

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

---

Институт **ИПР**

Направление подготовки **05.04.01 – Геология месторождений стратегических металлов**

Кафедра **Геоэкологии и геохимии (ГЭГХ)**

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
Закономерности формирования и локализации железа, редкоземельной минерализации и подсчет прогнозных ресурсов Бакчарского рудного узла (Томская область)

УДК 553.31.04(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Кенесбаев Бахтияр Кайратович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Домаренко Виктор Алексеевич	к.г.-м.н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПР	Шарф Ирина Валерьевна	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Кырмакова Ольга Сергеевна			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>Геоэкологии и геохимии</b>	<b>Язиков Е.Г.</b>	<b>д.г.-м.н.</b>		

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

Институт **ИИР**

Направление подготовки **05.04.01 – Геология месторождений стратегических металлов**

Кафедра **Геоэкологии и геохимии (ГЭГХ)**

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ГЭГХ

**Языков Е.Г.**

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

\_\_\_\_\_  
(Дата)

(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

<b>магистерской диссертации</b>
---------------------------------

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ЛМ5А	Кенесбаеву Бахтияру Кайратовичу

Тема работы:

Закономерности формирования и локализации железа, редкоземельной минерализации и подсчет прогнозных ресурсов Бакчарского рудного узла (Томская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 09.03.2017 1555/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p><i>Наименование объекта исследования:                  Бакчарский рудный узел (Томская область)</i></p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Геологическая характеристика района;</li> <li>- Геологическое строение участка;</li> <li>- Подсчет прогнозных ресурсов;</li> <li>- Попутные полезные ископаемые;</li> <li>- Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>- Социальная ответственность</li> </ul>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>- Презентация в формате PPTX</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>  <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>

<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Шарф Ирина Валерьевна
<b>Социальная ответственность</b>	Кырмакова Ольга Сергеевна
<b>Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке</b>	Матвеевко Ирина Алексеевна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Material composition and technological properties of ores	
The main features of the ore body composition and structure	
Chemical composition of ores	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Домаренко Виктор Алексеевич	К.Г.-М.Н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Кенесбаев Бахтияр Кайратович		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ЛМ5А	Кенесбаеву Бахтияру Кайратовичу

<b>Институт</b>	<b>ИПР</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ГЭГХ</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	Геология стратегических металлов

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): Расчет товарной стоимости железной руды Бакчарского рудопроявления</i>	<i>Оценка товарной стоимости железной руды на Бакчарском рудопроявлении, согласно применяемой методике</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Методические основы оценки стоимости российских недр</i>

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

1. <i>Оценка перспективности проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Расчет товарной стоимости железной руды в недрах Бакчарского рудопроявления</i>
---	--

**Перечень графического материала**

<p><i>Таблицы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Прогнозные ресурсы железной руды (М) Бакчарского рудопроявления</li> <li>- Доля в стоимости конечного продукта, приходящаяся на прогнозные ресурсы железной руды, коэффициент <math>K_1</math></li> <li>- Усреднённые вероятностные значения коэффициента приведения (<math>K_2</math>) прогнозных ресурсов и предварительно оценённых запасов к запасам промышленных категорий (A+B+C1)</li> <li>- Коэффициент извлечения (<math>K_{из}</math>), учитывающий потери минерального сырья при добыче, обогащении, переделе, транспортировке железной руды</li> <li>- Расчет товарной стоимости (С) железной руды Бакчарского рудопроявления</li> </ul>
--

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент кафедры ЭПР	Шарф Ирина Валерьевна	к. э. н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ЛМ5А	Кенесбаев Бахтияр Кайратович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ЛМ5А	Кенесбаеву Бахтияру Кайратовичу

<b>Институт</b>	<b>ИПР</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ГЭГХ</b>
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Геология стратегических металлов

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Буровые работы на участке Бакчарского рудного узла. Буровая установка разведочного бурения.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- микроклимат;</li> <li>- напряженность зрения;</li> <li>- освещенность;</li> <li>- шум и вибрации;</li> <li>- напряженность труда.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- движущие механизмы, подвижные части производственного оборудования;</li> <li>- электрический ток.</li> </ul> <p>Разработка организационных и технических мер по нормализации уровней факторов и защите от их действия.</p>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- анализ воздействия проводимых работ на ОС;</li> <li>- разработка решений по обеспечению экологической безопасности.</li> </ul>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	Выбор и описание возможных ЧС;

<ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>типичная ЧС – пожар.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия по улучшению условий труда.</li> </ul>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Кырмакова Ольга Сергеевна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Кенесбаев Бахтияр Кайратович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 116 с., 34 рис., 25 табл., 33 источников, 1 прил.

Ключевые слова: прогнозные ресурсы, железная руда, Бакчарский рудный узел, Западно-Сибирский пояс, категория Р1.

Объектом исследования является Бакчарский рудный узел (Томская область)

Цель работы – подсчет прогнозных ресурсов Бакчарского рудного узла

В процессе исследования выполнены следующие задачи:

- дана характеристика района, геологического строения участка;
- изучены закономерности формирования руд;
- построена каркасная геолого-математическая модель рудного узла;
- подсчитаны ресурсы железных руд рудного узла и попутных полезных ископаемых (фосфора и РЗМ).

Все поставленные задачи согласно заданию ВКР выполнены в полном объеме.

## **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

В данной работе применены следующие сокращения:

ВЭЗ-ВП – вертикальное электрическое зондирование методом вызванной поляризации;

ГСЗ – глубинное сейсмическое зондирование;

КМПВ – корреляционный метод преломленных волн;

ЛЭП – линии электропередач;

МОВ – метод отраженных волн;

МСБ – минерально-сырьевая база;

ОТГ – общая глубинная точка;

РЗМ – редкоземельные металлы;

СГД – скважинная гидродобыча.

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки;

ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования;

СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий;

ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Защитное заземление, зануление;

ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1. СВЕДЕНИЯ ОБ УЧАСТКЕ РАБОТ.....	12
2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА .....	14
2.1 Сведения об изученности района.....	14
2.2 Стратиграфия .....	21
2.3 Тектоника .....	24
2.4 Полезные ископаемые.....	25
3. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ УЧАСТКА .....	28
3.1 Особенности геологического строения участка.....	28
3.2 Вещественный состав и технологические свойства руд .....	31
3.3 Условия формирования руд.....	53
4. ПОДСЧЕТ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ БАКЧАРСКОГО РУДНОГО УЗЛА.....	65
4.1 Группа сложности геологического строения рудопроявления.....	65
4.2 Методика подсчета прогнозных ресурсов категории Р1 .....	67
5. ПОПУТНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ .....	70
6. РАСЧЕТ ТОВАРНОЙ СТОИМОСТИ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ БАКЧАРСКОГО РУДНОГО УЗЛА.....	81
7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	85
7.1 Производственная безопасность.....	85
7.2 Экологическая безопасность .....	91
7.3 Безопасность при чрезвычайных ситуациях.....	92
7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	94
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	96
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	97
Приложение А .....	101

## ВВЕДЕНИЕ

Минерально-сырьевые ресурсы являются основой успешного развития экономики любого государства, составляют фундамент его национального богатства. Благополучие страны, ее экономическая независимость во многом определяется богатством недр и наличием эффективного механизма для их рационального использования в интересах всего общества.

Россия обладает мощной минерально-сырьевой базой. На ее территории открыто свыше 20 тыс. месторождений полезных ископаемых, из них только 37 % введено в промышленное освоение. Стратегическое значение минерально-сырьевых ресурсов придает геологии важное значение в увеличении и эффективном использовании уже созданной минерально-сырьевой базы, а также в развитии и повышении результативности геологоразведочных работ.

Минеральные скопления в земной коре становятся месторождениями полезных ископаемых только при условии экономической целесообразности их промышленного освоения. Критерием для промышленного освоения месторождения в условиях рыночной экономики является размер прибыли, которую предприниматель собирается получить за весь период эксплуатации объекта.

В предстоящее 25-летие в связи с ростом населения планеты, промышленного и аграрного производства, развитием научно-технического прогресса потребуется извлечь из недр еще более значительное количество энергетических, рудных и других видов минерального сырья. Масштабы и эффективность использования минеральных ресурсов в решающей степени определяют состояние экономики, уровень жизни населения и прогресс современного государства.

Изменение темпов использования минерально-сырьевой продукции и количества минерально-сырьевых ресурсов и запасов находится под сложным влиянием геологических, социально-экономических и технологических факторов.

Состояние минерально-сырьевой базы и обеспеченность минеральными ресурсами — одна из глобальных проблем как мирового хозяйства в целом, так

и каждой отдельно взятой страны. Являясь базисом развития мировой экономики, минеральные ресурсы во многом определяют экономический потенциал страны, развитие и размещение производительных сил и более полное использование трудовых ресурсов. Значение минерально-сырьевых ресурсов для экономики и жизнеобеспечения невозможно преувеличить. Достаточно сказать, что современная экономика не может ни дня «прожить» без нефтепродуктов, без воды и других видов минерального сырья.

Вопрос о геологическом изучении и освоении Бакчарского железорудного узла, являющегося наиболее перспективной и относительно неплохо изученной частью крупнейшего Западно-Сибирского пояса, открытого в середине прошлого века при поисковых работах на нефть и газ, рассматривался неоднократно на самых различных уровнях. В том числе, Бакчарский рудный узел рассматривалось в качестве главного источника железорудного сырья для строящегося в конце 50-х годов Западно-Сибирского металлургического комбината. Обсуждался также вариант строительства второго Сибирского металлургического комбината в Томской области, в районе с. Киреевска на берегу р. Обь, в 150 км юго-восточнее Бакчарского участка.

В связи с тем, что последние полтора десятка лет не только изменилась в сторону истощения вся железорудная база России, но и принципиально изменилась геополитическая ситуация, при которой традиционные поставщики железорудного сырья оказались в соседних государствах (Казахстан, Украина), возникла проблема дальних поставок сырья на расстоянии от 2 до 6 тыс.км. На сегодняшний день высокая транспортная составляющая в себестоимости металлургического сырья является главной причиной низкой конкурентоспособности России и Сибири на мировом рынке металлопроката.

Целью работы является подсчет прогнозных ресурсов Бакчарского железорудного узла. Для достижения цели следует выполнить следующие задачи: изучить геологические характеристики района, геологическое строение участка, произвести подсчет прогнозных ресурсов рудного узла, рассмотреть возможность извлечения попутных полезных ископаемых.

## 1. СВЕДЕНИЯ ОБ УЧАСТКЕ РАБОТ

Железные руды Бакcharского рудного узла являются составной частью Западно-Сибирского пояса и располагается в Бакcharском административном районе в 200 км к западу от г. Томска. Площадь рудного узла 1200 км<sup>2</sup>. Бакcharский лицензионный участок расположен в Бакcharском районе Томской области, площадь участка – 530 км<sup>2</sup>.

Географически, район находится на восточном склоне Обь-Иртышского междуречья центральной части Западно-Сибирской плиты. Обзорная карта района Бакcharского рудного узла изображена на рисунке 1.

В геоморфологическом отношении район работ расположен на Обь-Иртышском водоразделе, в долинном комплексе рек Парбиг и Бакchar, левых притоков р. Чаи. Реки типично равнинные, с сильно меандрирующими руслами и малыми скоростями течения.

Площадь работ представляет собой заболоченную и слабо всхолмленную равнину, с абсолютными отметками от 121 м на водораздельных участках до 89 м в речных долинах (рек Галка, Тетеринка, левых притоков р. Бакchar). Территория покрыта лесами, поймы рек заболочены, имеющиеся на территории болота преобладают в южной части района. Лесной покров таёжного типа. Лесная растительность представлена хвойными и лиственными породами – сосна, ель, реже кедр, пихта, берёза и осина. Пойменные участки и болота непроходимы для транспорта в летнее время и труднопроходимы зимой.

Характерными представителями животного мира таёжной зоне являются лось, бурый медведь, рысь, лисица, соболь, белка, заяц-беляк, колонок, бурундук, ласка. Из птиц встречаются коршун, ястреб-тетеревятник, филин, сова, глухарь, тетерев, рябчик и др. Из перелётных птиц различные виды уток, гуси, журавли.

Климат района континентальный с продолжительной холодной зимой и коротким теплым летом. Среднегодовая температура  $-0,7 - -1,6^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовое количество осадков колеблется от 560 до 623 мм. Снежный покров достигает 130 см и держится до начала мая. Максимальная глубина



## **2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА**

### **2.1 Сведения об изученности района**

#### **2.1.1 Геологическая и геофизическая изученность**

Основная часть исследуемой территории, по Международной геодезической разграфке, расположена на площади листа О-44-XXIX, а западная окраина лицензионного участка на листе О-44-XXVIII.

Вплоть до середины 30-х годов XX века изучение геологического строения района работ носило эпизодический характер. Большинство исследований было направлено на изучение общих стратиграфических схем и палеонтологических обоснований третичных и четвертичных образований.

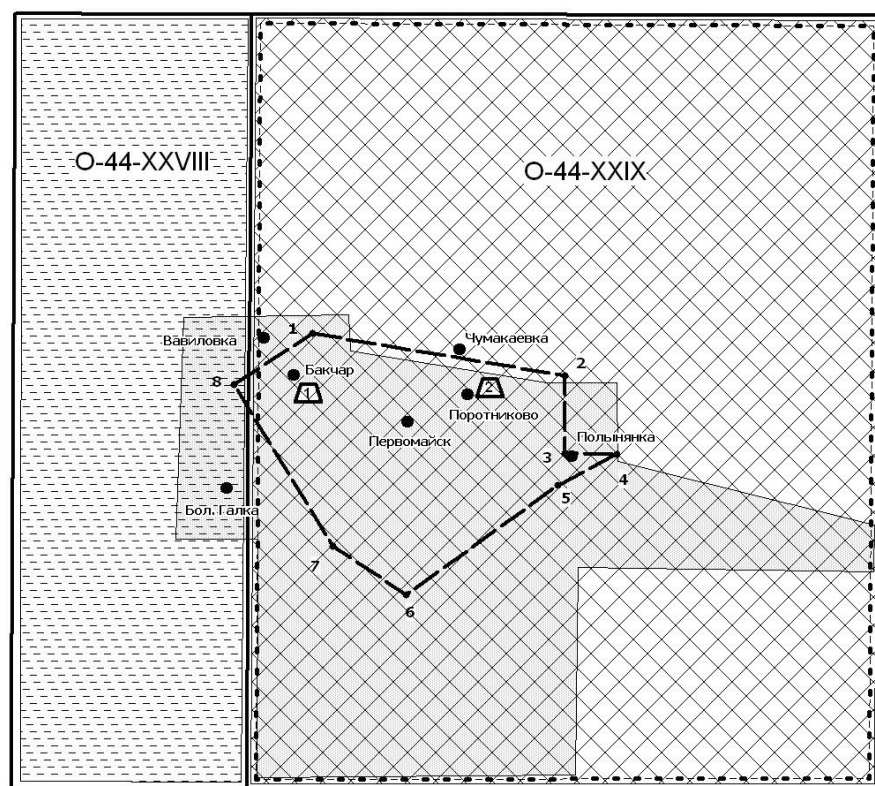
Геолого-съёмочные работы масштаба 1:1 000 000 листа О-44 (Колпашево) проводились в 1944-1949 гг., на основании которых в 1958 г. М.П. Нагорским была подготовлена и издана геологическая карта листа О-44 под редакцией И.И. Краснова. Приводимые сведения о строении территории были фрагментарными. Дочетвертичные образования почти не изучались, охарактеризованы в основном по описанию крупных обнажений в долинах рек. В 1964 г. М.П. Нагорским с учетом материалов структурно-поискового и глубокого бурения был составлен новый вариант геологической карты листа О-44.

С целью решения задач геокартирования и поисков месторождений углеводородов в районе работ с конца 40-х начала 50-х годов XX-го столетия проводились комплексные геофизические исследования методами гравиразведки, сейсморазведки, магниторазведки и электроразведки, которые сопровождалась бурением структурно-поисковых скважин. Для планирования нефтепоисковых работ в 1956-1958 гг. трестом ЗапСибнефтеразведка под руководством Е.М. Зубарева и Н.Д. Семенова разбурены структурно-поисковые профили по долинам рек Чая, Парабель, Чузик глубиной до 500 м. На Парбиг-Чаинском профиле выявлены два горизонта железных оолитовых руд в подошве ганькинской и в кровле ипатовской свит.

При бурении в районе с. Бакчар были выявлены богатые железные руды. Поисково-разведочные работы в данном районе подтвердили наличие железных

руд в палеогеновом бакчарском горизонте (Отчет..., 1959). А. А. Бабиным выделены Западный (Бакчарский) и Восточный (Польнянский) участки. Прогнозные геологические запасы по Бакчарскому участку определены в 18,3 млрд. тонн, в том числе по верхнему бакчарскому горизонту 12,6 млрд. тонн и по колпашевскому – 5,7 млрд. тонн.

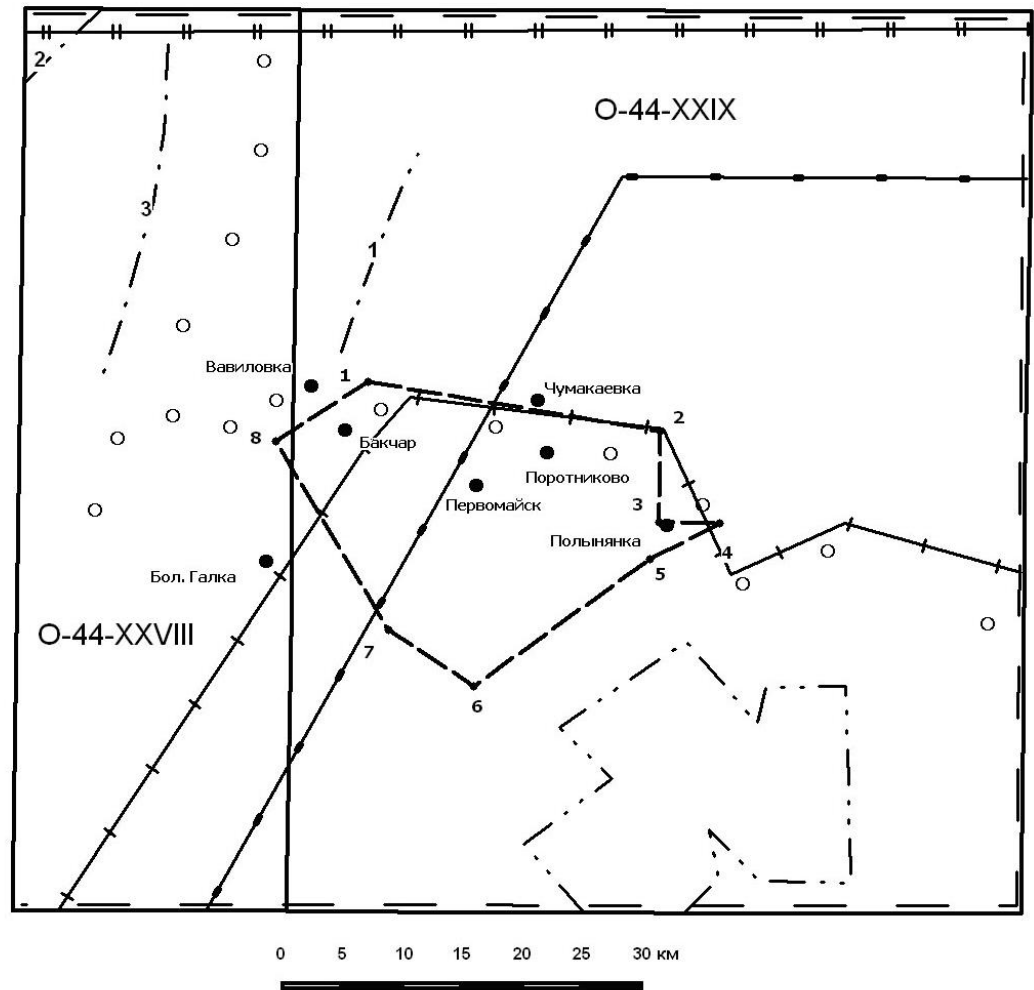
В 1958-1959 гг. в результате опробования керна структурно-поисковых скважин (Бердников, 1959) оконтурены границы Западно-Сибирского железорудного пояса. По керну этих же скважин в 1960-1961 гг. были изучены редкие и рассеянные элементы в железных рудах (Горюхин, 1962).



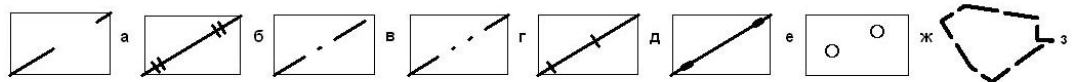
- Условные обозначения:
- а - гидрогеологическая съёмка масштаба 1:200 000, Бакчарская партия (Бабин, 1964 г.)
  - б - гидрогеологическая съёмка масштаба 1:200 000, Обская партия (Кривенцов, 1979 г.)
  - в - гидрогеологическая съёмка масштаба 1:200 000, Парбигская партия (Кривенцов, 1986 г.)
  - г - площадь поисковых работ, Бакчарская партия (Бабин, 1958 г.)
  - д - участки водоснабжения с утвержденными запасами в ТКЗ (Осипов, Скогарева, 1977 г.): Бакчарский (1), Поротниковский (2)
  - е - граница Лицензионного участка

Рисунок 2.1 - Схема геологической и гидрогеологической изученности (Паровинчак М.С., 2009)

К началу 60-х годов на всей территории Томской области были выполнены гравиметрические съемки масштаба 1:200 000–1:1 000 000 и аэромагнитные съемки масштаба 1:200 000. В 1958 году Н.И. Павленковой, а 1960 году В.И. Семеркиным были обобщены гравиметрические съемки масштаба 1:200 000, составлены сводные карты гравитационного и магнитного полей в масштабах 1:200 000 и 1:1 000 000.



Условные обозначения:



- а - гравиметровая съёмка М 1:200 000, партия 62/57-58
- б - отдельные пункты электроразведки ТТ, выполненные в 1956 г.
- в - аэромагнитная съёмка М 1:50 000, партия 148/87-88
- г - сейсморазведка МОВ профильная, М 1:100 000, партия 81/56 (1), партия 41/57 (2), партия 28/62 (3)
- д - сейсморазведка МОВ и ОГТ площадная, М 1:100 000, партия 81/56
- е - сейсморазведка а.с.з. МОВ площадная, М 1:100 000, партия 19/58
- ж - сейсморазведка а.с.з. МОВ площадная, М 1:100 000, партия 27/63-64
- з - граница Лицензионного участка

Рисунок 2.2 - Схема геофизической изученности (Паровинчак М.С.,

2009)



В 60-70 гг. на территории Томской области, с целью поисков углеводородов был выполнен большой объем сейсмических исследований методами преломлённых волн (КМПВ), отражённых волн (МОВ), общей глубинной точки (ОГТ) в площадных и профильных вариантах, глубинные сейсмические зондирования (ГСЗ) и магнитотеллурические зондирования. Глубокое и поисковое бурение сопровождалось комплексом геофизических исследований в скважинах.

В 1962-1964 гг. на площади листа О-44-XXIX проведена геологическая съемка масштаба 1:200 000 (Бабин, 1964), в результате чего детально изучены отложения верхнемелового и палеогенового возраста до глубины 500 м и связанные с ними полезные ископаемые. Был оконтурен Бакчарский узел осадочных железных руд.

В 1964 году Сибирским отделением АН СССР опубликована коллективная работа «Западно-Сибирский железорудный бассейн». В ней даны обобщение главнейших материалов и сведений, характеризующих Западно-Сибирский железорудный пояс в целом и Бакчарский рудный узел в частности.

В результате проведенных геолого-геофизических исследований были получены сведения о глубинном строении консолидированной части земной коры, строении фундамента и чехла Западно-Сибирской плиты, выявлены и изучены нефтяные и газовые месторождения.

В 1968 г. М.П. Нагорский составил геологическую карту Томской области в масштабе 1:1 000 000 и пояснительную записку к ней. Работой детально охарактеризовано геологическое строение, тектоника и главнейшие полезные ископаемые области.

В 1970 г. по материалам съёмки под редакцией С.Б. Шацкого издана государственная геологическая карта масштаба 1:200 000 (первого поколения) и объяснительная записка к ней.

С 1978 года начался новый этап геофизического изучения территории Томской области. Основная часть Томской области была покрыта аэромагнитными съемками масштаба 1:50 000. В нефтеперспективных районах были проведены гравиметровые съемки масштаба 1:50 000, опытные

электроразведочные работы. Сейсморазведка методом общей глубинной точки (МОГТ) позволила решать не только структурные задачи, но и осуществлять литолого-фациальное картирование, прослеживать пути миграции и выделять места скопления углеводородов.

Полученный фактический материал по среднемасштабным геологическим съемкам, глубокому и разведочному бурению и геофизическим работам позволил приступить к подготовке к изданию кондиционных геологических карт масштаба 1:1 000 000 на территорию Томской области. Под редакцией С.Б. Шацкого и Н.В. Григорьева в 1981 г. издана геологическая карта листа О-43 (44) (Тара).

В районе Бакчарского рудного узла выполнены:

-кондиционная гравиметрическая съемка масштаба 1:200000 (Аронов В.И., 1958);

-высокоточная аэромагнитная съемка масштаба 1:50000 (Повадатор В.И., 1989);

- сейсморазведка методом преломлённых волн (КМПВ) масштаба 1:200000.

В 1997 г. при составлении Программы геологического изучения и развития минерально-сырьевой базы Томской области были определены прогнозные ресурсы Бакчарского рудного узла в количестве 28,6 млрд. т по категории Р1 и в количестве 23,6 млрд. т по категории Р2.

В 2006-2009 гг. была выполнена оценка Бакчарского железорудного узла. Работы по оценке проявления включали наземные геофизические работы, бурение поисковых и оценочных скважин, опытно-методические работы по скважинной гидродобыче (СГД), технологическое опробование железных руд, подсчет запасов и прогнозных ресурсов (отчет находится на регистрации в геологических фондах). Комплексные наземные профильные геофизические работы: магнитометрические исследования с шагом 20 м, электроразведка ВЭЗ-ВП, были выполнены Томским политехническим университетом (кафедра геофизики). Как отмечает А.Н. Орехов, электроразведочные исследования методом ВЭЗ-ВП для оценки глубины залегания рудоносного горизонта и

подтверждения его перспективности в условиях заболоченной площади целесообразно проводить на отдельных точках. Применение магниторазведки, как определяющего или опережающего метода работ малоэффективно, так как руды Бакчарского узла немагнитные.

### **2.1.2 Гидрогеологическая и инженерно-геологическая изученность**

В 1939 году М.И. Кучиным были опубликованы: первая сводная работа по гидрогеологии и первый кадастр подземных вод Обь-Иртышского междуречья. Полученный фактический материал стал основой для сводной гидрогеологической карты масштаба 1:1 000 000 листа О-44, составленной им в 1949 г. Им дана схема гидрогеологического районирования для дочетвертичных отложений с учетом размещения геотектонических структур и ландшафтных зон.

