского месторождения. Владивосток : б.н., 2015 г.
2. Технико-экономическое обоснование (ТЭО) постоянных разведочных кондиций для подсчета запасов железной руды Пионерского месторождения. Владивосток : б.н., 2015 г. ЯУ.94.02.
3. ООО "Мечел-Инжиниринг". Технико-экономическое обоснование (ТЭО) постоянных разведочных кондиций для подсчета запасов железных руд Пионерского и Сиваглинского месторождений". Новосибирск : б.н., 2020 г. Т. 3.
4. Проект разведочных работ по доизучению технологических свойств железных руд Сиваглинского месторождения. Нерюнгри : б.н., 2021 г.
5. Технический проект опытно-промышленной разработки Сиваглинского месторождения. Новосибирск : б.н., 2022 г. ЯУ.94.03-ТПР.
6. Технический проект разработки Сиваглинского и Пионерского месторождений открытым способом. Новосибирск : б.н., 2022 г. ЯУ.93.05-ТПР.
7. Закон РФ №2395-1 (в редакции от 06.12.2011 N 401-ФЗ). О недрах.
8. ООО "Мечел-Инжиниринг". *Геологический отчет с подсчетом запасов железных руд на Сиваглинском месторождении (по состоянию на 01.01.2021г.)*. Нерюнгри : б.н., 2021 г.
9. *Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (железные руды)*. Москва : б.н., 2007 г.
10. Перваго, В. А., Пухарев, А. И. и Минкин, Л. М. *Геология, запасы железных руд и перспективы Алданской железорудной провинции. Сводный отчет по геологоразведочным работам на железные руды Южно-Якутской комплексной экспедиции за 1951-1957 годы*. Чульман : ЮЯКЭ, 1957.