В 1959 году по данным эксплуатационных скважин В.П. Щипачевым был составлен кадастр подземных вод. В 1960 году он издал первую гидрогеологическую карту Томской области в масштабе 1:2 500 000, а в 1961 г. – масштаба 1:1 500 000.

В 1957-59 гг. А.А. Бабиным и А.С. Донченко при проведении поисковых работ на железные руды изучались инженерно-геологические и гидрогеологические условия разработки Бакчарского рудного узла, с расчетами максимального водопритока в проектируемый карьер.

В 1962-64 гг. в процессе геологосъемочных работ масштаба 1:200 000 (Бабин, 1964) была составлена гидрогеологическая карта, отвечающая кондициям масштаба 1:500 000 с отражением первых от поверхности водоносных горизонтов, их водообильности и химического состава.

В 1970-1973 г. Тематическая партия (Бычкова, Винниченко, 1973) проводила районирование территории Томской области по условиям создания искусственных запасов подземных вод. Район работ выделен в подрайон, в котором прогнозные запасы подземных вод значительно превышают перспективную потребность.

В 1976-77 гг. в районе сёл Бакчар и Поротниково были выполнены поиски и предварительная разведка подземных вод (Скогорева, 1977), в результате чего подсчитаны и утверждены эксплуатационные запасы подземных вод палеогенового водоносного горизонта по Бакчарскому и Поротниковскому участкам.

С 1974 г. на площадях Среднего Приобья проводились комплексные гидрогеологические и инженерно-геологические исследования масштаба 1:200 000, включающие задачи мелиоративного строительства (Кривенцов, 1979). В результате этих исследований были составлены гидрогеологические карты, отвечающие условиям масштаба 1:500 000. На этих картах показаны первые от поверхности водоносные горизонты, их водообильность и химический состав.

Специальные инженерно-геологические исследования на территории проводились только на площадках строительства зданий и сооружений, где глубина изучения геологического разреза не превышала 10-15 м.

Работами 1984-1989 гг. по восточной части Томской области завершена региональная оценка прогнозных ресурсов подземных вод (Плевако, 1989). В 1980-1984 гг. проведены геолого-экономическая оценка потенциальных эксплуатационных ресурсов термальных вод Томской области (Винниченко, 1984). В 1998-2000 гг. на территории области закончены тематические работы по изучению распространения и бальнеологической ценности минеральных вод (Кривенцова, 1998), оценке обеспеченности населения области ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения (Степанова, 1999).

В 2006-2009 гг. компанией ООО «НПО «ТомГДК руда» проводились работы по оценке Бакчарского железорудного узла для отработки методом СГД (Паровинчак, 2009).

В 2012 году К.В. Карепиной были представлены радиогеохимические особенности железозносных отложений Западно-Сибирского пояса.

В 2013 году Е.М. Асочаковой в диссертации были показаны результаты изучения минералого-геохимических особенностей железнакопления в мел-палеогеновых толщах Бакчарского рудного узла.

В 2015 году была защищена диссертация М.А. Рудминым на тему «Седиментационная модель и типы руд Бакчарского железорудного проявления (Томская область)». Также им были изучены минеральные микровключения в глауконитах, минеральный и химический состав рыхлых оолитовых руд, фациальные особенности рудовмещающих горизонтов, генезис оолитовых железных руд.

## **2.2 Стратиграфия**

Район проектируемых работ расположен в восточной части Западно-Сибирской плиты, имеющей двухъярусное строение: складчатый фундамент палеозойского возраста и перекрывающий его сверху чехол осадочных мезозойско-кайнозойских отложений.

В сводном стратиграфическом разрезе района Бакчарского узла выделены отложения меловой, палеогеновой и четвертичной систем. Краткая характеристика этих отложений дана с учетом разработанных СНИИГГиМСом стратиграфических схем (2000 г.).

Меловые отложения морского и прибрежно-морского генезиса коньяк-маастрихских образований верхнего отдела и представлены кузнецовской, ипатовской и ганькинской свитами.

Кузнецовская свита (K2kz) вскрыта только скважиной 1Б, расположенной на севере с. Бакчар. Вскрытый разрез свиты представлен зеленовато-серыми кварцевыми песками с прослоями глин. Возраст отложений – турон-коньякский.

Ипатовская свита (K2ip) залегает на кузнецовской, перекрывается ганькинской свитой и сложена зеленовато-серыми мелкозернистыми песками и песчаниками с прослоями алевролитов и глин. Пески и песчаники обычно глауконитовые, кварц-глауконитовые, иногда лептохлоритовые или гидрогетит-лептохлоритовые. В районе к песчаникам кровли приурочен нарымский железорудный горизонт с гидрогетит-лептохлоритовыми рудами с прослоями зелено-серого аргиллита, глины, алевролита. Мощность железосодержащих пород

горизонта меняется от 2-3 до 6-7 м. Возраст свиты определяется коньяк-сантонским (Легенда..., 2000). Вскрытая мощность свиты до 100 м.

Ганькинская свита (K2gn) залегает на ипатовской свите, перекрывается люлинворской свитой палеогена. Свита преимущественно песчаного состава. В ее кровле залегает колпашевский железорудный горизонт (3-24 м), имеющий обычно трехчленное строение. Нижнюю и среднюю его части слагают глауконитовые песчаники, верхнюю – оолитовые гетит-гидрогетит-лептохлоритовые, реже глауконит-гидрогетитовые руды и железистые песчаники. Руды образуют линзы мощностью от 1,5 до 12 м. Возраст свиты установлен как маастрихтский. Мощность свиты в данном районе не превышает 45 м.

Палеогеновые отложения широко распространены и представлены люлинворской морской, юрковской прибрежно-морской, новомихайловской и лагернотомской континентальными свитами.

Люлинворская свита (P1-2II) залегает с размывом на отложениях ганькинской свиты и перекрывается юрковской свитой. В нижней части разреза свиты-кварц-глауконитовые песчаники и пески; в верхней – зеленые тонкослоистые глины, опоковидные. К песчаникам нижней пачки приурочены слои гидрогетитовых оолитовых железных руд, бакчарского железорудного горизонта, мощностью от 1-2 до 15-20 м. Возраст свиты, определен как палеоцен-ранне-среднеэоценовый. Мощность свиты не превышает 40 м.

Юрковская свита (P2jr) залегает на глинах люлинворской свиты, перекрывается с размывом новомихайловской. Свиту слагают серые, желтовато-серые, иногда бурые разнозернистые пески с гравием. Нижний горизонт обычно представлен гравийно-галечными породами кремнисто-кварцевого состава. В них часто встречаются окатыши глин серого и бурого цвета, гальки каолинизированных песчаников, сидеритов, куски обуглившейся древесины. В верхней части разреза свиты преобладают мелкозернистые пески, содержащие редкие глинистые прослои, обугленные куски древесины, линзы бурых углей. Мощность свиты 40-56 м.

Новомихайловская свита (P3nm) повсеместно распространена на территории участка. Свита залегает с размывом на отложениях юрковской свиты, подстилая в свою очередь лагернотомскую свиту. Аллювиально-озерный генезис свиты обуславливает неоднородность литологического состава отложений. Свита, представлена серыми и буровато-серыми полевошпатово-кварцевыми песками с прослоями глин, алевроитов и бурых углей. Пласты бурых углей обычно небольшой мощности. В отдельных разрезах преобладают глины с растительным детритом, имеющие серую, темно-серую, зеленовато-серую и бурюю окраску. Нередко встречаются пачки тонкого переслаивания глин, алевроитов и тонкозернистых песков. Мощность свиты 40-46 м.

Лагернотомская свита (P3lt) залегает с размывом на новомихайловской свите и перекрывается четвертичными отложениями и сложена серыми и зеленовато-серыми песками, глинами и алевроитами с линзами и прослоями бурых углей и лигнитов. Пески серые, иногда зеленовато-серые, тонко-мелкозернистые, в основании толщи с гравием и окатышами глин и сидеритов. Глины серые, зеленовато-серые, реже коричневые и черные. Мощность свиты до 46 м.

Четвертичные отложения представлены отложениями смирновской, тобольской свит, сузгунской толщи, аллювиального комплекса речной сети и покровными образованиями.

Тобольская свита (QIIIb) приурочена к долинам р.р. Галка, Тетеренка и Бакчар. Тобольские образования залегают под сузгунской толщиной и сложены серыми разнозернистыми песками, суглинками и глинами, в подошве свиты иногда встречаются гравий и галькой. Мощность свиты до 10 м.

Озерные образования сузгунской толщи (QIIsz) развиты на всей территории участка работ. В составе толщи выделяются три пачки пород. Нижняя часть разреза толщи (11-17 м) сложена темно-серыми, серовато-сизыми, зеленоватыми иловатыми тонкослоистыми глинами с погребенными почвами и включениями слаболигнитизированных растительных остатков. Средняя пачка (3-10 м) представлена супесями, суглинками, иногда оторфованными с прослоями песков и включениями древесных остатков. Верхняя пачка (10-13 м)

представлена буровато-серыми песчанистыми, нередко лессовидными супесями и суглинками. Мощность отложений до 43 м.

Аллювиальные отложения третьей надпойменной террасы (a3QIII) развиты по берегам рек Бакчар, Тетеренка и Галка и представлены песками, суглинками, глинами, иногда с гравием и галькой в подошве. На поверхности террас часто развиты современные торфяники. Мощность отложений террасы 15-18 м.

Субаэральные покровные образования (QIII-IV) занимают все водораздельные пространства, перекрывая сузгунскую толщу. Они представлены желтовато-серыми комковатыми суглинками. Мощность отложений 3-6 м.

Аллювиальные отложения (aQIV) в районе участка формируют пойменные террасы всех рек. Они сложены галечниками, суглинками, илами. Мощность отложений 3,5-13 м.

Болотные образования (bQIV) имеют широкое развитие в центральных частях водораздельного плато, меньшее на террасах. Они представлены торфом мощностью 1-5 м.

## **2.3 Тектоника**

В тектоническом отношении обширная площадь Западно-Сибирского железорудного пояса, тяготеющая к восточной окраине Западно-Сибирской плите, слабо изучена из-за большой мощности покровных мезо-кайнозойских отложений и глубокого залегания складчатого палеозойского фундамента.

Из-за большой мощности покрова рыхлых мезокайнозойских отложений, достигающей в описываемом районе 2-3 км, установление структуры палеозойского фундамента довольно сложно. По обобщенным Н.Н. Ростовцевым данным, в фундаменте Западно-Сибирской плиты намечается четыре системы глубинных разломов, из которых преобладающими являются разломы, близкие к меридиональному направлению. В юго-восточной части низменности, в зоне погружения Северо-Казахской складчатой зоны,



преобладают северо-западные разломы. В юго-восточной части, районе Барабинской и Кулундинской степей, а также в описываемом районе намечаются разломы северо-восточного простирания. По данным Н.Н. Ростовцева, в среднем бассейне р. Оби, преобладающее развитие имеют герцинские складчатые структуры. К западу от р. Оби они сменяются каледонскими. В мезокайнозойском покрове Н.Н. Ростовцев отмечает структуры 1, 2 и 3 порядков. К структурам первого порядка он относит крупные поднятия и впадины, к структурам второго порядка – валы и прогибы, к третьему – небольшие поднятия местного значения.

В Бакcharском районе, на фоне общей Колпашевской депрессии, отмечаются положительные структуры второго порядка в виде вытянутых погребенных валов, чередующихся с прогибами. Меридионально или почти меридионально вытянутые погребенные валы имеют брахиантиклинальное строение с пологим погружением крыльев на север, запад и восток. Такое брахиантиклинальное строение очень характерно для Бакcharского погребенного вала, прослеживающегося от д. Вавилонка на севере, до озера Белого на юге. Пологий подъем Бакcharского вала к югу сменяется в районе оз. Белого резким погружением на юг.

Простирание таких погребенных структур мезозойско-кайнозойского покрова обычно совпадает с простиранием складчатых комплексов фундамента.

В составе чехла выделены комплексы: собственно, плитный, состоящий из морских, прибрежно-морских, континентальных отложений мела и частично палеогена; и неотектонический, охватывающий верхний эоцен четвертичные отложения.

## **2.4 Полезные ископаемые**

В районе известны проявления бурых углей, руд черных металлов, месторождения торфов, пресных питьевых вод, минерализация фосфоритов, руд цветных и редких металлов.

Бакчарский железорудный узел входит в состав Западно-Сибирского железорудного пояса. Руды Бакчарского узла объединены в три горизонта. Два нижних горизонта – нарымский и колпашевский, входят в состав верхнемелового комплекса отложений (сантон-кампан-маастрихт); верхний или бакчарский горизонт находится в составе палеогеновых отложений верхнепалеоцен-среднеэоценового возраста.

Признаки фосфоритонности характерны для всех железорудных отложений. Это тонкие прослои карбонатно-фосфористых песчаников среди пород железорудного колпашевского горизонта, желваки и стяжения фосфоритов в нижней части разреза бакчарского горизонта.

Содержание пятиокси фосфора в таких песчаниках от 2,6–3,9, а иногда до 6,9 %. Содержание пятиокси фосфора в конкрециях фосфоритов составляет 10-15 %.

Наличие повышенных содержаний фосфатов свидетельствуют о возможности нахождения в районе обособленных горизонтов фосфоритовых песчаников с промышленным содержанием пятиокси фосфора.

Повышенные содержания ильменита отмечаются в песчаных прослоях всех железорудных горизонтов. Содержания титановых минералов достигает в 2,8 кг/т и циркона – 1 кг/т. Обогащены титановыми минералами и цирконом пески верхней части юрковской свиты. Содержание ильменита в палеогеновых песках колеблется в пределах от 0,15 кг до 3,0 кг/т, циркона в пределах 0,1-0,3 кг/т, лейкоксена и рутила не превышает нескольких граммов на тонну песков.

Бурые угли относятся к олигоценовой угленосной формации, включающей залежи бурых углей и лигнитов в отложениях новомихайловской и лагернотомской свит. Мощностью пластов и линз угля от 0,2 до 2,5 м, в единичных случаях 3,6 м.

Зольность бурых углей от 10,9-15,5 %, теплотворная способность от 4 310 до 7 205 калорий. Промышленного значения до настоящего времени местные бурые угли не имели из-за малой мощности пластов, большой глубины залегания и плохого качества.

Бакчарское месторождение керамзитового сырья (№ 1) приурочено к покровным суглинкам и суглинкам верхнечетвертичных отложений сузгунской толщи. Суглинки пригодны для получения керамзита марки 500, а также обыкновенного кирпича марки 100. Балансовые запасы суглинков по категориям А+В+С1 составляют 693 тыс.м<sup>3</sup>. Месторождение в настоящее время не эксплуатируется.

Торфяники в районе имеют широкое развитие и занимают водоразделы крупных рек. Маломощные торфяники связаны с террасовыми комплексами, располагаясь в долинах этих рек: Сухое-Вавиловское (№ 2) и Поротниковское (№ 3) месторождения.

Для торфяных месторождений Сухое-Вавиловское и Поротниковское характерно совместное залегание болотных карбонатов и фосфатов. Мощность торфяного пласта 1,6-2,2 м. Оба месторождения не эксплуатируются.

Для хозяйственно-питьевого централизованного водоснабжения населения сел Бакчар и Поротниково были разведаны два месторождения пресных подземных вод: Бакчарское № 4, Поротниковское № 5, с эксплуатационными запасами по категориям А+В 17,5 тыс.м<sup>3</sup>/сут и 7,5 тыс.м<sup>3</sup>/сут, которые до настоящего времени не эксплуатируются.

По данным геолого-аналитического центра «Золото-платина» ТПУ в ряде штуфных проб, отобранных из железных руд Бакчарского узла (скв. 38 Бабина А.А.), отмечены повышенные содержания золота до 1,8 г/т и платины до 127 мг/т (Черняев, 1997).

В четырех пробах, отобранных из цементированных железных руд Бакчарского узла, по данным перлово-люминисцентного анализа отмечен уран (более 0,03 %).

Самостоятельного значения золото, платина и уран не имеют.

### 3. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ УЧАСТКА

#### 3.1 Особенности геологического строения участка

Рудоносная толща по времени формирования занимает промежуток от турона до эоцена и с несогласием залегает на морских песчано-глинистых отложениях кузнецовской свиты (сеноман-турон). Перекрывается она морскими глинистыми отложениями люлинворской свиты (эоцен) (Западно-Сибирский..., 1964, Нагорский, 1958). Геологическая карта лицензионного участка Бакчарского железорудного узла представлена на рисунке 3.1 с условными обозначениями к плану и разрезам (рисунок 3.2).

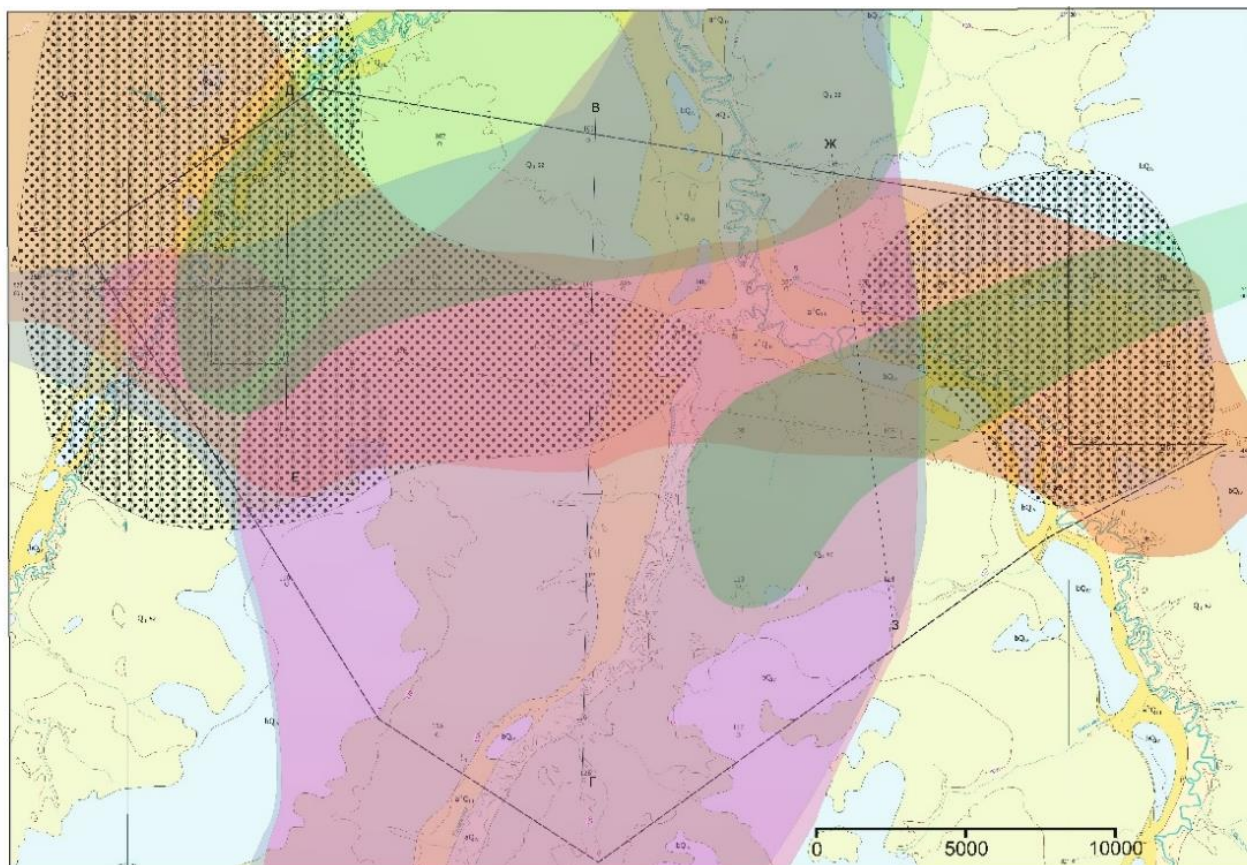


Рисунок 3.1 – Геологическая карта южной части Бакчарского железорудного узла (Паровинчак М.С, 2009, с дополнениями автора, 2017)

Продуктивные отложения Бакчарского рудного узла представлены тремя горизонтами, разделенными между собой прослоями песчаников и алевролитов, приуроченных к песчаным толщам позднемелового и палеоцен-эоценового возраста: нарымскому (сантон), колпашевскому (маастрихт) и бакчарскому

(палеоцен-эоцен) горизонтам (рисунок 3.3 – 3.5). Рудоносная толща сложена прибрежно-морскими и морскими осадками, содержащими горизонты оолитовых железных руд: песчаниками кварц-хлорито-сидеритового, кварц-хлорито-глинистого состава, алевролитами, глинами, песками, гравелитами. Руды залегают горизонтально с едва заметным погружением их к востоку и северу.



Рисунок 3.2 – Условные обозначения (Паровинчак М.С, 2009, с дополнениями автора, 2017)

Нарымский железорудный горизонт залегают в кровле ипатовской свиты, сложен, в основном, песчаниками, алевролитами, песками и гравелитами с линзами оолитовых руд, образуя довольно широкую зону мелководно-морских осадков.

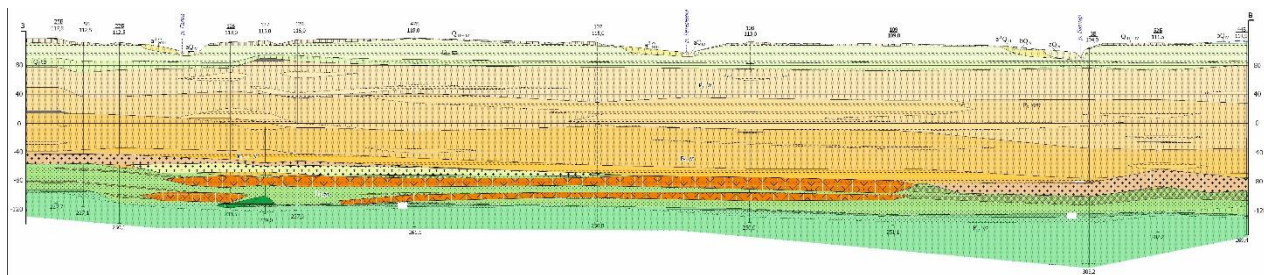


Рисунок 3.3 – Разрез по линии А – Б (Паровинчак М.С, 2009, с дополнениями автора, 2017)



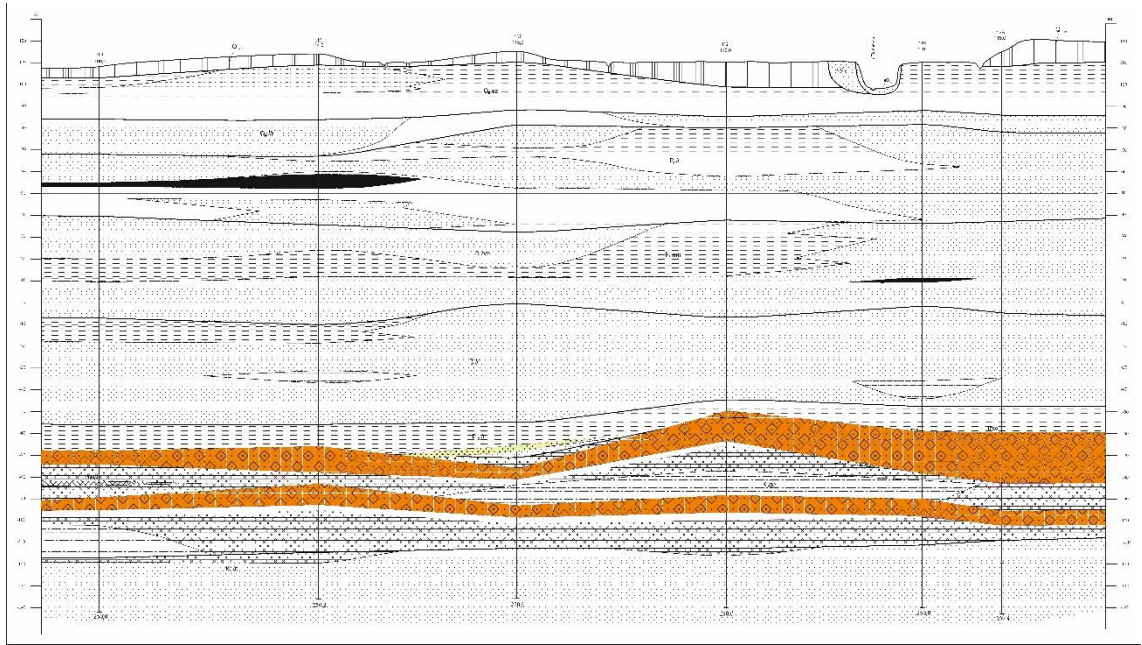


Рисунок 3.4 – Разрез по линии В – Г (Паровинчак М.С, 2009, с дополнениями автора, 2017)

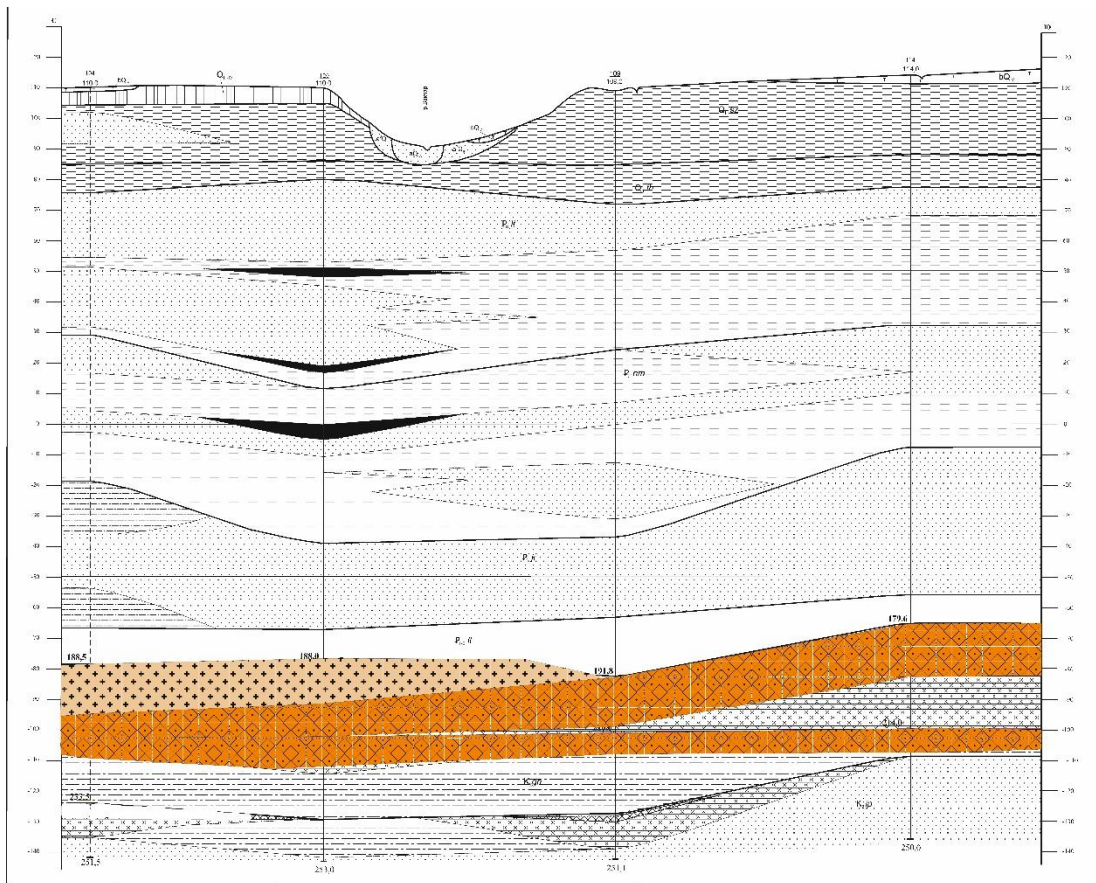


Рисунок 3.5 – Разрез по линии Ж – З (Паровинчак М.С, 2009, с дополнениями автора, 2017)

Колпашевский железорудный горизонт приурочен к кровле ганькинской свиты, залегает на глубинах 160-207 м. Из всех железорудных горизонтов колпашевский является наиболее распространенным.

Рудные тела представляют собой пласты и линзы песчаников зеленовато-серых, темно-серых оолитовой и «псевдооолитовой» структуры, цементированных глинисто-хлоритовым, гидрослюдисто-хлоритовым цементом. Главной составляющей частью являются черные с металлическим блеском оолиты гетитового и гидрогетитового состава. Количество оолитов в рудах более-менее постоянно и составляет 10-20, а иногда и 40 % от состава руды. Псевдооолиты представлены стяжениями овальной и неправильной формы и являются обломками цементирующей массы.

Бакчарский железорудный горизонт приурочен к подошве люлинворской свиты. Мощность горизонта меняется от 11-12 до 24 м, в среднем составляет 9-10 м. В центральной части участка, руды горизонта выпадают из разреза. Кровлей рудных отложений бакчарского горизонта являются глины люлинворской свиты. Руды горизонта залегают почти горизонтально, со слабым погружением кровли с запада на восток со 155 до 188 м. Нижняя часть горизонта сложена рыхлыми (сыпучими) гидрогетитовыми рудами, верхняя крепко цементированными гидрогетитовыми рудами с сидеритовым цементом.

## **3.2 Вещественный состав и технологические свойства руд**

### **3.2.1 Основные особенности состава и строения рудной толщи**

В основу классификации оолитовых руд Бакчарского узла взяты особенности минерального состава и текстурно-структурные особенности руд (Паровинчак, 2009). Все руды делятся на две группы: сыпучие и цементированные. Внутри группы выделяются типы по минеральному составу цемента:

#### **I. Оолитовые сыпучие руды**

- руда гидрогетитовая оолитовая сыпучая с гидрогетито-глинистым цементом;

## II. Оолитовые сцементированные руды

- руда гидрогетитовая оолитовая, крепко сцементированная сидеритовым цементом;
- руда гидрогетитовая оолитовая слабо сцементированная хлоритоглинистым цементом;
- руда гидрогетитовая оолитовая с гидрослюдистым цементом;
- руда гидрогетитовая оолитовая с сидерит-хлоритовым цементом.

### *Оолитовые сыпучие руды*

Руда гидрогетитовая оолитовая сыпучая с гидрогетито-глинистым цементом внешне (в кернах) представляет собой черно-коричневый блестящий оолитовый «песок» с примесью матовых оолитоподобных обломков коричневого цвета и налетом охристо-бурого пелитоморфного материала на поверхности обломков (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 - Сыпучая гидрогетитовая руда. Скв. 125, гл. отбора 163,7 м

Руды имеют локальное распространение и залегают они в нижней части бакчарского горизонта. В пределах площади выделяются два разобщенных рудных тела Б2 на западе с. Бакчар и Б4 на востоке площади в районе д. Польшанка. Ниже в таблице 1 приведены некоторые параметры рудных тел.



Таблица 1 – Параметры рудных тел Б2, Б4

Рудное тело	Средняя мощность	Средневзвешенное содержание Fe %	V	P	S
Б2	10,5	34,58	0,15	0,46	0,11
Б4	10,1	35,90	0,12	0,53	0,10

Руды имеют неравномернопористый вид. Оолиты то плотно прилегают друг к другу, и поры между ними остаются свободными, то отмечается их погружение в массу цемента бурого, местами чуть зеленоватого.

Цвет оолитов темно-бурый до черного с преобладанием черного, блеск преимущественно металлический.

Руда на 70-80 % состоит из оолитов и оолитоподобных обломков коричневого цвета (глинисто-гидрогетитовых). В виде примеси в ней присутствуют гравелитовые обломки (2-3 мм) гидрогетитовой руды ранних генераций, ожелезненные алевропесчаники, гравий кварца той же размерности округлой и угловатой формы, обломки глины.

Рудные гравелитовые обломки окатанной формы представлены рудой оолитовой с гидрогетитовым цементом, с глинистым цементом, а также рудные обломки из сплошной гидрогетитовой массы с небольшой терригенной примесью алеврита и псаммита (5,8 % от общей массы).

Рудные оолиты имеют размеры от 0,25 до 0,8 мм, средний 0,4-0,5 мм. Форма правильно округлая, часто овальная. Оолиты двух типов:

- черные блестящие оолиты однородного или концентрически-зонального. В ядрах, как правило расположены сгустки гидрогетита, редко в ядрах присутствует кварц и глинисто-гидрогетитовая смесь;

- темно-бурые оолиты слабо блестящие, состоящие из глинисто-гидрогетитовой смеси. Глинистый материал слагает как отдельные концентры в концентрически зональных оолитах, так и целиком оолиты в тонком срастании с гидрогетитом.

Цемент корково-поровый смешанного типа гидрогетито-глинистый. Глинистая составляющая цемента представлена смешанно-слоистым гидрослюда-монтмориллонитом. Цемент то покрывает тонким налетом рудные

компоненты, то скапливается в виде сгустков буровато-серых или зеленоватых; последние содержат хлорит. В небольших количествах присутствует сидерит, последний имеет кристаллическую структуру, размеры зерен 0,01-0,03 мм.

Примерное соотношение минеральных компонентов: гидрогетит - 55-60 %, сидерита - 1-5 %, кварца - 10-15 %, глинистых минералов – 15-20 %.

#### *Оолитовые цементированные руды*

Руда гидрогетитовая оолитовая, крепко цементированная сидеритовым цементом слагает верхнюю часть бакчарского горизонта (рисунок 3.7).

Руда бурого цвета до черного, очень плотная, крепко цементированная. Массивной текстуры, оолитовой структуры. Примесь терригенного материала преимущественно псаммитовая, гравелитовые обломки присутствуют редко.



Рисунок 3.7 - Руда гидрогетитовая оолитовая крепко цементированная сидеритом. Скв.125, гл. отбора 162,8 м

Руды имеют локальное распространение и залегают они в верхней части бакчарского горизонта. В пределах площади выделяются два разобщенных рудных тела Б1 на западе вблизи с. Бакчар и Б3 на востоке площади в районе д. Полынянка. Ниже в таблице 2 приведены некоторые параметры рудных тел.

Таблица 2 – Параметры рудных тел Б1, Б3

Рудное тело	Средняя мощность	Средневзвешенное содержание Fe %	V	P	S
Б1	4,3	38,52	0,14	0,48	0,14
Б3	5,0	35,50	0,12	0,46	0,10

Содержание оолитов в руде - 30-35 %, распределение равномерное. Размер оолитов от 0,16 до 0,6 мм, средний 0,35-0,5 мм, редко величина оолитов составляет 0,8-1,5 мм. Оолиты коричневого цвета, с матовым блеском, в подчиненном количестве встречаются буровато-коричневые блестящие оолиты. Состав оолитов гидрогетитовый, глинисто-гидрогетитовый. Форма округлая, часто овальная. Строение, в основном, концентрически-зональное, в ядрах присутствуют: зерна кварца (0,1-0,3 мм), сгустки пелитоморфного гидрогетита (0,2-0,3 мм), глинистые образования линзовидной формы. Концентры состоят из тонко чередующихся слоев гидрогетитового и глинисто-гидрогетитового состава. Встречаются оолиты буровато-коричневые, состоящие из сплошного агрегата гидрогетита колломорфной, пелитоморфной структуры.

Оолитоподобные обломки составляют 5-10 %, величиной 0,6-0,8 мм, преимущественно гидрогетитового, реже глинистого состава. Форма обломков овальная, границы ровные. Глинистые обломки пронизаны жилками гидрогетита.

Терригенная примесь представлена угловато-окатанными обломками кварца до 5%, КПШ – менее 1 %, единичными обломками кварцитов, кислых эффузивов.

Гравелитовые обломки имеют размерность 3-5 мм, в составе их преобладают рудные обломки: гидрогетитовые руды оолитовые с гидрогетитовым цементом, гидрогетитовые руды с примесью терригенного алевроитового материала. Редкие обломки кварцевого гравелита составляют менее 1 %.

Цемент руды сидеритовый, по типу базальный с мелкими сгустками железистого хлорита. Последний также образует пленки мощностью до 0,06-0,08 мм вокруг оолитов и оолитоподобных обломков (рисунок 3.8). Сидерит в

цементе хорошо раскристаллизован мелкозернистой структуры, размер зерен 0,15-0,25 мм. Зерна с четко очерченными границами изометрично-удлиненной формы.

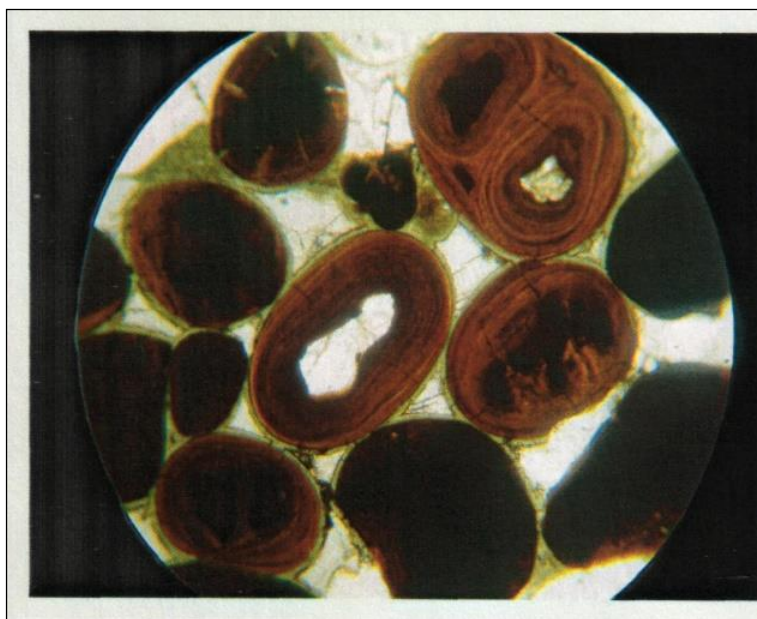


Рисунок 3.8 - Концентрически-зональное строение гидрогетитовых оолитов.

Примерное соотношение основных минеральных компонентов руд: гидрогетит 30-35 %, сидерит – 30-35 %, глинистые минералы (хлорит, гидромусковит) - 25-30 %, кварц – 5-10 %.

Руда гидрогетитовая оолитовая слабо сцементированная хлорито-глинистым цементом распространена в колпашевском горизонте. Этот тип руд характерен для верхнего рудного тела К1. Данное рудное тело имеет повсеместное распространение на всей площади, за исключением северо-западной окраины лицензионного участка. Параметры рудного тела в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры рудного тела К1

Рудное тело	Средняя мощность	Средневзвешенное содержание Fe %	V	P	S
К1	7,2	30,39	0,16	0,41	0,12

Руды имеют серовато-зеленый, голубовато-зеленый или буровато-серый цвет цемента, в котором неравномерно распределены черные или темно-коричневые блестящие оолиты и мелкие рудные или кварцевые обломки. Цвет цемента обусловлен его минералогическим составом: присутствием железистого хлорита, свежего или окисленного, и примесью глинистых минералов, среди которых постоянно присутствует гидрослюда с подчиненным количеством каолина. В цементе отмечаются охристые пятна гидроокислов железа в хлорито-глинистых сгустках, а также по трещинам в рудах. Текстура руд массивная, вкрапленная. Иногда отмечаются горизонтальные прослой мощностью 5-7 мм светлых зеленовато-серых глин с единичными рудными оолитами. Отмечаются также тонкие прослой сыпучих оолитовых руд с корковым инфильтрационным хлоритовым цементом.

Руды слагаются гидрогетитовыми и редкими гидрогетито-хлоритовыми концентрически зональными оолитами, обломками оолитов, бобовинами (оолитами с общими концентрами), обломками руд ранних генераций, кварцевых песчаников, единичными зернами кварца до 1 см в поперечнике.

Отсутствие сидерита обуславливает малую крепость таких руд. Богатые руды довольно мягкие и сравнительно легко разминаются руками.

Руда гидрогетитовая оолитовая с гидрослюдистым цементом характерна для колпашевского рудного тела К2 (рисунок 3.9). Имеет сложное площадное распространение, отсутствует он в северо-западной части участка и в районе скважины № 113, образуя «окно» в рудном теле. На востоке оно сливается в сплошной пласт с рудным телом К1. Параметры рудного тела в таблице 4.

Руда буровато-коричневого цвета, слабо сцементированная. Текстура однородная, структура оолитовая.

Таблица 4 – Параметры рудного тела К2

Рудное тело	Средняя мощность	Средневзвешенное содержание Fe %	V	P	S
К2	5,1	33,55	0,17	0,51	0,15



Рисунок 3.9 - Руда гидрогетитовая оолитовая с гидрослюдистым цементом. Скв. 116, гл. отбора 186 м.

Оолиты слабо блестящие и блестящие, цвет от буровато-коричневого до черного. Цемент темно-серого-цвета с коричневым оттенком.

Содержание оолитов и оолитоподобных обломков 40-45 %, размер 0,3-0,8 мм. Форма овальная, редко округлая. Оолиты и обломки состоят из сплошного скрытокристаллического агрегата гидрогетита. В оолитах иногда просматривается концентрически-зональное строение со сгустковыми гидрогетитовыми ядрами темно-коричневого цвета и более светлыми внешними концентриками. В единичных случаях в ядрах наблюдаются зерна кварца и глина.

Глинистые обломки буровато-зеленого цвета присутствуют в рудах в незначительном количестве до 5 % размер их 0,2-0,3 мм. Форма овальная, границы нечеткие, часто извилистые. Обломки выделяются на фоне цемента и напоминают сгустки, часто разбитые трещинками, окрашенными гидроокислами железа.

Редкие обломки гравелитов (1-2 %) уплощенной овальной формы, размером 2-3 мм, представлены оолитовыми рудами с гидрогетитовым цементом, ожелезненными алевропесчаниками. Отмечается крупный обломок сидеритовой породы.

Цемент руд порово-базальный, по составу гидрослюдистый крипточешуйчатый, буровато-зеленого цвета. Участками для цемента



характерна секториальная структура за счет развития радиально расположенных трещин дегидратации (рисунок 3.10).

Глинистые минералы представлены смешанно-слоистыми образованиями типа гидрослюда-монтмориллонит.

Соотношение основных минеральных компонентов: гидрогетит – 45-50 %, сидерит 5-10 %, глинистые минералы -25-30 %, кварц -10-15 %.

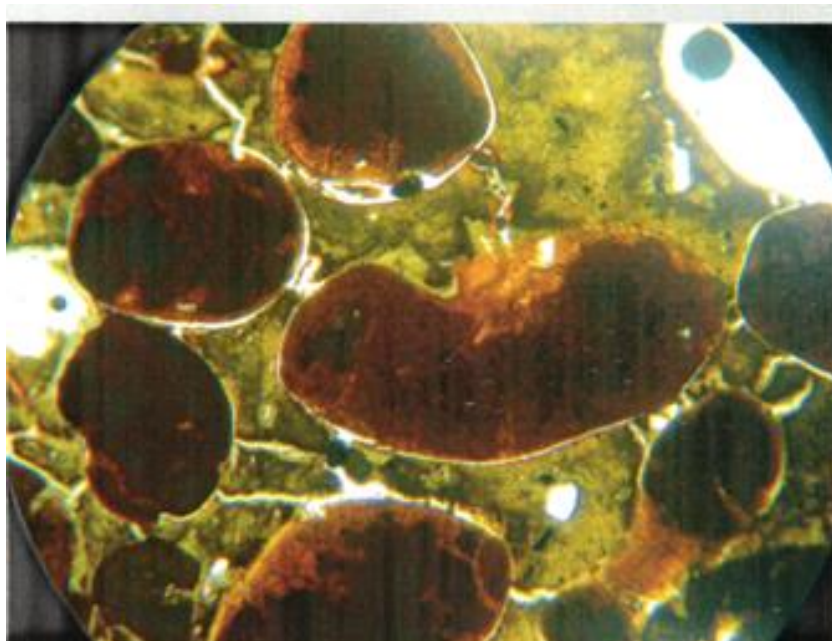


Рисунок 3.10 - Оолиты и оолитоподобные обломки гидрогетитового состава в базальном гидрослюдисто-хлоритовом цементе

Руда гидрогетитовая оолитовая с сидерит-хлоритовым цементом является основным типом для нарымского горизонта (рисунок 3.11). Рудные тела имеют сложное локальное распространение. На западе участка выделяется Н1 горизонт, а на востоке сложной формы вытянутое вдоль северной границы лицензионного участка горизонт Н2. Ниже в таблице 5 приведены параметры рудных тел.

Таблица 5 – Параметры рудных тел Н1, Н2

Рудное тело	Средняя мощность	Средневзвешенное содержание Fe %	V	P	S
Н1	3,9	29,54	0,14	0,39	0,16
Н2	4,4	30,36	0,14	0,49	0,11

Руды имеют темно-бурый до черного цвет, крепко сцементированны. Текстура сгустковая, структура оолитовая. Оолиты слабо блестящие, коричневого цвета, неравномерно распределенные в цементе. Цемент плотный, пелитоморфный, темно-зеленовато-серого цвета до черного с бурым оттенком.

Содержание оолитов в рудах - 40-45 %, их размер составляет 0,16-0,5 мм, средний 0,3-0,4 мм. Форма округлая, овальная, границы ровные. Состав оолитов глинисто-гидрогетитовый концентрически-зонального строения, в центральной части, как правило, сгустки колломорфного гидрогетита размером 0,15-0,25 мм, редко глинистые стяжения, обломки кварца и песчаников.

Единичные глинистые обломки зеленого цвета размером 0,5-0,7 мм, разбиты трещинами усыхания.

Терригенная примесь песчаная, составляет не более 3-5 %, представлена окатанными зернами кварца размером 0,15-0,35 мм, редко калиевым полевым шпатом.

Редкие гравелитовые обломки величиной 2-3 мм представлены оолитовыми рудами, железистым песчаником, кварцем.



Рисунок 3.11 - Руда гидрогетитовая оолитовая с сидерит-хлоритовым цементом. Скв. 131, гл. отбора 217,0 м

Цемент руд базальный, неравномерно сгустковый, представлен агрегатом микрочешуйчатого железистого хлорита с примесью гидромусковита (рисунок 3.12). В массе цемента неравномерно распределяются микрозернистые



выделения сидерита, образуя участками густую вкрапленность, либо плотно сросшиеся агрегаты. Зерна размером 0,01-0,02 мм.

Глинистые минералы в рудах представлены железистым хлоритом, гидро-мусковитом.

Соотношение основных минеральных компонентов: гидрогетит – 40-45 %, сидерит – 5 %, глинистые минералы – 25-30 %, кварц – 15-20 %.



Рисунок 3.12 - Сидерит-хлоритовый цемент. Зональные кристаллики сидерита в виде густой вкрапленности распределяются в мелкочешуйчатой гидрослюдисто-хлоритовой массе. Проходящий свет. Ув. 60

### 3.2.2 Минеральный состав руд

Минералогические и петрографические исследования по Бакчарскому рудному узлу проводилась в Западно-Сибирском испытательном центре (г. Новокузнецк) и Сибирском научно-исследовательском институте геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС, г. Новосибирск).

По минералогическому составу, структурным особенностям и внешнему виду руды всех горизонтов имеют много общего. Макроскопически это бурые, темно-бурые, темно- и зеленовато-серые сцементированные и рыхлые породы с небольшим объемным весом. Небольшие значения объемного веса объясняются составом и соотношением рудообразующих минералов.

Гидрогетитовые и гетитовые оолиты являются основными минералами руд Бакчарского рудного узла. Гидроокислы железа слагают оолиты, пропитывают обломки хлорита и глинистых пород, замещают зерна кварца, полевого шпата и других минералов.

Гетит слагает меньшую по сравнению с гидрогетитом часть оолитов, причем наиболее распространен он в оолитах с черной глянцевой поверхностью в рудах колпашевского горизонта. Гетит слагает ядра и концентрические зоны оолитов. В некоторых оолитах наблюдается чередование концентров гетита и гидрогетита. Выделения микросгустковой формы отмечается в обломках хлорито-глинистых пород, полностью замещенных гидроокислами железа (Николаева, 1967).

Гидрогетит встречается во всех типах руд и является преобладающим минералом в рудах с хлорито-глинистым и сидеритовым цементом. Гидрогетитовые оолиты представлены округлыми, овальными, шаровидными образованиями, нередко уплощенными, имеющими преимущественно темно-бурую и черно-бурую окраску, реже встречаются охристо-бурые оолиты. Нередко встречаются обломки оолитов, части отделившихся концентров: скорлупки, корочки гидрогетитового состава, в единичных количествах присутствуют бобовины – оолиты, объединенные общими внешними концентриками.

Размер оолитов от 0,2 до 3,0 мм при преобладании оолитов размером 0,4-0,5 мм, оолиты имеют гладкую поверхность с сильным металлическим блеском. Реже встречаются оолиты с слабым металлическим и матовым блеском.

Внутренняя структура концентрически-зональная или однородная. В качестве ядер в концентрически зональных оолитах присутствуют зерна кварца, глинистые образования, сгустки пелитоморфного гидрогетита, смешанные глинисто-гидрогетитовые агрегаты размером 0,15-0,3 мм. Концентры состоят либо из однородных гидрогетитовых, либо из тонко чередующихся глинисто-гидрогетитовых слоев (рисунок 3.13).

Глинистые минералы, определенные по результатам рентгеноструктурного анализа, представлены смешаннослойными

образованиями типа гидрослюда-монтмориллонит и железистый хлорит. Цвет оолитов зависит от количества глинистого материала, содержащегося в них: существенно гидрогетитовые имеют более густую темно-бурую до черной окраску, примесь глинистых материалов окрашивает их в светло-бурый, зеленовато-бурый цвет. Оолиты с однородной структурой состоят из сплошного агрегата гидрогетита пелитоморфной, колломорфной структуры и имеют темно-бурую и черно-бурую окраску. В проходящем цвете оолиты коричневые, светло-бурые, охристо-бурые, просвечивающие. Отчетливо видно их зональное строение.

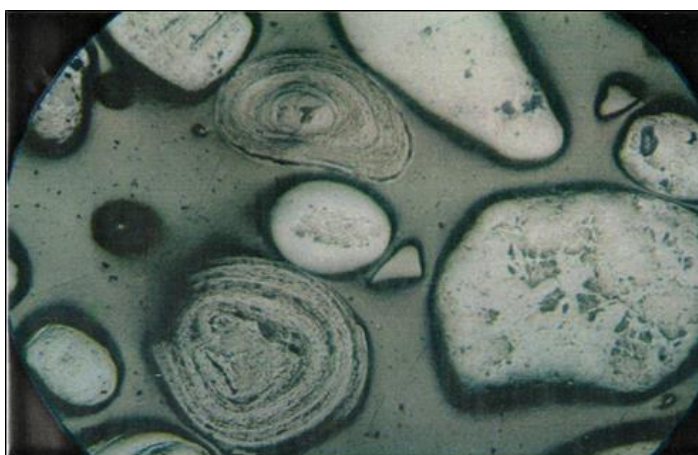


Рисунок 3.13 - Концентрически-зональное строение оолитов. Скв.125, гл. отбора 163,7 м. Полированный брикет. Ув. 60

Оолиты с однородной структурой темно-окрашенные, практически непросвечивающие в отраженном свете цвет гидрогетита изменяется от серовато-белого до серого. Рельеф низкий. В смеси с глинистыми минералами выглядит грязно-серым; в краевых зонах наблюдаются радиальные трещинки дегидратации. Твердость оолитов довольно высокая и уменьшается с увеличением содержания глинистых минералов (рисунок 3.14).

Хлориты являются одними из наиболее распространенных минералов в железоносных отложениях Бакчарского рудного узла. В рудах они играют подчиненную роль, уступая гидроокислам железа. Они слагают цемент, иногда в небольшом количестве присутствуют в составе оолитов и обломков пород.

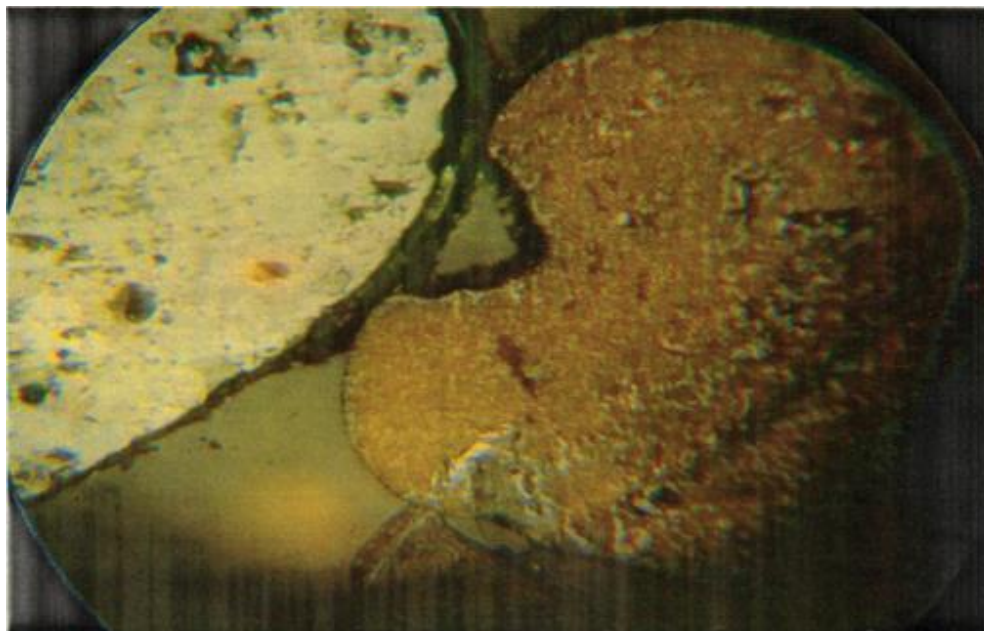


Рисунок 3.14 - Оолиты. Скв. 125, гл. отбора 162,8 м. Отраженный свет. Иммерсия. Ув. 100

Пелитоморфный хлорит в цементе руд чаще всего он имеет микрочешуйчатое строение, слабо раскристаллизован, иногда изотропен. Хлориты слагают корковый, поровый, сгустковый и базальный цемент руд, а также основную массу пелитоморфных глинисто-хлоритовых пород. Хлорит в оолитах слагает концентры совместно с гидроокислами железа. Очень редко хлорит отмечается в тонких жилках, рассекающих цемент, оолиты и обломки пород в рудах.

Сидерит является самым распространенным минералом цемента оолитовых руд бакчарского и нарымского горизонтов (до 30-35 % от объема руды). Сидерит в цементе хорошо раскристаллизован мелкокристаллической структуры, размер зерен 0,15-0,25 мм. Зерна с четко-очерченными границами изометрично-удлиненной формы. В хлоритовом и глинисто-хлоритовом цементе сидерит микрозернистый образует идиоморфные ромбоэдрические или изометрические зерна размером 0,001-0,05 мм. Количество такого сидерита в рудах достигает 10-12 %. При повышенных содержаниях сидерита отмечается слияние мелких зерен в более крупные ромбоэдрической формы и зональным строением, по периферии с бурой каймой гидроокислов железа. В отдельных образцах сидерит в цементе отмечается в виде сферолитов размером до 0,5 мм.

Сидерит встречается в виде корочек вокруг обломков, а также прожилков, рассекающих цемент, оолиты, обломки терригенных минералов.

Гизингерит встречается в цементе руд, а также замещает песчинки и гальки кварца, обломки хлорито-глинистых пород. В цементе он заполняет поры или образует волокнистые корковые агрегаты по стенкам пор или вокруг оолитов.

Гидрослюда диоктаэдрического гидромусковитового типа, или иллит, образует совместно с монтмориллонитом в порово-контактном или базальном глинисто-хлоритовом цементе колпашевского горизонта и сыпучих рудах бакчарского горизонта смешанно-слойные образования в виде сгустков микрочешуйчатой структуры. По рентгеноструктурным анализам выделяется плохо раскристаллизованное рентгеноморфное вещество. Обломочный материал в рудах представлен глинисто-гидрогетитовыми обломками, кварцем, полевыми шпатами.

Глинисто-гидрогетитовые обломки имеют овальную, угловатую форму. Часто со сглаженными углами. Реже наблюдается брусковидная и остроугольная форма. Оолитоподобные обломки характеризуются сочетанием окатанных ровных участках поверхности с шероховатыми углублениями, ямками и трещинами, которые нередко придают им причудливый «почковидный», «гребешковидный» облик.

Границы зерен ровные, участками изрезанные, заливообразные. Размер обломков от 0,15 до 2,55 мм; преобладают 0,3-0,4 мм. Поверхность шероховатая, часто рыхлая, преимущественно не блестящая; редко отмечаются обломки с матовым блеском. Преобладающей окраской является светло-бурая, охристо-бурая; рыжая, зеленовато-бурая. Твердость не высокая.

Обломки состоят из скрытокристаллического агрегата гидрогетита и глинистых минералов мелкочешуйчатой структуры; изредка в краевых частях зерен появляется чередование тонких слоев рудного и нерудного состава, радиальные трещинки дегидратации. В качестве мелкого алеврито-псаммитового терригенного материала в обломках присутствует кварц. Состав



глинистых минералов - смешанно-слойные гидрослюда-монтмориллонит и железистый хлорит (рисунок 3.15).

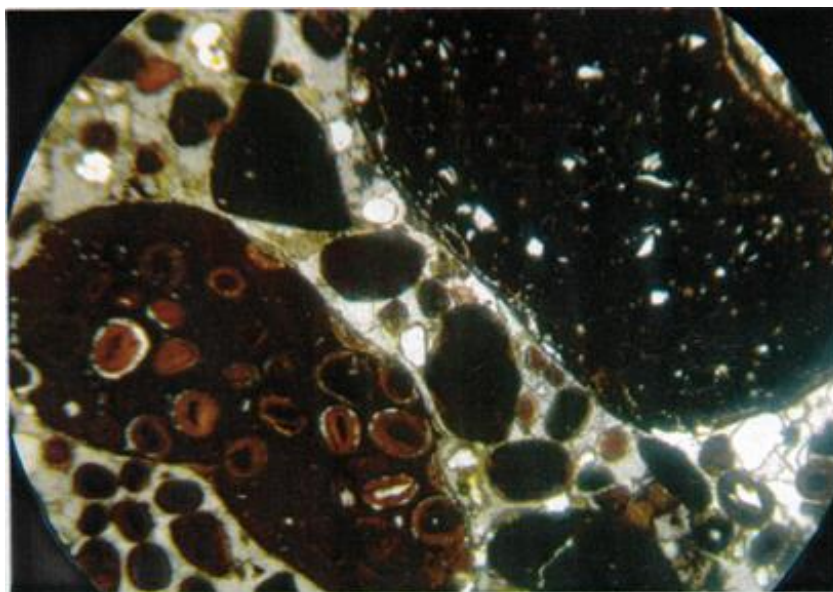


Рисунок 3.15 - В составе гравелитовых обломков оолитовая гидрогетитовая руда и железистый алевропесчаник. Проходящий свет. Ув. 25

Глинистые обломки образованы криптокристаллическими, микрочешуйчатыми агрегатами, в состав которых входят: смешанно-слойные гидрослюда-монтмориллонит, хлорит железистый, гидромусковит. Можно выделить две разновидности глинистых обломков:

- обломки цементирующей массы неправильной, угловатой формы с раковистой и ячеистой поверхностью. Цвет серый, серо-зеленый, зеленый, буровато-зеленый. Структура тонко-мелкозернистая, неравномерно-зернистая, мелкочешуйчатая. Размер 0,1-0,4 мм, редко до 1,0-4,0 мм. Ячейки овальной, округлой, остроугольной формы заполнены оолитами и оолитоподобными образованиями глинисто-гидрогетитового, гидрогетитового состава, минералами кварцем, полевыми шпатами; редко сидеритом.

- обломки оолитоподобные овальной, округлой, округло-угловатой формы, пелитоморфной, микрочешуйчатой структуры, окатанные или частично окатанные. Цвет обломков насыщенный зеленый с оттенками от светлого до темного, нередко - буровато-зеленый за счет окрашивания их гидроокислами железа. Размер 0,1-0,4 мм; границы ровные, участками извилистые, изрезанные,

заливообразные. На поверхности имеются углубления, ямки, выполненные гидромусковитовым светлоокрашенным агрегатом. Часто, особенно в краевых зонах, обломки разбиты сеткой тонких пересекающихся трещин, выполненных пелитоморфным гидрогетитом, который также замещает обломки в краевых частях, образуя рудные каемки.

Кварц имеет размеры 0,1-0,4 мм, редко отмечаются зерна до 7,0 мм. Минерал образует преимущественно угловатые, реже угловато-окатанные зерна молочно-белого, слегка желтоватого, коричневатого за счет тонких примазок и пленок гидроокислов железа цвета; редко встречаются зерна кварца в гидрогетитовой «рубашке» темно-бурого цвета. Чистые зерна прозрачные, имеют стеклянный блеск; редко в единичных зернах присутствуют кварциты желтоватого, красноватого цвета, сложенные гранобластовыми агрегатами кварца.

Полевые шпаты представлены плагиоклазами и калиевыми полевыми шпатами. Содержание их в рудах незначительное. Присутствуют в виде уплощенных зерен белого, серовато-белого, розового, желтого цвета, непрозрачные с гладкой ровной или шероховатой поверхностью.

В единичных количествах в рудах встречаются: магнетит, гематит, ильменит, пирит, вивианит, эпидот-цоизит, роговая обманка, гранаты, ставролит, циркон, рутил, анатаз, лейкоксен, сфен, дистен, андалузит, силлиманит, апатит.

### **3.2.3 Химический состав руд**

Химический состав руд Бакчарского рудного узла зависит, в основном, от количественного соотношения рудных и нерудных минералов, от состава рудных минералов и цемента. Содержание железа в рудах тем больше, чем меньше в них терригенного материала и глинистого цемента. В прямой зависимости от количества железа находится содержание фосфора и ванадия.

Сцементированные руды *бакчарского горизонта* рудные тела Б1, Б3 имеют наиболее высокое содержание железа: 37,01 % (максимальное – 44,15 %) - в сыпучих рудах тел Б2, Б4 35,24 % (максимальное – 45,45 %). Распределение

железа в горизонтальном направлении выдержано на больших площадях. Наиболее богаты железом руды оценочного участка (39,07-43,67 % - цементированные руды, 32,5-38,73 % - сыпучие). Основное количество железа присутствует в рудах в окисной форме и связано с гетитом и гидрогетитом оолитов и цемента. Незначительная доля железа составляет закись и связана с сидеритом и хлоритом цемента.

Большая часть кремнезема находится в свободном состоянии в виде кварца, меньшая – в виде силикатов (полевые шпаты, лептохлориты, гидромусковит и др.). Содержание кремнезема в богатых рудах составляет 14-17 %, в бедных увеличивается до 25-30 %, в убогих (с содержанием железа менее 20%) – достигает 50 %. В оолитах количество кремнезема колеблется в пределах 12-14 %.

Рассмотрим особенности химического состава цементированных руд бакчарского горизонта рудных тел Б1, Б3 (на примере рядовых проб химического, силикатного анализов). Для них характерно относительно высокое содержание двухвалентного железа (4,37-26,90 %) и потерь при прокаливании (9,02-20,90 %). Повышенное их количество отмечается в рудах с сидеритовым цементом. Содержание СаО (0,34-1,41 %) и MgO (0,51-1,49 %) остаются почти постоянными и незначительными, так как в этих рудах присутствуют почти чистые сидериты. Характерными являются низкие содержания глинозема (2,50-9,65 %), более низкие, чем в других рудах, очевидно, потому, что количество глинистого материала и хлорита в них незначительно. Содержание ванадия невысокое и составляет в среднем 0,14 %.

Химический состав сыпучих руд бакчарского горизонта определяется его минералогическими особенностями: высокими концентрациями гидрогетитовых оолитов (до 60,2 % от объема руды) и относительно невысокими количествами псаммитового (18,5 %) и алевритового материала (20,6 %) (таблицы минералогического, химического, силикатного анализа руд).

Соотношение железа и кремнезема здесь также, как в нарымском и колпашевском горизонте находится в обратной корреляционной зависимости (рисунок 3.16). В прямой зависимости от содержания железа находятся



содержания ванадия и фосфора (рисунок 3.17). По всей вероятности, оба этих элемента изоморфно входят в состав гидрогетитовых оолитов. Содержание серы по данным химического анализа незначительно и составляет 0,10-0,45 %. Содержание других вредных примесей – мышьяка, свинца, цинка, меди составляет сотые и тысячные доли процента (спектральные анализы рядовых проб).

По содержанию глинозема и суммы оснований сыпучие руды бакчарского горизонта являются кислыми, коэффициент основности составляет 0,035-0,065. Содержание флюсующих окислов не превышает 2,5 %, из них на долю CaO приходится 0,4-0,6 %; на долю MgO – 0,95-1,5 %.

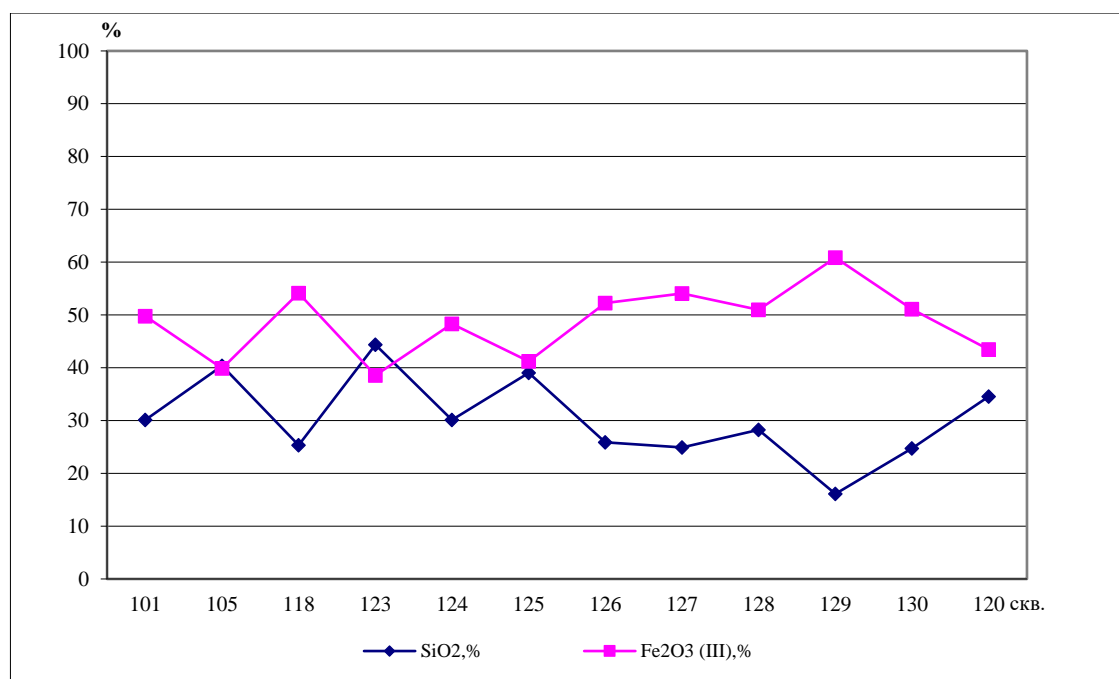


Рисунок 3.16 - Корреляционная зависимость содержаний железа и кремнезема в сыпучих рудах бакчарского горизонта.

Таким образом, данные химического состава керновых проб по интервалам показывают, что содержание железа во всех горизонтах составляет 20-40 %, что значительно меньше, чем необходимо для непосредственной доменной плавки руд, нерудная примесь в руде преимущественно кислая, т.е. состоит почти исключительно из кремнезема. Содержание серы и мышьяка в руде не превышают допустимых. Фосфора содержится больше, чем предусматривают кондиции. Руды практически не содержат медь, цинк, свинец,

никель и хром, кобальт, титан. Из полезных примесей присутствует ванадий, содержание которого значительно для железных руд.

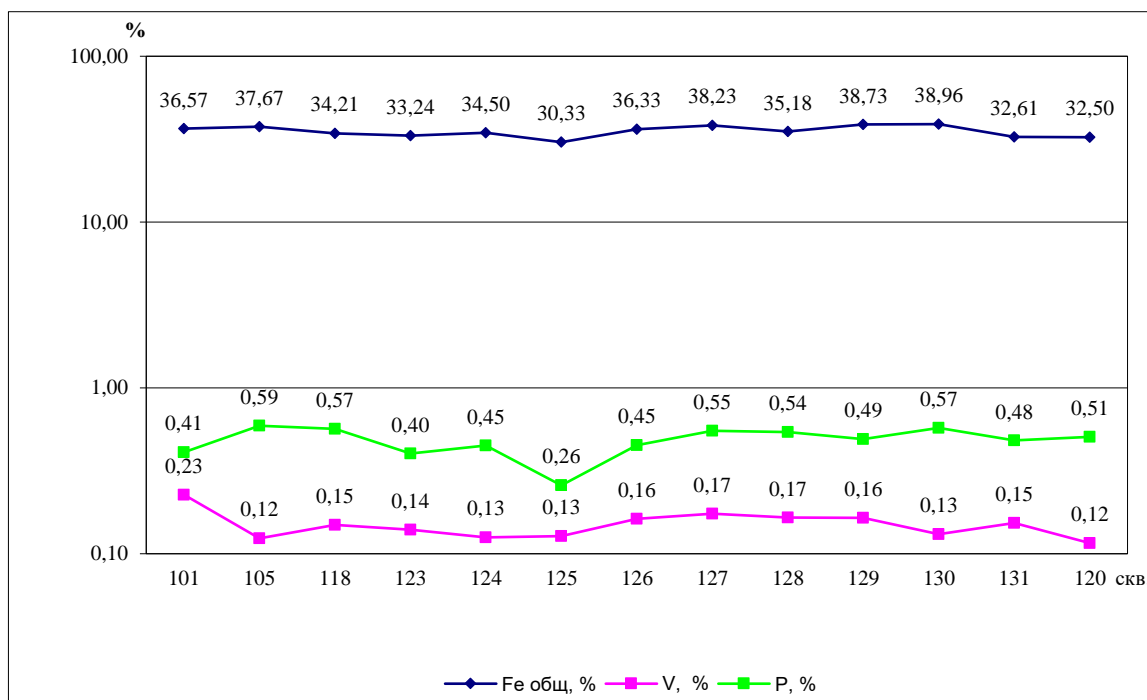


Рисунок 3.17 - Зависимость содержаний ванадия и фосфора от содержания железа в сыпучих рудах бакчарского горизонта

Содержание железа в рудах *колташевского горизонта* рудные тела К1, и К2 ниже, чем в бакчарском, но выше чем в нарымском. Химический состав руд из рядовых проб приведен в таблицах (силикатного, химического анализа). Содержание кремнезема изменяется от 18,24 до 55,02 %, в связи с неравномерным содержанием хлорито-глинистого вещества и песчано-алевритовой примеси, увеличение которых ведет к уменьшению содержания железа в рудах от 40,22 до 18,83 %. Высокие содержания железа в горизонте тяготеют к восточной части участка (рисунок 3.18).

Основная часть окислов щелочных и щелочноземельных металлов связана с присутствием гидрослюд. Содержание фосфора колеблется от 0,20 до 1,53 % при среднем содержании 0,32 %; серы – от 0,10 до 0,62 % (среднее – 0,17 %). Ванадий присутствует в единичных пробах до 2,09 % при среднем содержании 0,15 %.

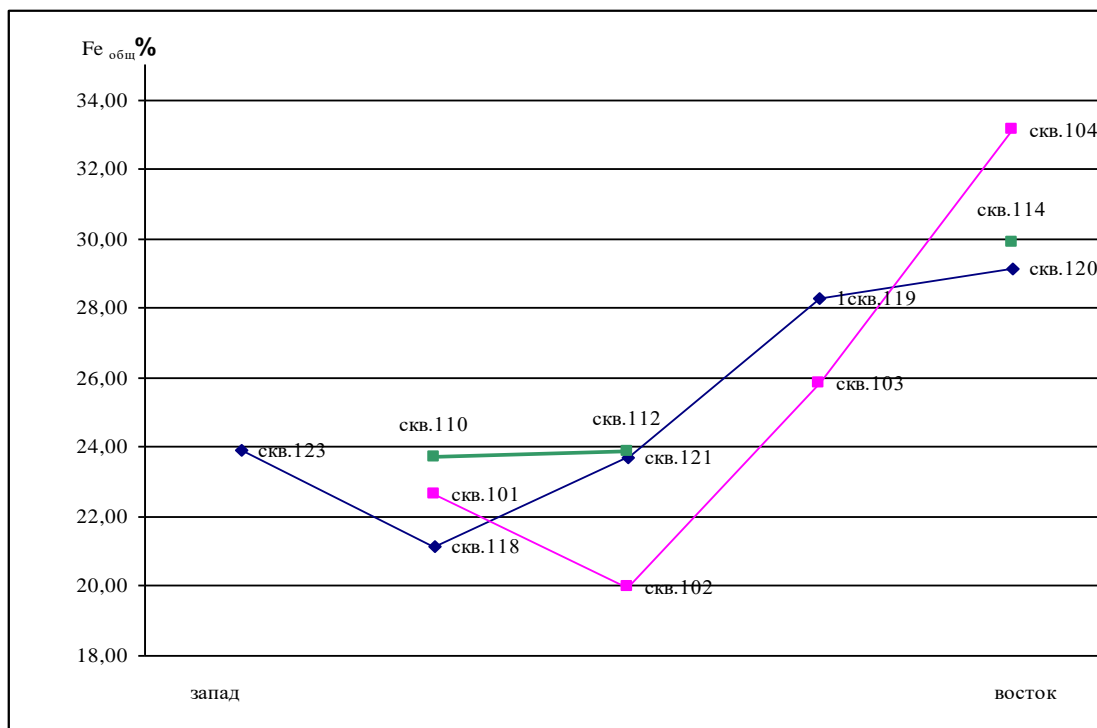


Рисунок 3.18 - Изменения содержания железа в рудах колпашевского горизонта с запада на восток участка

Химический состав руд (рудные тела Н1 и Н2) *нарымского горизонта* из групповых и частных керновых проб представлен в силикатном, химическом анализе рядовых проб.

Как следует из приведенных данных, содержание железа в рудах *нарымского горизонта* в среднем составляет 24,89 % и варьирует от 21,3 до 40,6 %. Среднее содержание окисного железа составляет 32,88 %, закисного – 8,57 %. Отмечается уменьшение содержания железа в рудах горизонта с запада на восток. Содержание  $Fe_2O_3$  в рудах *нарымского горизонта* находится в обратной корреляционной зависимости от содержания  $SiO_2$ , находящегося в рудах в большей части в свободном состоянии в виде терригенного кварца (рисунок 3.19).

В прямой зависимости от железа находится фосфор и ванадий: чем больше железа, тем больше содержание фосфора и ванадия (рисунок 3.20). Содержание ванадия колеблется от 0,1 до 0,24 %, фосфора – от 0,30 до 1,28 %. Содержание серы не превышают допустимых пределов и составляет 0,17 %.

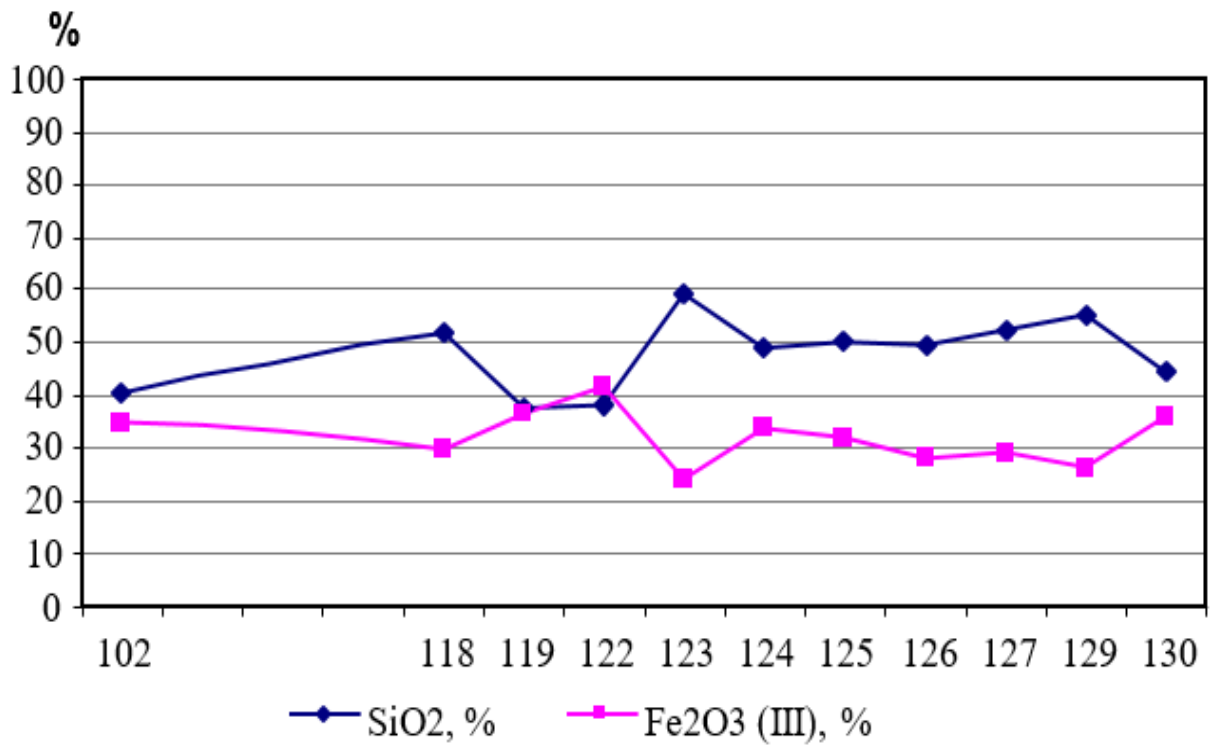


Рисунок 3.19 - Корреляционная зависимость содержаний железа и кремнезема в рудах нарымского горизонта

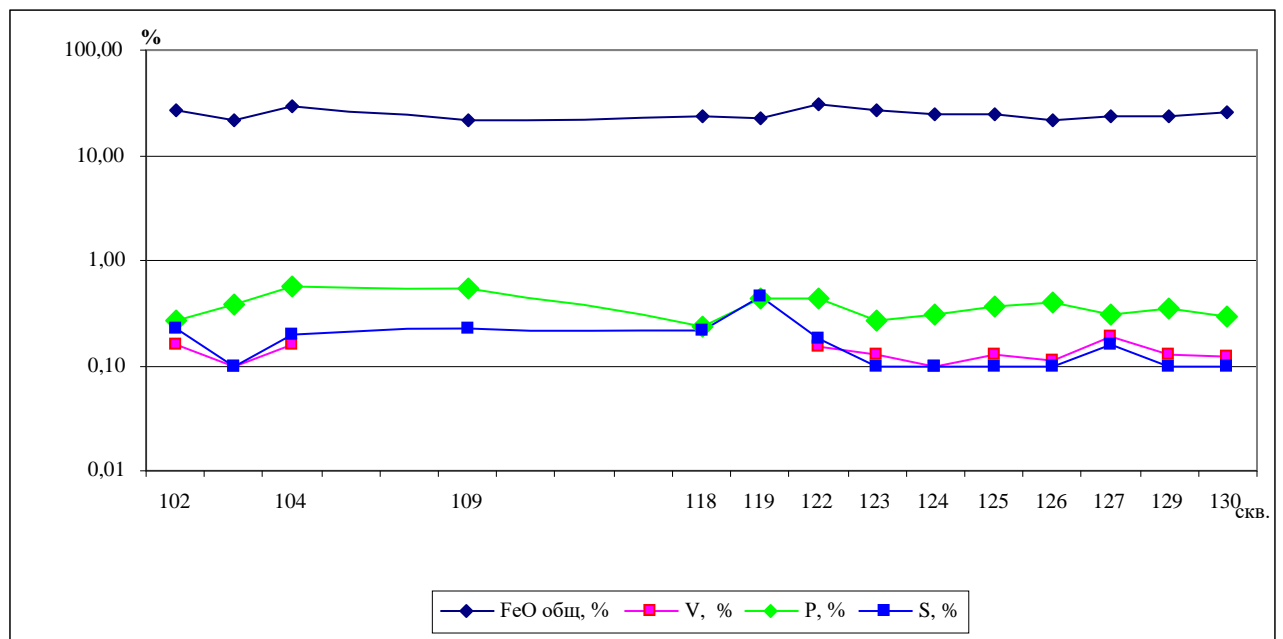


Рисунок 3.20 - Зависимость содержаний ванадия, фосфора и серы от содержания железа в рудах нарымского горизонта

### **3.2.4 Технологические исследования по обогащению руд**

Подробный отчет по последним технологическим исследованиям приведен в отчетах (Башлыковой Т.В., 2009) и (Воропаевой Т.Н., 2009). Ниже приводятся предшествующие (1958) технологические исследования по обогащению, и сравнительная характеристика с последними (2009) исследованиями.

По данным пробуренных скважин в 1957-1959 гг. в пределах Бакчарского рудного узла, Бабиным А.А. были выделены следующие технологические типы руд: 1) Цементированные гетито-гидрогетитовые руды; 2) Рыхлые гетито-гидрогетитовые руды; 3) Слабо цементированные лептохлоритовые руды; 4) Конгломератовые руды; 5) Сидеритовые руды; 6) Глауконитовые руды.

По принятой в настоящей работе классификации руды делятся на две промышленные группы: сыпучие и цементированные. По минеральному составу выделено 5 типов руд: 1) оолитовая гидрогетитовая руда крепко цементированная сидеритовым цементом; 2) оолитовая гидрогетитовая руда слабо цементированная хлорито-глинистым цементом; 3) оолитовая гидрогетитовая руда с гидрослюдистым цементом; 4) оолитовая гидрогетитовая руда с сидерит-хлоритовым цементом, 5) гидрогетитовая оолитовая сыпучая с гидрогетито-глинистым цементом.

### **3.3 Условия формирования руд**

Генезис железных руд Западно-Сибирского пояса рассматривался в многочисленных статьях, монографиях и ряде диссертаций. Руды образовались в прибрежной полосе моря с участием ветровой дифференциации оолитового материала (Нагорский, Зайченко, 1957). В дальнейшем М. П. Нагорский пришел к выводу о дельтовом происхождении руд. Накопление верхнемеловых железных руд происходило в прибрежно-мелководной части моря (Юшин, Лебедев, Казанский, Миртов, 1958; Казанский, Гурова, Сорокина, 1959). Вопрос о первичных источниках железа при образовании руд бассейна трактовался

различными исследователями по-разному. М.П. Нагорский предполагал, что ими были древние доверхнемеловые железорудные месторождения и выветривающиеся железистые силикаты из верхнемеловых отложений, обнажившиеся после морской регрессии. Основная масса соединений железа поступала из верхнемеловых и палеогеновых кор выветривания (Казанский, 1959; Казаринов, 1960).

В диссертации М.А. Рудмин оцифровал литолого-фациальную модель, предложенную Н.М. Страховым, подтвержденную И.В. Николаевой в 1967 году (рисунок 3.21).



Рисунок 3.21 - Схематическая модель смены осадков по фациальному профилю (в направлении углубления моря) Западно-Сибирского железорудного пояса по Н.М. Страхову (Рудмин М.А, 2015)

Как пишет Е.М. Асочакова в своей диссертации рассматривает некоторые особенности формирования оолитовых руд. Поскольку в ядрах оолитов часто наблюдаются терригенные минералы, это исключает возможность их образования в латеритных корках выветривания. К тому же ориентировка концентрических слоев в оолитах тангенциальная и вдоль них отмечаются включения редкоземельных фосфатов и самородного серебра, а зональность имеет инверсионный характер с равномерным чередованием содержания  $Fe_2O_3$ общ. Согласно Мейнард Дж. оолиты, образовавшиеся при разрушении кор выветривания, имеют радиальную ориентировку чешуек и не имеют явной зональности. Равномерное чередование содержания железа в оолитах говорит об

устойчивом гидродинамическом режиме, т.е. формирование оолитов шло в стабильных условиях без перемылов и перемешивания. Присутствие коллоидных комплексов в составе оолитов подтверждают морфотипы с однородным внутренним строением и многочисленными включениями обломочных минералов, а также оолиты, состоящие из нескольких меньших по размеру округлых сгустков (ооидов). Ее исследования показывают, что оолиты возникали в придонном слое ила в спокойной гидродинамической обстановке. Специфическими условиями оолитообразования были ритмические изменения геохимической среды (кислотности-щелочности, окислительно-восстановительного потенциала и др.), которые способствовали изменению состава концентрических слоев оолита. Изначально оолиты не имели внутренней структурированности, это были своего рода сгустки округлой формы, состоящие из гидроксидов железа и глинистого вещества, и лишь диагенез привел к изменению их облика и обособлению минеральных агрегатов. В пользу этого факта говорит, тесная ассоциация гидроксидов железа с другими минералами и то, что морфотипы оолитов с однородным внутренним строением встречаются главным образом в глауконит-хлоритовых рудах, а в окисленных гётит-гидрогётитовых рудах наблюдаются ядерные и зональные оолиты (Асочакова, 2013).

По версии Д.И. Павлова связь осадочного железоруднения с восходящей разгрузкой подземных вод нефтегазоносного бассейна была подтверждена на примерах крупнейших бассейнов оолитовых руд железа - Западно-Сибирском, Керченско-Таманском (Павлов, 1989), Приаральском (Липаева, Павлов, 1986). Их формирование - такой же естественный результат эволюции осадочных бассейнов, как и месторождений углеводородного сырья, с которыми рудные залежи связаны парагенетически (Pavlov, 1990; Парагенезис..., 1990).

Западно-Сибирский пояс оолитовых руд железа почти целиком расположен в пределах одноименной нефтегазоносной провинции. Его руды слагают четыре горизонта, приуроченные к прибрежно-морским фациям отложений верхнемелового-палеогенового комплекса и формировавшиеся в

условиях смены трансгрессий и регрессий (Железорудные..., 1981). Специалисты по нефти рассматривают этот комплекс как региональную покрывку, под которой сосредоточены основные запасы нефти и газа. Есть залежи и внутри этой покрывки, образованные за счет переформирования залежей более глубоких уровней разреза (Катагенез..., 1981).

Главные нефтепроизводящие толщи региона - юрские и нижнемеловые; процессы генерации ими углеводородов начались в мелу и не завершились в настоящее время. На схеме, где генерационные возможности юрских толщ сопоставлены с размещением железных руд провинции (Павлов, 1989, рисунок 3.22), видно, что рудоносная площадь вытянута вдоль внешней границы контура проявления в этих толщах главной фазы нефтеобразования не менее чем на 1200 км. Поскольку генерационные возможности каких-либо нефтепродуцирующих уровней оцениваются на основе учета мощностей перекрывающих их отложений, а пластовая фильтрация подземных вод к участкам гидродинамических минимумов - зонам разгрузки - происходит в перпендикулярном их изопакитам направлении, можно констатировать, что рудоносная площадь расположена фронтально по отношению к региональному потоку восходящих вод. Последний дренировался зонами дизъюнктивных дислокаций, протягивавшимися во времена максимального тектонического беспокойства (смена трансгрессий и регрессий) вдоль окраины континента, где и отлагались руды. Геологическая позиция главных рудоносных площадей - Бакчарской и Колпашевской - определяется не только такой приуроченностью, но и расположением над крупным конседиментационным Парабель-Майзасским поднятием, что рассматривается в качестве типовой ситуации для формирования зон разгрузки подземных вод нефтегазоносных бассейнов (Карцев, 1979). Сам факт их массовой разгрузки фиксирован полнотой реализации в регионе процессов нефтегазонакопления.

Огромнейшая депрессия Западно-Сибирской плиты выполнена неметаморфизованными, преимущественно слабо сцементированными существенно песчано-глинистыми образованиями мезо-кайнозоя.



Сцементированные и крепкие среди них только отдельные пласты, сцементированные хемогенным и биохемогенным материалом.

Все разнообразие встречающихся пород Бакчарского рудного узла определилось осадконакоплением более или менее чистых и смешанных продуктов механической и химической дифференциаций, поэтому при классификации осадков выделено три крупные группы: терригенные, терригенно-хемогенные и хемогенные образования.

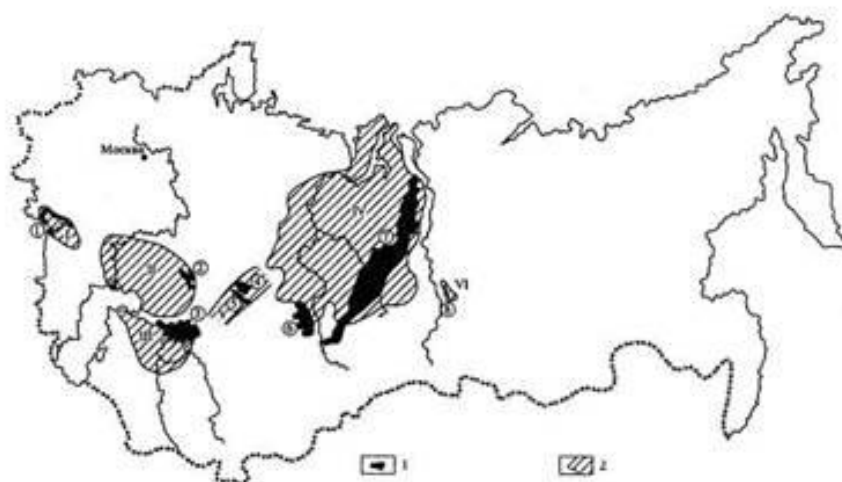


Рисунок 3.22 - Площади распространения оолитовых железных руд бывшего СССР, пространственно ассоциирующие с нефтегазоносными бассейнами (Павлов Д.И., 1995)(Карта экзогенной..., 1987; Нефтегазоносные провинции...,1983) 1 - площади распространения оолитовых железных руд (месторождения, бассейны): 1 - Керченско-Таманский, 2 - Илекские, 3 - Приаральский, 4 - Аятское, 5 -Лисаковское, 6 - Прииртышский, 7 - Западно-Сибирский, 8 - Ангаро-Питский; 2 - нефтегазоносные бассейны: I - Индоло-Кубанский, II - Прикаспийский, III - Северо-Устьюртский, IV - Западно-Сибирский, V - Тургайский, VI - Ангаро-Питский.

Исследования локализации и взаимосвязи руд и пород в рудоносной толще показывают, что терригенные и хемогенные породы не связаны между собой простыми переходами (возникающими при простой дифференциации смешанного материала), а имеют сложные пространственные взаимоотношения. Так, состав терригенных пород довольно изменчив - полимиктовый,

олигомиктовый или мономинеральный - и отражает привнос разного материала источниками. Размер и сортировка обломков в них зависят от гидродинамических условий отложения и последующего перемыва осадков.

Состав смешанных терригенно-хемогенных пород очень сложен и разнообразен. Эта группа пород обладает наибольшим числом разновидностей: встречаются алевролиты, песчаники и конгломераты с различным хемогенным цементом, песчанистые, алевритистые и конгломеративные разновидности хемогенных осадков, отражающие сложные гидродинамические и геохимические условия осадкоотложения, явления наложенного перемыва, разубоживания хемогенных осадков за счет дополнительного привноса терригенного материала. Состав хемогенных пород более разнообразен, чем состав терригенных пород, но менее сложен, чем состав смешанных осадков. К ним относятся разнообразные рудные и нерудные хемогенные и биохемогенные образования, возникающие в результате химической дифференциации приносимого с континента материала, зависящие от конкретных, локальных геохимических условий отложения вещества, переотложения, вторичного окисления, диагенеза осадка и других явлений.

Вещественный состав терригенных компонентов является руководящим только в классификации сравнительно грубообломочных пород. В генетическом отношении они очень важны, так как соответствуют этапам привноса грубообломочного материала, размыва и перемыва свежих осадков, проявлявшихся в различных фациальных условиях. Среди них встречаются породы с песчано-глинистым, гидрогетитовым, лептохлоритовым, сидеритовым, фосфатным и смешанными цементами.

Континентальные песчаные породы (пески и песчаники), образовавшиеся в аллювиальных, озерных, пойменных бассейнах характеризуются обилием растительного, обычно лигнитизированного материала размером от мелкого детрита до обломков сучьев и стволов. Растительный материал часто располагается по слоистости песчаников.

Кварцевые пески с глинистым цементом распространены среди фациальных аналогов рудной толщи и в олигоцен-миоценовых осадках. Они

светлые, мелко- и крупнозернистые, иногда переходят в крепкие кварцитовидные песчаники. Часто встречающиеся алевритовые разности их в разрезе ассоциируют с полевошпатовкварцевыми.

Полевошпатовкварцевые пески и песчаники участвуют в строении континентальных аналогов рудной толщи, встречаются в подрудных континентальных осадках и в толщах, перекрывающих рудные пласты.

Глауконитовые пески и песчаники распространены преимущественно в подрудной толще (ипатовская свита). Они серые, зеленовато-серые, с тонкой горизонтальной слоистостью.

Морские и прибрежно-морские песчаные породы отличаются от континентальных примесью глауконита, бобовин и оолитов хлорито-гидрогетитового состава, содержат больше обломков пород местного происхождения. В цементе, кроме глинистого материала, распространены хлориты, местами глауконит, сидерит, доломит. Эти осадки обогащены обломочным магнетитом, эпидотом, амфиболами и другими минералами. По составу обломков они разделяются так же, как и континентальные, но отличаются более разнообразным цементом.

Полевошпатовкварцевые пески и песчаники сходны с континентальными, но содержат глауконит. Они распространены в районах выклинивания рудных горизонтов, замещая последние по простиранию в сторону открытого моря. Среди пород этого типа различаются гравийные и мелкозернистые разновидности. Песчаники серого, зеленовато-серого цвета встречаются в рудоносной толще в прибрежно-морских осадках колпашевского горизонта. Широкое развитие в рудоносной толще, главным образом в зоне ее перехода в континентальные осадки, имеют пески, обогащенные полимиктовым материалом.

Алевритовые породы распространены в отложениях континентальных, прибрежно-морских и морских фаций.

В континентальных толщах встречаются преимущественно горизонтально-, или волнисто-слоистые глинистые алевриты. Алевриты имеют светло-серую или окраску, содержат заметную примесь растительного детрита,

подчеркивающего слоистость. Цемент пород в большинстве случаев глинистый, каолинит-гидрослюдистый. В горизонтах, обогащенных каолинитом, встречаются породы, в которых алевритовая фракция имеет преимущественно кварцевый состав.

Прибрежно-морские осадки содержат серые, зеленовато-серые алевриты с сидерито-хлорито-глинистым цементом. Для них характерна плохая сортировка алевритового материала и обычна примесь псаммитовых частиц кварцевого, полевошпатового, слюдистого состава.

В морских осадках серые, серо-зеленые алевриты и алевролиты представлены двумя разновидностями: песчанистыми и глинистыми. Песчанистые алевриты имеют состав псаммитовых и алевритовых частиц, причем многие образцы обогащены глауконитом. Глинистые разновидности их являются переходными к глинам. Глинистый цемент этих пород имеет гидрослюдистый или гидрослюдисто-монтмориллонитовый состав.

Глины распространены в отложениях различных фаций. Среди континентальных осадков они встречаются в виде прослоев и отдельных горизонтов, а в морских отложениях слагают основную массу толщ. Основные компоненты их - каолинит, гидрослюды и монтмориллонит. Верхнемеловые и нижнепалеогеновые глины в большинстве случаев имеют алевро-пелитовый состав, причем примесь алевритовых частиц различна в глинах разных фаций. Более крупные обломки свойственны континентальным и прибрежно-морским глинам, где из-за плохой сортировки материала местами отмечаются смешанные породы. Текстуры и структуры глин разнообразны - слоистые, сгустковые, гнездовидные, опоквидные. Горизонтальная, параллельная слоистость распространена в континентальных глинах. В прибрежно-морских глинах слоистость часто линзовидная; в морских глинах слоистость параллельная, но нечеткая, местами подчеркивается ориентировкой органических остатков. Гнездовидные или сгустковые текстуры с мелкими и крупными обособлениями по генезису бывают первичные - седиментационные и вторичные - диагенетические.

Каолинитовые и каолинито-гидроslюдистые глины образуют прослой среди континентальных аналогов железоносной толщи. Они светло-серые, почти белые, содержат алевритового полевошпато кварцевого материала с гнездовато-пятнистым распределением последнего.

Гидроslюдистые и монтмориллонито-гидроslюдистые глины серые, темно-серые, наиболее развиты в зоне озерно-аллювиальных осадков и представлены тремя разновидностями: слоистыми алевритовыми, неслоистыми алевритовыми и однородными.

Гидроslюдистые глины лежат линзами и прослоями среди прибрежно-морских и мелководно-морских осадков рудной толщи. Они горизонтально-слоисты, послойно обогащены лигнитизированным детритом и чешуйками слюд.

Монтмориллонито-гидроslюдистые глины распространены в рудных пачках и в отложениях дорудной толщи

Известково-монтмориллонитовые глины прибрежно-морские, встречаются в маастрихтских осадках. Монтмориллонит и гидроslюды слагают основную слабо раскристаллизованную массу глин, в которой более или менее равномерно распределены редкие кристаллики кальцита, сгустки сидерита и хлорита.

Кремнисто-монтмориллонитовые глины и опоки распространены в сантонской и эоценовой толщах, где они переслаиваются с монтмориллонитовыми разностями, приурочиваясь преимущественно к границам слоев и пачек; в рудной толще почти не встречаются.

Терригенно-хемогенные образования, как класс пород смешанного состава охватывает все разновидности железорудных пород, являющихся переходными образованиями между существенно терригенными и существенно хемогенными осадками. Многие из них фациально связаны взаимопереходами с бедными рудами. По гранулометрическим особенностям среди них выделяются конгломерато-гравелитовые породы, песчаники, пески, алевролиты и глины. Первые два довольно разнообразны, последние редки. По качеству хемогенного

цемента, его разнообразию, структуре и текстуре эти породы меняют свой состав и облик в зависимости от фациальных условий своего формирования.

Совершенно особое положение в рудоносных горизонтах занимают редко встречающиеся рудные пески - рыхлые гетито-гидрогетитовые руды. Они слагают небольшие линзы внутри рудных горизонтов, возникая при перемыве руд и разубоживании их привносом чуждого песчаного материала во время максимального обмеления бассейна. Ниже приводится характеристика генетически важных и наиболее распространенных разновидностей пород смешанного состава.

Сцементированные гетито-гидрогетитовые руды возникли в результате наложения донного размыва на молодые осадки при незначительном привносе чуждого грубообломочного материала. Последнее, вероятно, осуществлялось течениями и фронтальным размывом в связи с регрессией или трансгрессией бассейна. Так, например, рудные конгломерато-гравелиты состоят в основном из обломков руд и интенсивно перемытого оолитового и бобового агрегата.

Песчаники оолитовая гидро-гетитовая руда крепко сцементированная сидеритовым цементом; оолитовая гидрогетитовая руда слабо сцементированная хлорито-глинистым цементом; оолитовая гидрогетитовая руда с гидрослюдистым цементом; оолитовая гидрогетитовая руда с сидерит-хлоритовым цементом.

В зависимости от состава хемогенных примесей и цемента выявлено несколько разновидностей песчаников, имеющих разную структуру, текстуру и разные условия формирования. Среди них наибольший интерес представляют рудные песчаники с гидрогетитовыми оолитами. Они часто обладают сидеритовым, хлорито-сидеритовым, глинисто-хлоритовым, глинисто-гидрогетит-сидеритовым, глинисто-сидеритовым, гидромусковит-хлоритовым цементом; песчаники со значительным содержанием глауконита (наряду с рудными оолитами или чаще без них) встречаются с такими же видами цементов. Песчаники без рудных оолитов и без глауконита чаще всего имеют различный хлоритовый, хлорито-сидеритовый, сидеритовый и редко кремнистый цемент.

В пространственном отношении эти песчаники приурочены к береговым и дельтовым образованиям. Структура их и количественные соотношения гидрогетита и хлорита в цементе связаны с изменением условий отложения при увеличении глубины бассейна и меняются в сторону увеличения хлорита в осадке.

В зависимости от условий (в более морских) возникала глауконитовая разновидность этих песчаников, а при местном появлении разлагающейся органики — сидеритовая разновидность этих пород.

Песчаники с хлоритовым цементом характерны для прибрежных и баровых образований, там же с ними встречаются сидерито-хлоритовые разновидности, а глауконито-хлоритовые песчаники характерны для более глубоководных фаций.

В мелководных разновидностях встречаются бурожелезняково-хлоритовые каймы вокруг песчинок, перемытый и окисленный глауконит. В более глубоководных разновидностях глауконит обычно свежий. В некоторых прослоях, бедных глауконитом и богатых сидеритом, последний формирует оолиты и стяжения.

Эта большая промышленно важная группа осадков формирует главные рудоносные горизонты. Кроме того, хемогенные образования формируют небольшие скопления в дополнительных железоносных горизонтах среди терригенных осадков, с которыми они связываются непосредственными постепенными переходами. Эти тесные взаимосвязи свидетельствуют о синхронном, но пространственно разобщенном или поочередном отложении терригенных и хемогенных осадков, которые могли возникнуть только при генетически общем источнике осаждающегося материала. Таким источником всеми исследователями Западно-Сибирского пояса считается кора выветривания, развивавшаяся в нижне- и верхнемеловое и палеогеновое время на континенте, окружавшем Западно-Сибирское море. Общая тонкокристаллическая и метаколлоидная структура хемогенных остатков показывает, что большинство материала осаждалось на дно в виде геля

хемогенного или биохемогенного генезиса при незначительной роли хемогенно-кристаллических образований.

Состав имеющихся осадков определялся сочетанием двух независимых друг от друга факторов: качеством приносимого материала и условиями отложения осадка.

Дифференциация общего спектра хемогенных компонентов в условиях большого и геоморфологически сложного бассейна обусловила естественную смену осадков, которая во времени и менее четко в пространстве и в общем виде выразилась следующими переходами: гидрогетитовые - сидерито-хлоритовые - глауконитовые - карбонатные или опоко-глинистые осадки. Такой порядок свидетельствует о естественной смене (в связи с дифференциацией материала) железорудных окисных осадков алюмо-железо-кремнистыми и закисножелезистыми, а затем щелочесодержащими железистыми силикатами, карбонатными или кремнистыми осадками. Он связан со сменой фациальных условий от прибрежных до сравнительно глубоководных морских. Эта закономерность положена в основу классификации главнейших типов руд и пород.

Главные минералы образуют обломки, оолиты, бобовины, сгустки или основную массу осадка и определяют главное название (тип) осадка. По составу цементирующего их материала, примесям и структурным особенностям выделяются разновидности руд, возникшие в различных гидродинамических и гидрохимических условиях осадкоотложения.



## 4. ПОДСЧЕТ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ БАКЧАРСКОГО РУДНОГО УЗЛА

### 4.1 Группа сложности геологического строения рудопроявления

Согласно Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых и Инструкции по применению Классификации к железным рудам, рыхлые руды Бакчарского узла, характеризуются относительно сложным строением и достаточно выдержанным качеством руд, соответствует месторождениям 2-й группы сложности геологического строения. Показатели изменчивости основных свойств оруденения показаны в таблице 6. Расчет коэффициента вариации по содержанию компонентов и по мощности представлен в таблице 7.

Таблица 6 - Показатели изменчивости основных свойств оруденения

Коэффициент рудоносности $K_p$	0,86
Показатель сложности $q$	0,77
Коэффициент вариации мощности $V_m$	39,8%
Коэффициент вариации содержания железа $V_c$	18,2%

Таблица 7 - Расчет коэффициента вариации по содержанию компонентов и по мощности

№ скв.	Мощность (m), м	Среднее содержание по скв, %			Среднеквадратичное отклонение (Sc)			Коэффициент вариации (Vc)		
		Fe вал	V	P	Fe вал	V	P	Fe вал	V	P
1Б	16,3	31,00	0,11	0,43	10,50	0,04	0,16	33,9	36,4	37,0
22Б	10,7	38,09	0,13	0,59	6,71	0,02	0,01	17,6	17,3	2,5
23Б	4,4	35,44	0,14	0,52	5,87	0,01	0,08	16,6	8,0	15,1
28Б	11,2	38,24	0,14	0,56	4,16	0,02	0,05	10,9	11,1	9,3
29Б	12,9	37,17	0,15	0,56	7,34	0,02	0,12	19,7	16,2	21,5
101	11,3	36,57	0,23	0,41	3,00	0,03	0,03	8,2	14,8	7,3
105	9,0	35,69	0,12	0,56	6,21	0,02	0,11	17,4	19,8	19,1
118	13,1	34,68	0,15	0,57	5,89	0,02	0,12	17,0	12,1	21,7
123	18,7	32,59	0,14	0,40	9,46	0,03	0,18	29,0	19,5	44,8
124	2,6	34,50	0,13	0,49	8,88	0,03	0,22	25,7	21,8	45,2
125	9,0	32,37	0,13	0,24	9,69	0,05	0,09	29,9	36,7	39,0
126	11,0	33,40	0,15	0,41	7,63	0,04	0,10	22,8	24,7	23,5
128	8,0	35,18	0,17	0,54	1,90	0,01	0,02	5,4	5,6	3,7
129	9,0	38,73	0,16	0,49	7,25	0,03	0,10	18,7	15,8	19,7
130	7,0	38,96	0,13	0,57	1,16	0,02	0,02	3,0	14,2	4,0
131	13,1	27,38	0,14	0,41	7,36	0,02	0,11	26,9	14,2	26,9
127	9,6	30,12	0,15	0,43	10,69	0,04	0,16	35,5	26,7	36,0
5Б	5,9	37,52	0,12	0,48	2,11	0,01	0,03	5,6	6,7	5,8
22Б	10,7	38,04	0,13	0,59	6,71	0,02	0,01	17,6	17,3	2,5
25Б	4,7	37,64	0,14	0,69	1,17	0,00	0,10	3,1	2,2	14,5
Среднее по рудному телу								18,2	17,1	20,0
m <sub>ср</sub>	9,9									
S <sub>m</sub>	3,9									
V <sub>m</sub>	39,8									

Примечание.

m<sub>ср</sub> – средняя мощность рудных пересечений,

S<sub>m</sub> – среднеквадратичное отклонение мощности,

V<sub>m</sub> – коэффициент вариации мощности

## 4.2 Методика подсчета прогнозных ресурсов категории P1

Оценка прогнозных ресурсов категории P1 Бакчарского железорудного узла проводилась на основе проведенных буровых работ по сети согласно второй группе сложности. В комплекс исследований входили: геофизические, геохимические, гидрогеологические, инженерно-геологические исследования и опытно-эксплуатационные работы по добыче рыхлых руд.

Оценка прогнозных ресурсов железных руд Бакчарского рудного узла по категории P<sub>1</sub> выполнена в контурах Бакчарского лицензионного участка (530 км<sup>2</sup>) для всех типов железных руд (рыхлых и разной степени цементированных).

Прогнозные ресурсы подсчитаны методом геолого-математического каркасного моделирования при помощи программного продукта «MicroMine». Графические материалы представлены каркасными моделями рудных горизонтов.

Среднее Содержание железа рассчитывалось как средневзвешенное содержаний по скважинам на мощность рудного тела в скважине.

Объём руды определялся как произведение площади блока на его среднюю мощность. Прогнозные ресурсы определялись путём умножения объёма руды на среднюю объёмную массу руды.

На рудопроявлении выделено три железорудных горизонта: нарымский, колпашевский и бакчарский, и два технологических типа руд: рыхлые руды и цементированные железные руды.

В нарымском горизонте оконтурено рудное тело «Н» цементированных руд. В колпашевском горизонте выделены два рудных тела «К1» и «К2», сложенных цементированными рудами. В составе бакчарского горизонта оконтурены два рудных тела, сложенных цементированными рудами «Б1», и рыхлыми железными рудами «Б2» (рисунок 4.1 – 4.2).

Оценка ресурсов выполнена по каждому рудному телу. Прогнозные ресурсы, в соответствии со степенью изученности объекта, отнесены к категории P<sub>1</sub>.

Основные параметры расчетов: бортовое содержание железа валового - 16 %, объемная масса руды - 2,3 т/м<sup>3</sup> для цементированных руд, и 2,2 т/м<sup>3</sup> для рыхлых.

Результаты подсчета прогнозных ресурсов Бакчарского узла представлены в таблице 8 ниже.

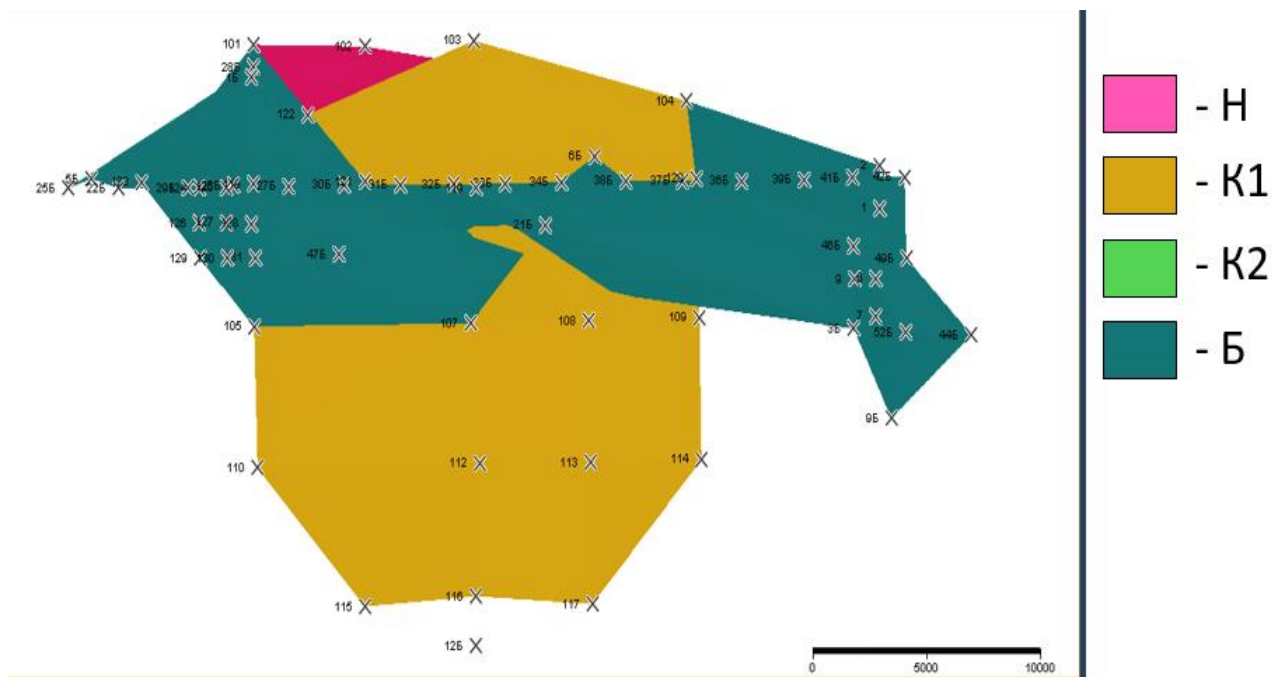


Рисунок 4.1 – Каркасная модель железорудных горизонтов, вид в плане

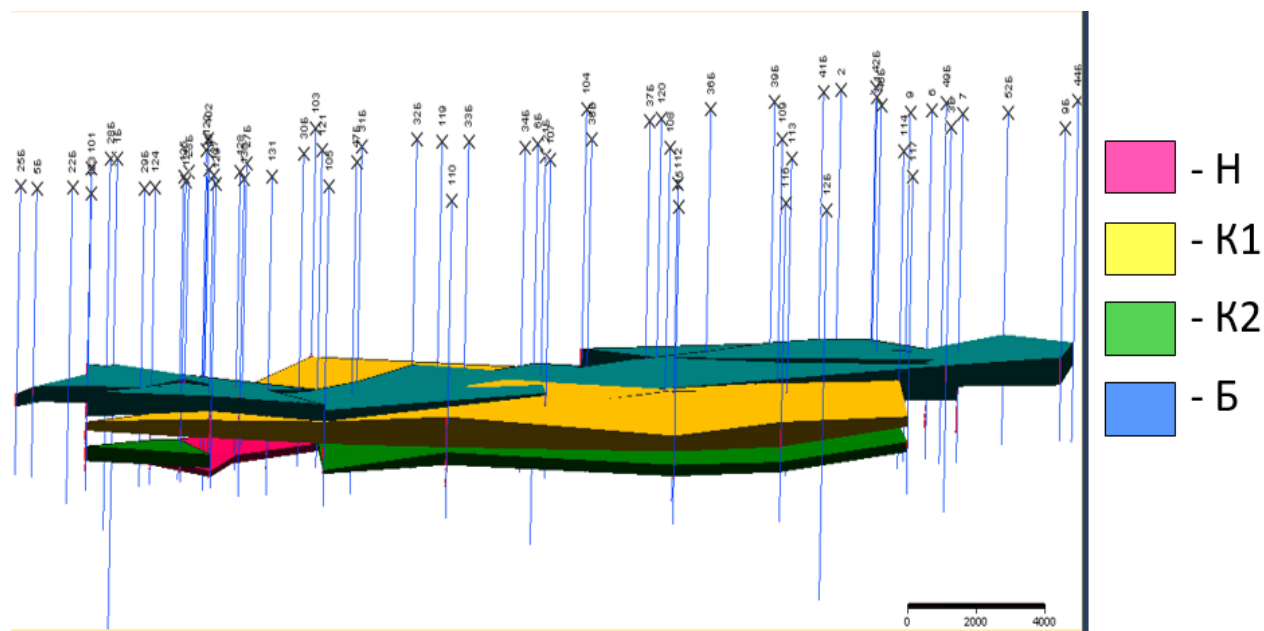


Рисунок 4.2 – Каркасная модель железорудных горизонтов, общий вид

Таблица 8 – Результаты подсчета прогнозных ресурсов Бакчарского узла

Горизонт	Объем (м³)	Объемная масса (т/м³)	Ресурсы P1 (т)
Н	438376660,6	2,3	1008266319
К1	4010936045	2,3	9225152904
К2	2345030837	2,3	5393570924
Б (рых)	752285445	2,2	1655027979
Б (сцем)	1961515805	2,3	4511486352
Σ	9508144793		21793504479

Ресурсы по P2 на площадь 1200 км² составляют: 27,6 млрд. т, P1+ P2 составляют 49,3 млрд.т.

Расчет возможных объемов добычи, с учетом коэффициента подтверждаемости запасов и ресурсов твердых полезных ископаемых приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет возможных объемов добычи на Бакчарском рудном узле

Категория	Коэффициент	Количество, млрд. т.	Объем добычи, млрд. т.
P1	0,2-0,3	21,7	4,34-6,51
P2	0,1	27,6	2,76

## 5. ПОПУТНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Сырьевая база редкоземельных металлов (РЗМ) Российской Федерации очень велика, их запасы в пересчете на сумму триоксидов редких земель ( $\Sigma TR_2O_3$ ) составляют около 27,6 млн т. Это обеспечивает России второе место в мире после Китая. В то же время добыча этого сырья из недр в стране незначительна, а извлечение металлов из добытых руд представляет собой исчезающе малую величину.

Прогнозные ресурсы РЗМ, локализованные на территории Российской Федерации, также невелики, большая их часть сосредоточена в Сибири (рисунок 5.1). Все они, включая наиболее достоверные ресурсы категории P1, находятся в нераспределенном фонде недр.



Рисунок 5.1 – Локализация прогнозных ресурсов РЗМ

Основная часть запасов редкоземельных металлов России заключена в месторождениях, где РЗМ являются попутными компонентами. В Мурманской области, в рудах месторождений Хибинской группы, разрабатываемых на

фосфор, содержится более 40% российских запасов РЗМ, которые, однако, из руд не извлекаются.

Крупные запасы РЗМ цериевой группы содержатся в латеритных корах выветривания карбонатитов Белозиминского (Иркутская область) и Чуктуконского (Красноярский край) месторождений. Оба они комплексные, их пироклормонацитовые руды, кроме РЗМ, содержат ниобий, а также фосфор, тантал и некоторые другие полезные компоненты.

В Российской Федерации запасы фосфатных (апатитовых и фосфоритовых) руд учтены в количестве 1,26 млрд т  $P_2O_5$ , что составляет 2-2,5% мировых. При этом доля страны в производстве фосфатной продукции мира достигает 5%. Россия находится на четвертом месте в мире по добыче сырья и производству фосфорного концентрата после Китая, США и Марокко и входит в пятерку ведущих продуцентов фосфорсодержащих удобрений.

Прогнозные ресурсы фосфорных руд России сравнительно невелики, а количество наиболее достоверных ресурсов (P1) оценивается менее чем в 400 млн. т.  $P_2O_5$ , при том что более 70% этого количества составляют низкокачественные фосфоритовые руды.

На рисунке 5.2 представлена карта локализаций ресурсов фосфорных руд России.



Рисунок 5.2 – Локализация прогнозных ресурсов фосфорных руд

Основным полезным ископаемым Бакчарском рудного узла являются рыхлые и цементированные железные руды. В соответствии с Классификацией на Бакчарском рудном узле по содержанию Fe, преобладают руды средние (37-32 %) и бедные (32-16 %).

Согласно геологическому заданию, для определения попутных полезных ископаемых было отобрано из керна скважин №№ 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, расположенных в контуре Оценочного участка (из дубликатов рядовых проб на Feобщ) и проанализировано на золото и платину в ОАО «СЗИЦ» спектрохимическим методом 47 проб. Результаты анализов прилагаются в текстовых приложениях.

Из керна скважин №№ 125, 126, 129, 131, было отобрано и проанализировано 265 проб на приближенно-количественный спектральный анализ на 48 элементов с целью определения редких и рассеянных элементов и оценки ураноносности. Анализы выполнены в лаборатории ОАО «СЗИЦ». Из керна скважин №№ 112, 113, 115 пробы проанализированы лабораторией СНИИГиМСа на 19 элементов приближенно-количественным спектральным анализом.

По результатам анализов содержание золота в породах и рудах  $<0,003$  до  $0,007$  г/т, т.е. близко к кларковому ( $0,001$  г/т для осадочных пород), лишь в скв. № 130, инт.183,4-184,4 м достигает  $0,02$  г/т. Проба представлена песком серо-зеленого цвета люлинворской свиты.

Содержание платины менее  $0,2$  г/т, следовательно, сколько-нибудь значимых содержаний золота и платины на участке работ не выявлено.

В качестве полезной примеси в бакчарских железных рудах, установлен ванадий в виде  $V_2O_5$ , содержание которого в железных рудах составляет от  $0,09$  до  $0,2$  %, в среднем –  $0,15$  % (по данным химического анализа рядовых проб), причём, установлено, что содержание ванадия находится прямой зависимости от содержания железа. Введение в сталь  $0,15-0,25$  % ванадия резко повышается прочность, вязкость, сопротивление усталости и износоустойчивость металла. Присутствие кобальта в пробах незначительно -  $0,003-0,014$  %.



Для определения редких и рассеянных элементов были проанализированы 265 проб из керна скв. №№ 125, 126, 129, 131 на приближенно-количественный спектральный анализ на 48 элементов (ОАО «СЗИЦ») и 45 проб из керна скв №№ 112, 113, 115 на приближенно-количественный спектральный анализ на 19 элементов (ФГУП СНИИГиМС).

Анализ накопления тех или иных попутных компонентов в ходе обогащения подробно описан в технологическом отчете Башлыковой Т.В. «Обоснование рациональной переработки железной руды Бакчарского месторождения» М. 2009 г.

Признаки фосфоритонности характерны для всех железорудных отложений. Это тонкие прослои карбонатно-фосфористых песчаников среди пород железорудного колпашевского горизонта желваки и стяжения фосфоритов фосфоритовых песчаников в нижней части разреза бакчарского горизонта. Песчаники с повышенным содержанием пятиоксида фосфора имеют, как правило, слабо выраженную оолитовую структуру. Содержание пятиоксида фосфора в таких песчаниках от 2,6–3,9, а иногда до 6,9 %. Содержание пятиоксида фосфора в конкрециях фосфоритов не превышает 19 %, составляя в большинстве случаев 10-15 %. Каркасная геолого-математическая модель распределения фосфора представлена на рисунках 5.3 – 5.4.

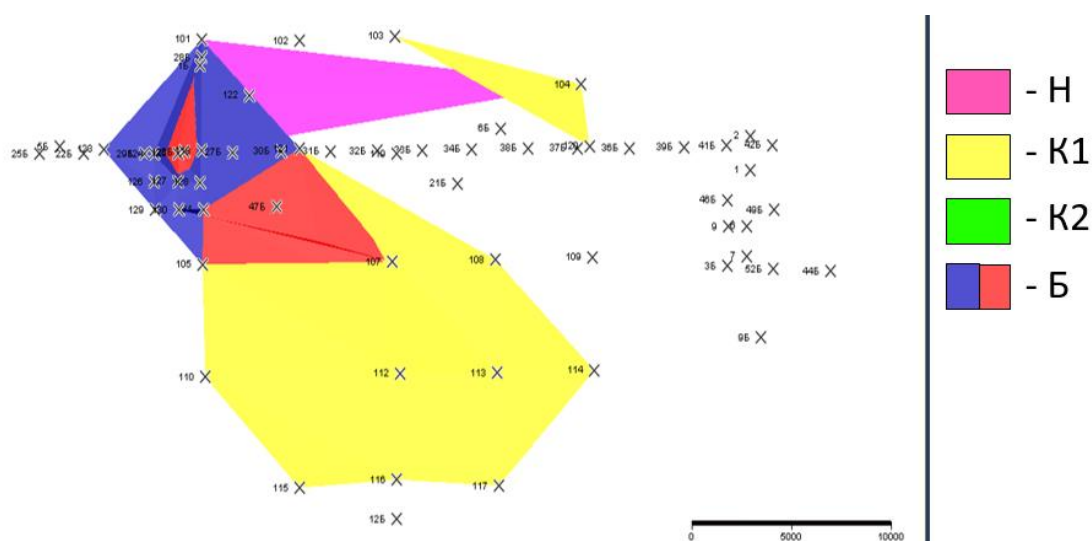


Рисунок 5.3 – Каркасная модель фосфорсодержащих горизонтов, вид в плане

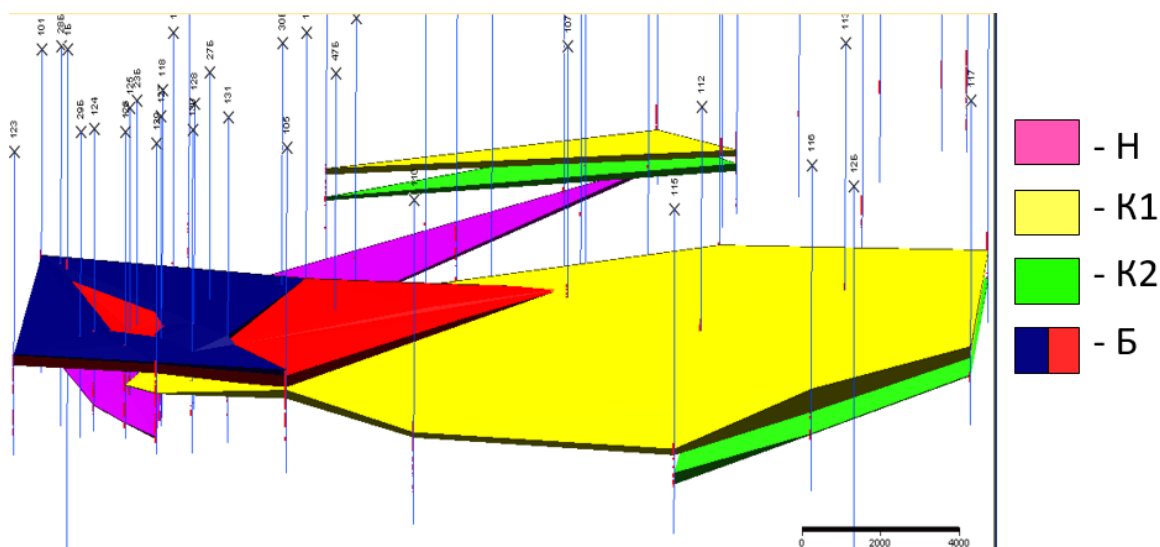


Рисунок 5.4 – Каркасная модель фосфорсодержащих горизонтов, общий  
ВИД

Среднее содержание фосфора в пробах составило 0,27%, редких земель 500 г/т, церия - 300 г/т (таблица 10). В прямой зависимости от содержания железа находятся содержания ванадия и фосфора. По всей вероятности, оба этих элемента изоморфно входит в состав гидрогетитовых оолитов.

Таблица 10 – Ресурсы фосфора

	Содержание, %	Ресурсы P1 (млн. т) (530 км <sup>2</sup> )	Ресурсы P2 + P1 (млн. т) (1200 км <sup>2</sup> )
Фосфор	0,27	13,5	30,56

Среднее содержание редких земель 500 г/т, церия - 300 г/т (таблица 1). Ресурсы были подсчитаны по геолого-математической каркасной модели, приведенной на рисунках 4.1 и 4.2.

Таблица 11 – Ресурсы PЗЭ и церия

	Содержание, %	Ресурсы P1 (млн. т) (530 км <sup>2</sup> )	Ресурсы P2 +P1 (млн. т) (1200 км <sup>2</sup> )
PЗЭ	0,05	10,89	24,69
Церий	0,03	6,5	14,8

Состояние МСБ редкоземельных металлов и фосфатов Российской Федерации на 1.01.2013 г, тыс. т. приведены в таблице 12. Ресурсы Бакчарского рудного узла в этой статистике не учитываются.

Таблица 12 – Состояние МСБ РЗМ РФ на 01.01.2013 г.

Прогнозные ресурсы	P1	P2	P3
РЗЭ	1347	3720	316,9
Фосфор	113,4	109,9	44,3

Ниже в таблице 13 представлен расчет товарной стоимости попутных полезных ископаемых.

Таблица 13 - Расчет товарной стоимости попутных полезных ископаемых Бакчарского рудного узла

Показатели	Единица измерения	Минеральное сырье		
		Фосфор	Церий	РЗМ
Цена	руб/т	30500	222650	6534625
M (P <sub>2</sub> )	млрд. т	0,0175	0,0083	0,0135
$K_{сов}(P_2) = K_1 * K_2 * K_{И}$	относ.	0,046*0,4*0,66= 0,012	0,298*0,4*0,6= 0,071	0,298*0,4*0,6= 0,071
C (P <sub>2</sub> )	млрд. руб.	6,405	132,168	6309,3
M (P <sub>1</sub> )	млрд. т	0,0135	0,0065	0,01089
$K_{сов}(P_1) = K_1 * K_2 * K_{И}$	относ.	0,064*0,4*0,66= 0,017	0,404*0,4*0,6= 0,096	0,404*0,4*0,6= 0,096
C (P <sub>1</sub> )	млрд. руб.	6,99	1403,23	68998,74
Суммарная стоимость	млрд. руб.	13,395	1535,398	75308,04

Из этой статистики следует, что целесообразно рассматривать добычу РЗЭ и фосфора в качестве попутных полезных ископаемых на Бакчарском железорудном узле.

Анализ данных геофизических исследований в скважинах показал, что на участке работ выделяются два горизонта с повышенной гамма активностью. Первый горизонт находится на глубине до 30 м. с активностью до 65 мкР/ч. Он протягивается по всей площади участка и литологически приурочен к серым,

серо-голубым глинам с включениями древесных остатков. Второй горизонт находится на глубинах от 173 м до 230 м. Прерывается по площади. По литологическому составу приурочен к пескам и песчаникам, является рудовмещающим горизонтом (Карепина, 2013).

Для анализа данных ГИС взяты разрезы двух скважин, расположенных в западной (скв. 127) и центральной (скв. 108) частях Бакчарского месторождения. В этих скважинах, как и в остальных, проведен весьма ограниченный комплекс геофизических исследований, включающий гамма-каротаж (ГК), каротаж сопротивления (КС) и каротаж самопроизвольной поляризации (ПС). Литологическая колонка построена по данным исследований керна.

Обе скважины вскрыли пласты сыпучих и крепко сцементированных руд. Разрезы скважин отличаются разным размахом значений естественной радиоактивности, что и послужило основанием для выбора их в качестве пилотного исследования. В скважине 108 изменение радиоактивности колеблется в интервале до 15 мкР/час, а в разрезе скважины 127 показания ГК достигают 40-60 мкР/час.

В разрезе *скважины 108* вскрыты практически все основные разновидности пород. Это преимущественно песчано-глинистые образования с включениями и прослоями лигнитов. Руды встречены на интервале 190-242 м. Анализ каротажных диаграмм позволяет сформировать следующую характеристику разреза (начиная с глубины 36 метров). По величинам показаний методов и соотношениями между ними разрез скважины можно разделить на четыре части.

Верхняя часть разреза (*интервал 36-50 м*) характеризуется высокими показаниями ПС (до 150 мВ) и низкими показаниями метода сопротивления и радиоактивности (рисунок 5.5). Разрез алевритоглинистый. Против алевритовых интервалов показания ПС, КС и ГК понижаются, против глинистых повышаются.

*Интервал 50-121 м.* Характеризуется присутствием в песчано-глинистом разрезе включений и прослоев лигнитов, которым соответствуют локальные

понижения показаний ПС и ГК. Показания КС – слабо повышенное для всего интервала.

*Интервал 121-176 м.* Разрез становится более песчано-алевритистым, а лигнит присутствует в виде отдельных выделений (в верхней части интервала), показания ПС и ГК – низкие для всей части разреза, а КС – повышенные. Отдельные положительные пики ПС и ГК и отрицательные КС – соответствуют прослоям глин.

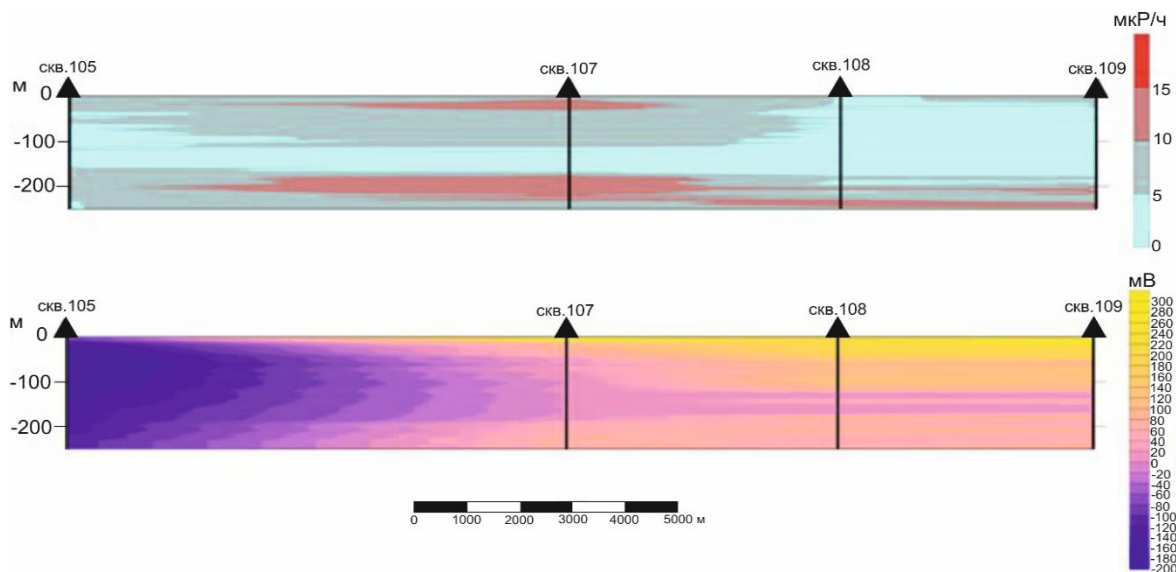


Рисунок 5.5 - Профиль по геофизическим данным ГК и ПС (скв. 108)  
(Карепина М.В., 2013)

*Интервал 176-246 м.* Разрез отличается высокой для скважины 108 радиоактивностью (ГК до 14-15 мкР/ч), совпадающей с повышениями показаний ПС и понижениями сопротивления (менее 1 Ом·м). Интервал самый аномальный в разрезе по ГК и КС. Он вмещает крепко сцементированную и сыпучую руду, разделяющий их два прослоя глин и оолитового песчаника. Эта часть интервала характеризуется резко неоднородным поведением всех трех геофизических параметров, при этом показания КС и ПС на глубину в целом понижаются, а ГК – растут. Перекрывает руды относительно однородный (по геофизическим показателям) пласт переслаивания песка и глин с повышенными значениями ПС и ГК и пониженными КС. На всем интервале соотношения ГК и КС всегда обратные. В верхней части интервала положительно коррелируется с ГК и

отрицательно с КС, что обычно для песчано-глинистого разреза. В нижней части интервала это правило нарушается.

Таким образом, рудный интервал разреза отличается аномально низкими сопротивлениями, аномально высокой (для разреза) радиоактивностью, нарушением типичных связей показаний ПС с другими геофизическими параметрами.

Судя по соотношению показаний ПС и ГК по разрезу, радиоактивность рудного интервала имеет наложенную природу. Если повышение радиоактивности руд произошло за счет урана, то возрастание радиоактивности на глубину, к подошве рудного пласта, можно интерпретировать двояко. Если повышение ГК к подошве пласта согласуется с изменением содержания железа, то обогащение руд ураном происходило сингенетично рудам. Если нет, то руды (вмещающие их породы) оказывали осаждающее влияние на уран растворов, поступающих с глубины.

Разрез скважины 127 от разреза скважины 108 отличается:

- Более высокой и более неоднородной радиоактивностью. Показания ГК изменяются от 4 до 90 и более мкР/ч;
- Более высоким и более неоднородным сопротивлением. Показания КС изменяются от 4 до 140 Ом·м;
- Более песчанистым (менее глинистым) разрезом;
- Наличием двух интервалов повышенной радиоактивности, в верхней (10-35 м) и нижней (130-238 м) частях разреза. В последнем случае он совпадает с рудным, интервалом.

Верхний интервал протягивается практически по всей площади участка и литологически приурочен к серым, серо-голубым глинам с включениями древесных остатков (рисунок 5.6).

В верхней части разреза наблюдается масштабная отрицательная аномалия ПС (50-60 мВ, 140 м). Она совпадает с интервалом развития лигнитов и лигнитизированных пород и скорее всего связана с окислительно-восстановительными процессами.

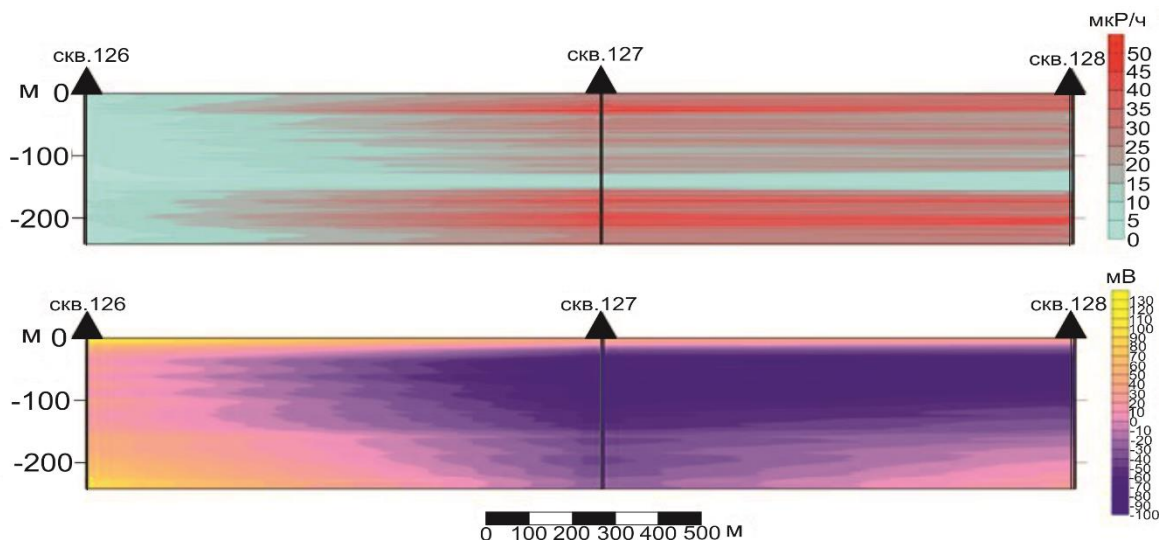


Рисунок 5.6 - Профиль по геофизическим данным ГК и ПС (скв. 127)  
(Карепина М.В., 2013)

*Интервал 122-152 м.* Характеризуется высокими сопротивлениями до 80 Ом·м, низкими показаниями гамма-поля и повышением ПС. Разрез преимущественно песчанистый.

Нижняя часть разреза (*интервал 152-232 м*) отличается более высокими и однородными показаниями ПС. Значения ГК изменяются в интервале от 20 до 60 мкР/ч. Сопротивление повышается напротив рудных горизонтов.

Радиоактивность разреза носит явно наложенный характер - повышенную радиоактивность имеют все разновидности пород включая те, что в разрезе скв. 108 отмечались как понижено радиоактивные.

Каротаж хорошо отбивает начало Люлинворской свиты и железорудной толщи. Значения ПС и ГК резко возрастают даже в скважинах с пониженной радиоактивностью, а сопротивление пород падает.

Наблюдается обратная корреляция в рудоносной части разреза между показаниями ГК и КС, которая не связана с литологическими особенностями пород. Это еще раз подтверждает наложенную природу радиоактивности.

Для подтверждения выявленных закономерностей была выбрана скв. 116. Она расположена в южной части Бакчарского узла. Значения гамма-каротажа колеблются от 5 до 16 мкР/ч. Значения электрического каротажа практически не

отличаются от значений в описанных скважинах: ПС от -80 до 100 мВ, КС от 10 до 90 Ом·м (рисунок 5.7).

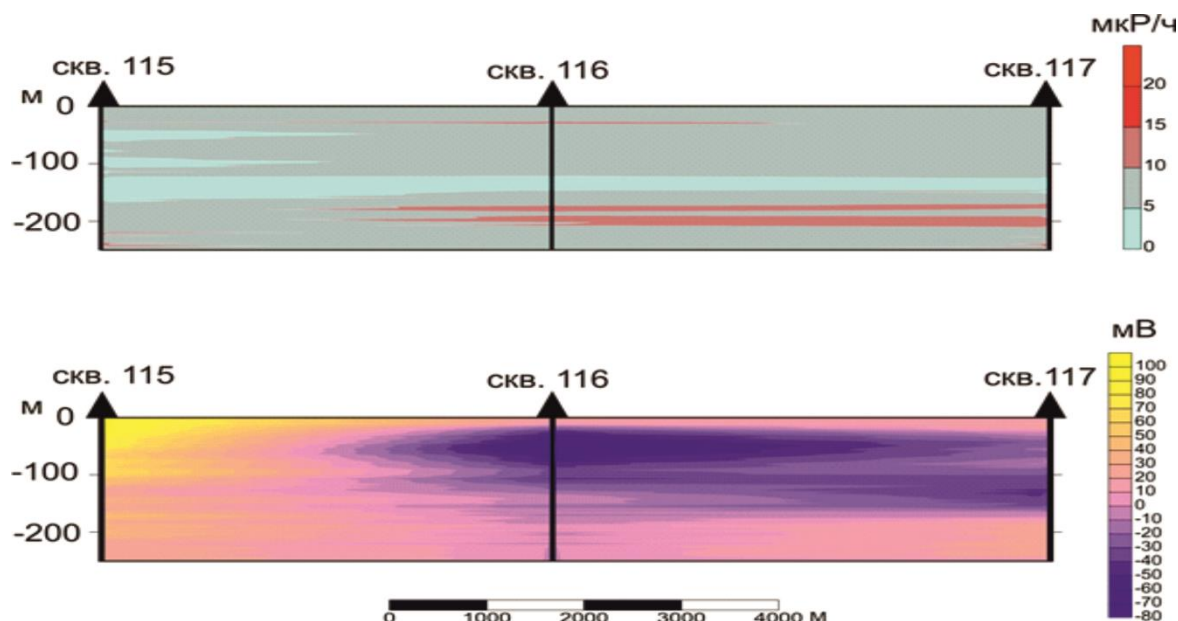


Рисунок 5.7 - Профиль по геофизическим данным ГК и ПС (сква. 116)  
(Карепина М.В., 2013)

Разрез преимущественно алевритисто-песчанистый. Руды залегают на глубине 171-221 м. Каротаж отбивает начало Люлинворской свиты и железорудной толщи повышением значений гамма-каротажа. Наблюдается та же обратная корреляция между ГК и КС в нижней части разреза, как и в предыдущих скважинах. Верхняя часть разреза имеет редкие повышения значений ГК. Эти интервалы литологически связаны с лигнитами, лигнитизированными глинами и алевритами. Эти породы могут являться осадителями для урана.



## 6. РАСЧЕТ ТОВАРНОЙ СТОИМОСТИ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ БАКЧАРСКОГО РУДНОГО УЗЛА

В магистерской диссертации на основании изученных геолого-геохимических особенностей рудного узла, дана комплексная оценка формирования и локализации железа, редкоземельной минерализации. Построена геолого-математическая модель рудного узла, также построена геолого-математическая модель распределения фосфора по рудным горизонтам. Оценены ресурсы по категории  $P_1$  железа на площадь 530 км<sup>2</sup> и по категории  $P_2$  на площадь 1200 км<sup>2</sup>. Необходимо рассчитать товарную стоимость минерального сырья в недрах.

Оценка товарной стоимости минерального сырья в недрах проводится по формуле:

$$C = Ц * M * K_{сов} \quad (6.1)$$

где  $C$  – товарная стоимость прогнозных ресурсов или запасов определенной категории данного вида минерального сырья в недрах той или иной территории;

$Ц$  – средняя мировая цена конечного (первого товарного) продукта (металла, руды, минерала).

$M$  – количество (масса) прогнозных ресурсов данной категории соответствующего вида минерального сырья в недрах оцениваемой территории;

$K_{сов}$  – совокупный коэффициент приведения стоимости конечного продукта к стоимости прогнозных ресурсов минерального сырья.

Совокупный коэффициент представляет собой произведение таких коэффициентов как:

$$K_{сов} = K_1 * K_2 * K_{И} \quad (6.2)$$

где  $K_1$  – коэффициент характеризующий долю в стоимости конечного продукта, приходящаяся на прогнозные ресурсы минерального сырья;

$K_2$  – коэффициент приведения прогнозных ресурсов к запасам промышленных категорий (A+B+C1), учитывающий неполный переход

прогнозных ресурсов и запасов менее достоверных категорий в более достоверные;

$K_{И}$  – сквозной коэффициент извлечения, учитывающий потери минерального сырья при добыче, обогащении, переделе, транспортировке.

Используя формулу 6.1, ниже рассчитана товарная стоимость (С) железной руды Бакчарского рудопрооявления.

По данным сервиса Quandl, цена (Ц) на железную руду на 20.04.2017 составила 3820 рублей за тонну.

Количество (М) прогнозных ресурсов представлено в результатах выполненной работы в магистерской диссертации по подсчету прогнозных ресурсов Бакчарского рудопрооявления в таблице 14.

Таблица 14 - Прогнозные ресурсы железной руды (М)

Категория	Площадь, км <sup>2</sup>	Ресурсы (М), т
P <sub>2</sub>	1200	7922258002
P <sub>1</sub>	530	3498997284

По формуле 6.2 совокупный коэффициент ( $K_{сов}$ ) представляет собой произведение таких коэффициентов: коэффициент характеризующий долю минерального сырья в стоимости конечного продукта, коэффициент приведения прогнозных ресурсов к запасам промышленных категорий, сквозной коэффициент извлечения.

Согласно расчетам, выполненным в разделе подсчета прогнозных ресурсов, Бакчарское рудопрооявление относится к месторождениям 2-й группы сложности. Коэффициент ( $K_1$ ) характеризующий долю в стоимости конечного продукта, приходящаяся на прогнозные ресурсы железной руды представлен в таблице 15.

Коэффициент приведения ( $K_2$ ) прогнозных ресурсов к запасам промышленных категорий (A+B+C1), учитывающий неполный переход прогнозных ресурсов и запасов менее достоверных категорий в более достоверные приведен в таблице 16.

Таблица 15 - Доля в стоимости конечного продукта, приходящаяся на прогнозные ресурсы железной руды, коэффициент  $K_1$

Категория прогнозных ресурсов и запасов	Значение коэффициента $K_1$		
	Минимальное (месторождения 1-й группы)	Среднее (месторождения 2-й группы)	Максимальное (месторождения 3-й и 4-й групп)
$P_3$	0,0028	0,005	0,0072
$P_2$	0,0278	0,049	0,0702
$P_1$	0,0338	0,059	0,0842
$C_2$	0,0424	0,074	0,1052
$A+B+C_1$	0,0534	0,094	0,1338

Таблица 16 - Усреднённые вероятностные значения коэффициента приведения ( $K_2$ ) прогнозных ресурсов и предварительно оценённых запасов к запасам промышленных категорий ( $A+B+C_1$ )

Категория прогнозных ресурсов и запасов	Значение коэффициента ( $K_2$ )		
	Минимальное (месторождения 1-й группы)	Среднее (месторождения 2-й группы)	Максимальное (месторождения 3-й и 4-й групп)
$P_3$	0,03	0,07	0,2
$P_2$	0,36	0,4	0,5
$P_1$	0,7	0,75	0,8
$A+B+C_2$	0,9	0,92	0,95

Сквозной коэффициент извлечения ( $K_{И}$ ), учитывающий потери минерального сырья при добыче, обогащении, переделе, транспортировке железной руды приведен в таблице 17.

Таблица 17 - Коэффициент извлечения ( $K_{И}$ ), учитывающий потери минерального сырья при добыче, обогащении, переделе, транспортировке железной руды

Вид полезного ископаемого	$K_{И}$
Железо	0,73

Результаты расчета товарной стоимости (С) прогнозных ресурсов железной руды по категориям  $P_2$  и  $P_1$  в недрах Бакчарского рудопоявления представлены в таблице 18.

Таблица 18 - Расчет товарной стоимости (С) железной руды Бакcharского рудопроявления

Показатели	Единица измерения	Минеральное сырье
		Железная руда
Цена	руб/т	3820
М (P <sub>2</sub> )	млрд. т	7,922
$K_{сов}(P_2) = K_1 * K_2 * K_{И}$	относ.	0,049*0,4*0,73=0,014
С (P <sub>2</sub> )	млрд. руб.	423,67
М (P <sub>1</sub> )	млрд. т	3,499
$K_{сов}(P_1) = K_1 * K_2 * K_{И}$	относ.	0,059*0,75*0,73=0,032
С (P <sub>1</sub> )	млрд. руб.	427,72
Суммарная стоимость (С)	млрд. руб.	851,39

Товарная стоимость железной руды по категории P<sub>2</sub> составила 423,67 млрд. рублей, а по категории P<sub>1</sub> - 427,72 млрд. рублей, что в сумме дает 851,39 млрд. рублей.

## 7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Согласно теме работы, на основании изученных геолого-геохимических особенностей рудного узла, дана комплексная оценка формирования и локализации железа, редкоземельной минерализации. Оценены ресурсы по категории Р1 железа на площадь 530 км<sup>2</sup> и по категории Р3 на площадь 1200 км<sup>2</sup>. Построена геолого-математическая модель рудного узла, также построена геолого-математическая модель распределения фосфора по рудным горизонтам. Выделены перспективные участки для проведения буровых работ.

### 7.1 Производственная безопасность.

Перечень опасных и вредных факторов при ведении буровых работ представлен в таблице 19.

Таблица 19 - Перечень опасных и вредных факторов при ведении буровых работ

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Монтаж-демонтаж буровой установки; Управление механизмами буровой установки; Выполнение визуальных осмотров всех основных и вспомогательных механизмов до начала их использования при выполнении работ; Спускоподъемные операции бурильной колонны.	Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; Недостаточная или повышенная освещенность рабочей зоны; Повышенный уровень шума и вибраций на рабочем месте; Физические перегрузки; Эмоциональные перегрузки.	Движущиеся механизмы, подвижные части производственного оборудования; разрушающиеся конструкции; Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;	СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки; ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования» СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий; ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Защитное заземление, зануление; ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

Эти факторы могут влиять на состояние здоровья, привести к травмоопасной или аварийной ситуации, поэтому следует установить эффективный контроль за соблюдением норм и требований, предъявленных к их параметрам.

### 7.1.1 Микроклимат

Климат района выполняемых работ - континентальный с продолжительной холодной зимой и коротким теплым летом. Среднегодовая температура  $-0,7 - -1,6^{\circ}\text{C}$ . Из-за чего температура воздуха на рабочем месте может быть, как пониженной, так и повышенной. При низкой температуре существует вероятность переохлаждения или обморожения. При высокой температуре возможны потери сознания. В том и другом случае снижается работоспособность. Согласно «СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (таблица 20, 21):

Таблица 20 - Нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха

Период года	Категория работы	Температура, С	Относительная влаж. воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более м/с
Холодный	Пб	17-19	60-40	0,2
Теплый	Пб	19-21	60-40	0,2

Таблица 21 - Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категория работы	Температура, С	Относительная влаж. воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более м/с
Холодный	Пб	15-22	15-75	0,2-0,4
Теплый	Пб	16-27	15-75	0,2-0,5

Наиболее эффективной мерой в холодный период является создание искусственного микроклимата с помощью отопления от котельной установки в пределах буровой установки, использование индивидуальных средств защиты. Проблемы создания на буровой искусственного микроклимата осложняется

невозможностью сооружения замкнутых пространств для мест работы бурильщика и его помощников. Предполагаются установка кондиционеров в летнее время, в зимнее время обогревателей помещений.

### 7.1.2 Освещение

Освещение рабочего места – один из важнейших факторов создания нормальных условий труда. Освещению следует уделять особое внимание, так как при работе наибольшее напряжение получают глаза, нервная система. При недостаточном освещении рекомендуется применение налобных фонарей. Также при ярком солнечном свете рекомендуется применение солнцезащитных очков. Так как работы проводятся на открытом воздухе, то освещенность принимается согласно «СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий» (таблица 22).

Таблица 22 - Освещенность мест производства работ вне зданий

Разряд зрительной работы	Отношение минимального размера объекта различения к расстоянию от этого объекта до глаз работающего	Минимальная освещенность в горизонтальной плоскости, лк
IX	Менее 0,005	50

### 7.1.3 Шум и вибрация

При бурении скважин используются различные машины и механизмы, при работе которых, в ряде случаев увеличивается уровень шума и вибраций, к ним относятся: электромоторы, лебедки, вибросита, буровые насосы, ротор и др. Шум и вибрация оказывают вредное воздействие на организм человека. Сильный шум нарушает нормальную деятельность нервной, сердечно-сосудистой и пищеварительной системы, вызывает переутомление. Вредное воздействие вибрации выражается в возникновении вибрационной болезни.

Для того, чтобы снизить вредное воздействие шумов и вибраций на буровой необходимо производить своевременный профилактический осмотр и

ремонт, подтягивание ослабевших соединений, своевременно смазывать вращающиеся детали. По категории вибрации работы относятся к категории «3 тип «а» (ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования.) (таблица 23).

Таблица 23 - Санитарные нормы одно числовых показателей вибрационной нагрузки для длительности смены 8 часов

Вид вибрации	Категория вибрации по санитарным нормам	Направление действия	Нормативные, скорректированные по частоте и эквивалентные скорректированные значения			
			виброускорения		виброскорости	
			м·с <sup>-2</sup>	дБ	м·с <sup>-2</sup> ·10 <sup>-2</sup>	дБ
Общая	3 тип «а»	Z0, Y0, X0	0,1	100	0,2	92

Согласно «СН 2.2.4/2.1.8.562–96» ниже в таблице 24 приведены предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука.

Таблица 24 - Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука

Рабочие места	Уровни звукового давления (ДБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБа
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
4	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

В качестве средств защиты от шумов предлагается использование противошумных наушников, беруш.

Для борьбы с вибрацией применяют следующие методы:

- подавление в источнике возникновения (центровка, регулировка);
- изменение в конструкции;
- использование пружинных амортизаторов, виброизоляционных прокладок.

прокладок.



#### **7.1.4 Психофизиологические факторы**

Вредными источниками данного фактора может явиться неправильный, неудобный график работ, при котором работник сильно переутомляется либо не успевает отдыхать. Недопустимые отношения начальства с работником, при котором начальник превышает свои полномочия или неуважительно к нему относится.

Наиболее эффективные средства предупреждения утомления при работе на производстве – это средства, нормализующие активную трудовую деятельность человека. На фоне нормального протекания производственных процессов одним из важных физиологических мероприятий против утомления является правильный режим труда и отдыха (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

Существуют следующие меры по снижению влияния монотонности:

- необходимо применять оптимальные режимы труда и отдыха в течение рабочего дня;
- соблюдать эстетичность производства.

Для уменьшения физических нагрузок организма во время работы рекомендуется использовать специальную мебель с возможностью регулировки под конкретные антропометрические данные, например, эргономичное кресло.

#### **7.1.5 Электрический ток**

Основным источником электротравматизма в бурении являются установки низкого напряжения. Бурильщики и помощники должны иметь группу не ниже II группы по технике безопасности, элементарное техническое знакомство с электроустановками, отчетливо представлять опасность электрического тока и приближение к токоведущим частям, знать основные меры предосторожности при работах в электроустановках, а также иметь практическое знакомство с правилами оказания первой помощи.

Согласно «ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Защитное заземление, зануление» основными мероприятиями по защите от электропоражения являются:

- обеспечение недоступности токоведущих частей путем использования изоляции в корпусах оборудования;
- применение средств коллективной защиты от поражения электрическим током;
- применение защитного заземления;
- применение защитного зануления;
- применение защитного отключения;
- использование диэлектрических подставок и ковриков;
- использование диэлектрических перчаток.

### **7.1.6 Механические опасности**

Источниками опасности для персонала на буровой, прежде всего, являются различные движущиеся части механизмов (лебедка, насосы, ротор, цепные приводы), тяжелые и крупногабаритные инструменты.

Основные последствия механических опасностей:

- защемление или раздавливание;
- порезы;
- отрезание или разрубание;
- попадание под удар;
- поверхностное повреждение наружных тканей под действием трения;

Согласно «ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» к средствам защиты работающих от механического травмирования (физического опасного фактора) относятся:

- СИЗ (перчатки, очки, костюм, ботинки, каска и т.д.)
- ограждения (кожухи, козырьки, дверцы, экраны, щиты, барьеры и т. д.);
- предохранительные – блокировочные устройства (механические, электрические, электронные, пневматические, гидравлические и т. д.);
- тормозные устройства (рабочие, стояночные, экстренного торможения);

– сигнальные устройства (звуковые, световые), которые могут встраиваться в оборудование или быть составными элементами.

## 7.2 Экологическая безопасность

Согласно санитарной классификации промышленных объектов (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03) объект относится к III Классу, чему соответствует санитарно-защитная зона равная 300 м.

На кустовой и индивидуальной площадке для эксплуатационных и разведочных скважин, при электрическом приводе основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются: котельная и передвижная электростанция. В состав отработанных газов, выбрасываемых в атмосферу, входят: окись углерода, окись азота, альдегиды, сажа. Предельно допустимые концентрации (ПДК) этих веществ в таблице (25).

Таблица 25 - ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Вещество	Величина ПДК (мг/м <sup>3</sup> )		Класс опасности
	Максимальная разовая	Среднесуточная	
Азота диоксид	0,085	0,04	2
Углерод оксид	5,0	3,0	4
Бутаналь	0,015	0,0075	3
Углерод	0,15	0,05	3

В 5 пункте «ГОСТ 17.1.3.06-82» указано: «При проведении геологоразведочных работ, эксплуатации месторождений полезных ископаемых, разрабатываемых открытыми горными выработками, и других работах, при которых вскрываются водоносные горизонты, необходимо принять меры по предотвращению загрязнения и истощения подземных вод.»

Также в пункте 15 «ГОСТ 17.1.3.13-86»: «Не допускается загрязнение поверхностных вод при проведении строительных и взрывных работ, при добыче

полезных ископаемых, прокладке кабелей, трубопроводов и других коммуникаций, сельскохозяйственных и других видах работ в водных объектах или прибрежных водоохраных зонах.»

С целью уменьшения отрицательного воздействия буровых работ на окружающую природную среду компоновочные и технологические решения при размещении оборудования должны отвечать следующим требованиям:

- система сборов отходов бурения осуществляется совместным накоплением бурового шлама, отработанного бурового раствора в одном накопителе;

- конструктивное исполнение емкостей, коммуникаций циркуляционной системы, шламовых и буровых насосов, трубопроводов водо(паро)снабжения и другого технологического оборудования должно предотвращать утечки, переливы и проливы технологических жидкостей, воды и масел;

- теплофикация блоков с технологическим оборудованием должна обеспечивать положительные температуры на уровне пола блоков, а конструктивное исполнение пола предусматривает наличие поддонов, желобов, обеспечивающих сбор и отвод проливов жидкостей, образующихся при ремонте оборудования;

- промывочная жидкость, стекающая с труб во время подъема инструмента, отводится через подроторную воронку в систему циркуляции;

- поверхностный обмыв оборудования буровой установки производится с обеспечением отвода сточных вод в накопитель отходов бурения за счет организованного уклона поверхности насыпного основания, находящейся под блоками буровой установки.

### **7.3 Безопасность при чрезвычайных ситуациях**

Некоторые из возможных чрезвычайных ситуаций на месте выполнения буровых работ:

- сильный дождь, затопление;

- удар молнии;
- взрыв на буровой;
- пожар.

Защита технологического оборудования и электроустановок от атмосферных перенапряжений осуществляется буровой вышкой (стержневой молниеотвод высотой до 53 м). При размещении буровой, на ровной площадке, практически все сооружения, имеющие высоту не более 7 м и расположенные в радиусе до 40 м от устья скважин, защищены буровой вышкой от прямого попадания молний.

Причины взрывов и пожаров могут быть различны:

- пропуски дизельного топлива, разливы горючих веществ;
- нарушение герметичности выхлопных коллекторов двигателей, неисправность искрогасителей;
- применение открытого огня, курение, проведение сварочных работ близи горюче-смазочных материалов, сгораемых конструкций и горючих веществ;
- неисправности электрооборудования, вызывающие искрение, короткое замыкание, нагрев проводов;
- прокладка силовой осветительной сети с нарушениями;
- перегрузка электрических приборов, оборудования.

Во избежание возникновения взрывов и пожаров необходимо выполнять следующие требования:

- территория вокруг буровой в радиусе 50 м должна быть очищена от травы, валежника, листьев;
- площадки вокруг наземных сооружений должны быть выровнены и не иметь препятствий для передвижения людей и пожарного транспорта;
- топливная емкость для двигателей внутреннего сгорания, а также смазочные материалы должны располагаться не ближе 15 м от буровой;
- запрещается пользоваться на буровой факелами, спичками, свечами, керосиновыми факелами. На территории буровой запрещается разведение

костров, сжигание мусора, выжигание травы. Курение разрешается только в специально отведенных для этого местах, оборудованных емкостью с водой и надписью: "Место для курения";

- электрические машины, оборудование, приборы, применяемые во взрывоопасных местах, должны отвечать требованиям "Правил изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования;

- во избежание разрушений, загораний и взрывов при прямых ударах молнии должна устанавливаться молниезащита.

Согласно «ГОСТ Р 22.3.03-94», Аварийно-спасательные и другие неотложные работы в зонах ЧС следует проводить с целью срочного оказания помощи пострадавшим, которые подверглись непосредственному или косвенному воздействию разрушительных и вредоносных сил природы, техногенных аварий и катастроф, а также для ограничения масштабов, локализации или ликвидации возникших при этом ЧС. Комплексом аварийно-спасательных работ необходимо обеспечить поиск и удаление людей за пределы зон действия опасных и вредных для их жизни и здоровья факторов, оказание неотложной медицинской помощи пострадавшим и их эвакуацию в лечебные учреждения, создание для спасенных необходимых условий физиологически нормального существования человеческого организма.

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

В соответствии со статьей 10 Федерального закона "Об основах охраны труда в Российской Федерации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 1999, N 29, ст. 3702) Правительство Российской Федерации постановляет: Утвердить прилагаемый перечень тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин. Работы, выполняемые по общим профессиям горных и горнокапитальных работ: 59. Машинист буровой установки.

На должность бурильщика назначается лицо, имеющее начальное профессиональное образование и специальную подготовку по установленной программе. Бурильщик должен знать:

- приемы и способы бурильных работ;
- назначение и устройство инструментов, приспособлений, машин, механизмов и оборудования, используемых при ведении бурильных работ;
- правила и нормы охраны труда, техники безопасности и производственной санитарии;
- приемы и методы оказания первой доврачебной медицинской помощи.

В зависимости от источников опасности для работающего персонала проектируется ряд мероприятий по улучшению условий труда.

При перемещении тяжестей на территории буровой необходимо пользоваться средствами механизации - подъёмными устройствами (поворотный кран, вспомогательная лебедка, тельфер). Все подъёмные устройства должны проверяться на нагрузку, превышающую максимальную на 10-15%. Технологические процессы по приготовлению, химической обработке и использованию промывочной жидкости должны полностью исключать её разливы и выделение вредных испарений и газов. Для этой цели следует применять закрытые системы приготовления и очистки бурового раствора, а в случаях разливов - ликвидировать их сразу после возникновения.

Для предупреждения несчастных случаев при использовании электроприборов необходимо:

- обеспечить защищенность токоведущих частей оборудования;
- допускать к работе лиц, получивших необходимую квалификацию;
- использовать защитные заземления.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стоимостная оценка запасов и прогнозных ресурсов месторождений полезных ископаемых и участков недр является одним из важных критериев экономического обоснования, необходимого при решении широкого круга вопросов в сфере недропользования для всех участников этого процесса (государства, инвесторов, кредиторов).

Основной целью данной работы являлся подсчет прогнозных ресурсов на Бакчарском железорудном узле в Томской области. Для ее решения были выполнены следующие задачи: изучены геологические характеристики района, геологическое строение участка, показаны условия формирования руд; построена каркасная геолого-математическая модель рудного узла при помощи программного продукта MicroMine; произведен подсчет прогнозных ресурсов рудного узла, рассмотрена возможность извлечения попутных полезных ископаемых.

На основании изученных геолого-геохимических особенностей рудного узла, была дана комплексная оценка формирования и локализации железа, редкоземельной минерализации. Построена геолого-математическая модель рудного узла. Оценены ресурсы по категории  $P_1$  железа на площадь 530 км<sup>2</sup>.

В работе была применена методика расчета товарной стоимости прогнозных ресурсов и запасов твердых полезных ископаемых И.Л. Нежеского.

По результатам расчета потенциальная стоимость железной руды по категории  $P_2$  составила 423,67 млрд. рублей, а по категории  $P_1$  - 427,72 млрд. рублей, и в сумме - 851,39 млрд. рублей.

В будущем планируется привлечение инвесторов для более детальной доразведки и добычи железной руды на Бакчарском рудного узла. Это позволит создать новые рабочие места, благоустроить район. Что в свою очередь повысит социальный и экономической уровень не только Бакчарского района и Томской области, но и всей России в целом, так как Бакчарский рудный узел является крупнейшим в мире.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Асочакова Е.М. Минералого-геохимические особенности железнакопления в мел-палеогеновых толщах Западной Сибири на примере Бакчарского месторождения: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук: спец. 25.00.05/ Национальный исследовательский Томский государственный университет (ТГУ); науч. рук. С. И. Коноваленко. — Томск: 2013. — 98 с
2. Бабин А.А. Предварительные данные по минералогии, химическому составу и обогатимости железных руд Колпашевского района / А.А. Бабин, Д.Г. Герасимова, А.Н. Кассир // Вестник ЗСГУ. - №1. -1957. – С. 49-57
3. Белоус Н.Х. К вопросу об условиях формирования железных руд при осадконакоплении / Горно-геологический институт: Труды. АН СССР. Зап.-Сиб. филиал. -Вып. 12. – 1952. – С. 69-82
4. Геолого-гидрологическое строение и полезные ископаемые листа О-44-XXIX. Окончательный отчет Бакчарской геолого-съемочной партии по работам за 1962-1964 гг./ ТГРЭ, рук. А.А. Бабин. Томск, 1964. – 312 с. Инв.№ 813
5. Западно-Сибирский железорудный бассейн / Н.Х. Белоус, Ю.П. Казанский, В.В. Вдовин и др.; Гл. ред. Ф.Н. Шахов. Новосибирск: РИО СО РАН СССР, 1964. – 447 с.
6. Карепина М.В., Литолого-фациальные особенности Бакчарского узла на основе интерпретации геофизических данных // Проблемы геологии и освоения недр труды XVII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых: в 2 т.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР); Общество инженеров-нефтяников, Студенческий чаптер; под ред. А. Ю. Дмитриева. - 2013 . - Т. 1 . - С. 188-190
7. Кенесбаев Б.К., Гришин А.Е., Домаренко В.А. Особенности геологического строения и подсчет прогнозных ресурсов Бакчарского

железородного узла (Томская область) // Новое в познании процессов рудообразования, М. ИГЕМ РАН, - 2016.

8. Кондаков А.Н. Некоторые фациальные и геохимические особенности формирования железорудной толщи Бакчарского месторождения // Известия ТПИ. – 177. – 1971. - С. 45-51

9. Легенда Обской подсерии Западно-Сибирской серии листов государственной геологической карты Российской Федерации. Масштаб 1:200000. / Под ред. А.Е. Бабушкина. - Томск, 2000. – 62 с. – Инв.№ 975

10. Материалы к изучению Западно-Сибирского железорудного бассейна. Окончательный отчет Томской опробовательской партии за 1957-1958 гг. / Томская комплексная экспедиция, рук. А.П. Бердников, Е.Я. Горюхин. - Томск, 1959. – Инв.№ 545

11. Материалы к изучению редких и рассеянных элементов на месторождениях бурых углей, железных руд и других полезных ископаемых в Томской области. Отчет о работах Томской ревизионной опробовательской партии и Нарымской партии по сокращению и ликвидации керна в 1960-1961 гг./ ТГРЭ, рук. Е.Я. Горюхин. - Томск, 1962. – Инв. № 744

12. Нагорский М.П. Закономерности размещения мезозойско-кайнозойских рудных формаций на юго-востоке Западной Сибири: автореф. дис. ...на соиск степ д-ра г-м наук /М.П. Нагорский. - Томск, 1971. – 41 с.

13. Нагорский М.П. Западно-Сибирский железорудный бассейн// Советская геология. – 1958. - №9. – С. 13-29

14. Неженский И.Л. О расчете товарной стоимости прогнозных ресурсов и запасов твердых полезных ископаемых/Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, ВСЕГЕИ – 2003, №3, с 54-57

15. Николаева И.В. Бакчарское месторождение оолитовых железных руд/ И.В. Николаева. - Новосибирск: Наука СО АН СССР, 1967, - 129 с.

16. Отчет Бакчарской партии о результатах поисковых работ в юго-восточной части Западно-Сибирского железорудного бассейна за 1957-1958 гг. / ТГРЭ, рук. А.А. Бабин, А.С. Донченко. - Томск, 1959. – Инв.№ 544

17. Павлов Д.И. Зоны катагенной разгрузки подземных вод нефтегазоносных бассейнов и осадочный рудогенез / Д.И. Павлов, А.А. Карцев// Геология рудных месторождений. 1995. Т. 37. № 2. С. 122-131
18. Паровинчак М.С. Оценка Бакcharского железорудного проявления для отработки методом СГД, Томск- 2009. Т. 12. №1
19. Рудмин М.А. Седиментационная модель и типы руд Бакcharского железорудного проявления (Томская область): автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук: спец. 25.00.11/ Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); науч. рук. А. К. Мазуров. — Томск: 2015. — 23 с
20. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»
21. ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»
22. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
23. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»
24. Р 2.2.2006-05 «Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»
25. ГОСТ 12.1.030-81 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.»
26. ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»
27. ГН 2.1.6.1338-03. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»

28. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция»

29. ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»

30. ГОСТ 17.1.3.06-82 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод»

31. ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения

32. ГОСТ Р 22.3.03-94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения. Основные положения»

33. ПОСТАНОВЛЕНИЕ от 25 февраля 2000 г. N 162 Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин

## Приложение А

### Material composition and technological properties of ores

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Кенесбаев Бахтияр Кайратович		

Консультант – лингвист кафедры ИЯПР :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Матвеевко Ирина Алексеевна	д.ф.н., доцент		

### 3. Material composition and technological properties of ores

#### 3.1 The main features of the ore body composition and structure

The classification of oolitic ores of the Bakchar ore occurrence is based on the features of ores mineral composition, textural and structural features. All ores are divided into two groups: loose and coherent [1]. Within the group, there are distinguished types by the mineral composition of cement:

##### 1. Oolitic loose ores:

- Hydrogoethite oolitic loose ores with hydrogoethite-argillaceous cement.

##### 2. Oolitic coherent ores:

- Hydrogoethite oolitic closely cemented ores with siderite cement;
- Hydrogoethite oolitic poorly cemented ores with chlorite-clay cement;
- Hydrogoethite oolitic ores with hydromicaceous cement;
- Hydrogoethite oolitic ores with siderite- chlorite cement.

#### *Oolitic loose ores*

Hydrogoethite oolitic loose ores (figure 3.1) with hydrogoethite-argillaceous cement externally (in the core) are black-brown shiny oolitic "sand" with an admixture of matte oolite-like rubbles of brown color and a blossom of ocher-brown pelitomorphic material on the surface of the debris [2].

The ores have a local distribution and they lie at the bottom of the Bakchchar horizon. Within the area, there are two discrete ore bodies B2 in the west Bakchar and B4 in the east close to the Polynyanka village. Below Table 3.1 shows some parameters of ore bodies.

Table 3.1 – Parameters of ore bodies

Ore body	Average thickness	Weighted average assay of Fe %	V	P	S
B2	10,5	34,58	0,15	0,46	0,11
B4	10,1	35,90	0,12	0,53	0,10



Figure 3.1 - Hydrogoethite oolitic loose ores

Ores have an uneven porous appearance. Oolites can fit tightly to each other, and the pores between them remain free, or they are immersed in the mass of brown, sometimes slightly greenish cement.

The color of oolites is dark brown to black with prevalence of black, the gloss predominantly metallic.

Ore is 70-80% consists of oolites and brown color oolite-like rubbles. In terms of admixtures there are gravelstone rubbles (2-3 mm) of hydrogoethite ore of early generations, quartz gravel of the same dimension, round and angular shape, rubbles of clay.

Ore gravel stone rubbles are presented by oolitic ore with hydrogoethite cement, argillaceous cement, and ore rubbles from a confluent hydrogoethite mass with a small terrigenous admixture of aleurite and psammite (5.8% of the total mass).

The sizes of ore oolites range from 0.25 to 0.8 mm, average is 0.4-0.5 mm. The shape is regular rounded, often oval. Oolites are of two types:

- Black shiny homogeneous or concentrically zoned oolites. In their nuclei, as a rule, clots of hydrogoethite are found, rarely in the cores there is quartz and a clay-hydrogoethite mixture.

- Slightly shiny dark-brown oolites consisting of a clay-hydrogoethite mixture. Clay material forms both individual concentrates in concentrically zoned oolites, and entirely oolites in slight intergrowth with hydrogoethite.

Hydrogoethite-argillaceous crusted-pore mixed type cement. The clay bond of cement represented by hydromica-montmorillonite mixed-layer. The cement covers the ore components with a thin blossom, or aggregates in form of brownish-gray or greenish clots; the latter contain chlorite. There is a siderite in small quantities, it has a crystalline structure, and its grain size is 0.01-0.03 mm.

Approximate ratio of mineral components: hydrogoethite is 55-60%, siderite is 1-5%, quartz is 10-15%, clay minerals is 15-20%.

### *Oolitic coherent ores*

Hydrogoethite oolitic closely cement ores with siderite cement (figure 3.2) building up the upper part of the Bakchar horizon [2].



Figure 3.2 - Hydrogoethite oolitic closely cement ores with siderite cement

The ore is from brown to black, very dense, closely cemented, with massive texture and oolitic structure. The admixture of the terrigenous material is essentially psammitic, gravelly rubbles are presented rarely.

The ores are locally distributed and lie at the upper part of the Bakchchar horizon. Within the area, there are two discrete ore bodies B1 in the west Bakchar and B3 in the east close to the Polynyanka village. Below in the table 3.2 some parameters of ore bodies are given.



Table 3.2 – Parameters of ore bodies

Ore body	Average thickness	Weighted average assay of Fe %	V	P	S
B2	4,3	38,52	0,14	0,48	0,14
B4	5,0	35,50	0,12	0,46	0,10

The assay of oolites in the ore is 30-35% and the structure is equidistant. The oolites have sizes from 0.16 to 0.6 mm, the average is 0.35-0.5 mm, rarely the size could be 0.8-1.5 mm. Oolites are brown in color, with matte shine. In less amount there are brownish-brown shiny oolites. The consistence of oolites is hydrogoethite, clay-hydrogoethite. The shape is rounded, often oval. The structure is mainly concentrically zoned, in cores there are: grains of quartz (0.1-0.3 mm), clots of pelitomorph hydrogoethite (0.2-0.3 mm), clayey lensoid formations. Concentrates consist of thinly stratified layers of hydrogoethite and clay- hydrogoethite compositions. Oolites are brownish-brown, consisting of collomorphic, pelitomorph structure hydrogoethite solid aggregate.

There are 5-10% oolite-like rubbles, with the size of 0.6-0.8 mm, mostly hydrogoethite, less often clayed composition. The form of rubble is oval with flat boundaries. Clayed rubbles are permeated with leads of hydrogoethite.

The terrigenous admixture is presented by angular-rounded rubbles of quartz to 5%, potassium feldspar - less than 1%, single rubbles of aposandstone, acid effusives.

Gravelly rubbles have a size about 3-5 mm, in their composition ore rubbles predominate: oolite hydrogoethite ores with hydrogoethite cement, hydrogoethite ores with admixture of terrigenous silty material. Rare rubbles of quartz gravel compose less than 1%.

The cement of ore is siderite, basal type with fine clots of iron-chlorite ore. The latter also forms films up to 0.06-0.08 mm thick around the oolites and oolite-like rubbles (figure 3.3). Siderite in cement is well crystallized fine-graded structure, the grain size is 0.15-0.25 mm. Grains are with clearly delineated boundaries and isometric-elongated shape.

Approximate ratio of mineral components: hydrogoethite - 30-35%, siderite - 30-35%, clay minerals - 25-30%, quartz - 5-10%.

Hydrogoethite oolitic poorly cemented ores with chlorite-clay cement are widespread in the Kolpashev horizon. This type of ore is characteristic for the upper ore body K1. This ore body is widespread over the entire area except the northwestern margin of the license area. The parameters of ore bodies are given below in table 3.3.

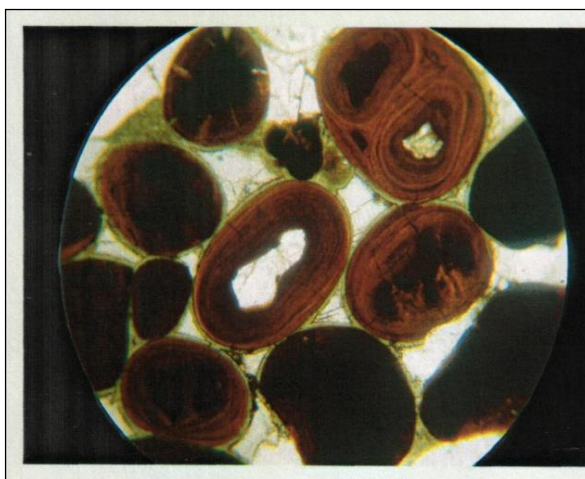


Figure 3.3 - Hydrogoethite oolites with concentric zonal structure

Table 3.3 – Parameters of ore bodies

Ore body	Average thickness	Weighted average assay of Fe %	V	P	S
K1	7,2	30,39	0,16	0,41	0,12

The ores are of greyish-green, bluish-green or brownish-gray color of cement, in which black or dark brown shiny oolites and small ore or quartz debris are erratically distributed. The color of cement is due to its mineralogical composition: iron-chlorite ore, fresh or oxidized, and an admixture of clay minerals are present, among which hydromica is constantly present with a subordinate amount of arcilla. In the cement ocherous spots of iron hydroxides are found in chlorite-clay clots, as well as along cracks in ores. The texture of the ores is massive, impregnated. Sometimes noted horizontal intercalation with a thickness of 5-7 mm of light greenish-gray clays with

individual ore oolites. Also thin intercalation of loose oolitic ores is noted with crusted infiltration chlorite cement.

The ores are composed of hydrogoethite and rare hydrogoethite-chlorite concentrically zoned oolites, rubbles of oolites, beans, rubbles of ores of early generations, quartz sandstones, single grains of quartz being up to 1 cm across.

The absence of siderite causes a small hardness of such ores. Bucked ores are quite soft and relatively easy to knead.

Hydrogoethite oolitic ores with hydromicaceous cement (figure 3.4) are typical for the Kolpashev ore body K2. It has complex areal extent, absent in the northwestern part of the allotment and around the area of well No. 113, forming a "window" in the ore body. In the east it merges into confluent lentil with the ore body K1. The parameters of ore bodies are given below in table 3.4.

Ore are of brownish-brown color, poorly cemented. It has homoeoblastic texture and oolitic structure.

Table 3.4 – Parameters of ore bodies

Ore body	Average thickness	Weighted average assay of Fe %	V	P	S
K2	5,1	33,55	0,17	0,51	0,15



Figure 3.4 - Hydrogoethite oolitic ores with hydromicaceous cement

Oolites are slightly shiny and shiny, with color from brownish-brown to black. The cement is dark gray-color with a brown tinge.

The assay of oolites and oolite-like rubbles is 40-45%, they have size 0.3-0.8 mm. The shape is oval, rarely rounded. Oolites and rubbles consist of confluent hydrogoethite cryptocrystalline aggregate. Sometimes in oolites concentric-zonal structure with dark-brown clots of hydrogoethite cores and lighter external concentrates is found. In some cases in the cores, there are grains of quartz and clay. Clayey rubbles of brownish-green color are present in ores in the insignificant quantity of up to 5%, their size is 0.2-0.3 mm. They are of oval shape, their borders are indistinct, often wavy. The rubbles stand out against the cement and resemble clots, often broken by cracks painted with iron hydroxides.

Rare rubbles of gravelites (1-2%) of flattened oval shape, 2-3 mm in size, are presented by oolitic ores with hydrogoethite cement, ferruginous silty sandstones. Large rubble is found in siderite rock.

Ore cement is pore-basal, compositionally hydromica crypto-scaly, brownish-green in color. Sections of cement are characterized by a sectorial structure due to the development of radially located dehydration cracks.

Clay minerals are presented by mixed-layer formations of hydromica-montmorillonite type.

The ratio of main mineral components are as follows: hydrogoethite - 45-50%, siderite – 5-10%, clay minerals - 25-30%, quartz – 10-15%.

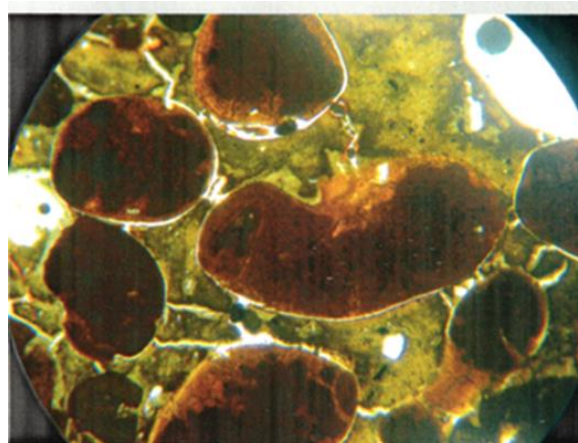


Figure 3.5 - Oolites and oolite-like rubbles of hydrogoethite composition in basal hydromica-chlorite cement

Hydrogoethite oolitic ores with siderite-chlorite cement (figure 3.6) is the main type for the Narym horizon. Ore bodies have a complex local extension. In the west of the allotment there is N1 horizon, and in the east with a complex form horizon N2 stretched along the northern boundary of the license block. The parameters of ore bodies are given below in table 3.5.



Figure 3.6 - Hydrogoethite oolitic ores with siderite-chlorite cement

Table 3.5 – Parameters of ore bodies

Ore body	Average thickness	Weighted average assay of Fe %	V	P	S
N2	3,9	29,54	0,14	0,39	0,16
N4	4,4	30,36	0,14	0,49	0,11

The ores are dark brown to black, closely cemented with the clotted texture and oolitic structure. Oolites are slightly shiny, brown in color, intermittently distributed in cement. The cement is dense, pelitomorphic, dark greenish-gray to black with brown tinge.

The assay of oolites is 40-45%, they are 0.16-0.5 mm in size, average size is 0.3-0.4 mm. The form is rounded, oval with flat boundaries. The composition of oolites is clay-hydrogoethite concentric-zonal, in the central part, as a rule, there are clots of collomorphic hydrogoethite of 0.15-0.25 mm in size, rarely clay concretions, rubbles of quartz and sandstones.

Single clay rubbles of green color are of 0.5-0.7 mm in size, broken by cracks of desiccation.

The terrigenous admixture is sandy, not more than 3-5%, presented by rounded grains of quartz 0.15-0.35 mm in size, rarely by potassium feldspar.

Rare gravelite rubbles are of 2-3 mm in size presented by oolitic ores, carstone, quartz.

The cement of the ores is basal, intermittently clotted, presented by an aggregate of micro squamous iron-chlorite ore with an admixture of hydromuscovite. In the cement mass, intermittently microgranular precipitates of siderite are distributed, forming stiff impregnations or densely intergrown aggregates (figure 3.7). The grain size is 0.01-0.02 mm.

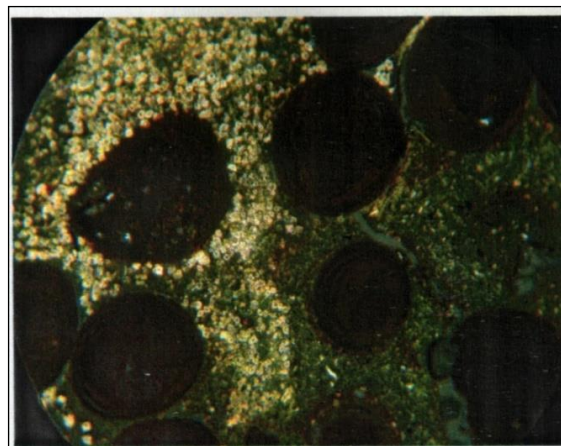


Figure 3.7 - Hydrogoethite oolitic ores with siderite- chlorite cement

Clay minerals in ores are presented by iron-chlorite ore, hydro-muscovite.

Ratio of main mineral components: hydrogoethite - 45-50%, siderite – 5%, clay minerals - 25-30%, quartz – 15-20%.

### 3.2 Chemical composition of ores

The chemical composition of ores of the Bakchar ore generally depends on the quantitative ratio of ore and non-metallic minerals, the composition of ore minerals and cement. The iron assay in ores is greater if they contain less terrigenous material and

clay cement. The content of phosphorus and vanadium is in direct relation to the amount of iron.

The coherent ores of the Bakchar horizon are the ore bodies B1 and B3 have the highest iron content: 37.01% (maximum - 44.15%) - in loose ores of ore bodies B2, B4: 35.24% (maximum - 45.45%). The distribution of iron in the horizontal direction is persistent over large areas. The ores of evaluation allotment are the mostly rich in iron (39.07-73.67% cemented ores, 32.5-38.73% loose ores). The main amount of iron in the ore is present in the oxide form and associated with goethite and hydrogoethite of oolites and cement. A title of iron is oxide, which is associated with siderite and chlorite cement.

The most of the silica is in free state in the quartz form, while the smaller part is in the form of silicates (feldspar, leptochlorite, hydromuscovite, etc.). The content of silica in rich ores is 14-17%, in lean ores it increases to 25-30%, in poor (with an iron content less than 20%) - reaches 50%. In oolites, the amount of silica varies between 12 and 14%.

Let us consider the chemical composition of the Bakchar horizon ore bodies B1, B3 with cemented ores (on the example of ordinary samples of chemical and silicate analyzes). They are characterized by relatively high content of bivalent iron (4.37-26.90%) and loss on ignition (9.02-20.90%). Their increased amount is found in ores with siderite cement. The CaO (0.34-1.41%) and MgO (0.51-1.49%) content remains almost constant and insignificant, since in these ores there are almost pure siderites. Typically, low assay of alumina (2.50-9.65%), lower than in other ores, may occur because the amount of clay material and chlorite in them is insignificant. The vanadium content is low, 0.14% on average.

The chemical composition of the Bakchar horizon loose ores is determined by its mineralogical features: high concentrations of hydrogoethite oolites (up to 60.2% of the ore volume) and relatively low amounts of psammitic (18.5%) and aleuritic material (20.6%).

The ratio of iron and silica here, as in the Narym and Kolpashev horizons, is in the inverse correlation dependence (figure 3.8). The content of vanadium and



phosphorus is in direct relation to the iron content (figure 3.9). Both these elements are likely to be isomorphically included in hydrogoethite oolites. According to the chemical analysis, the sulfur content is insignificant and about 0.10-0.45%. The content of other harmful adulteration- arsenic, lead, zinc, copper, amounts to hundredths and thousandths of a percent (spectral analyzes of ordinary samples).

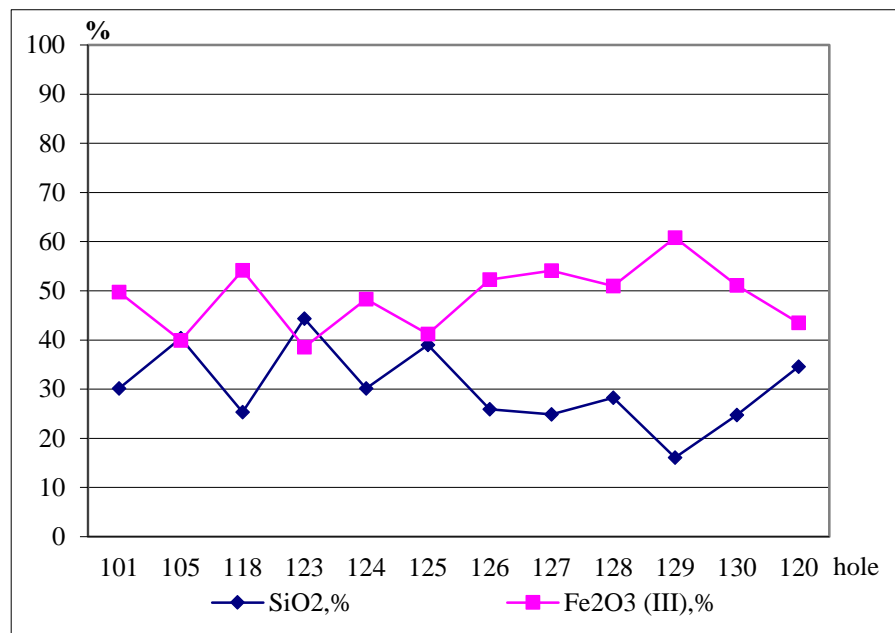


Figure 3.8 – The correlation dependence of the ratio of iron and silica in the loose ores of the Narym and Kolpashev horizons

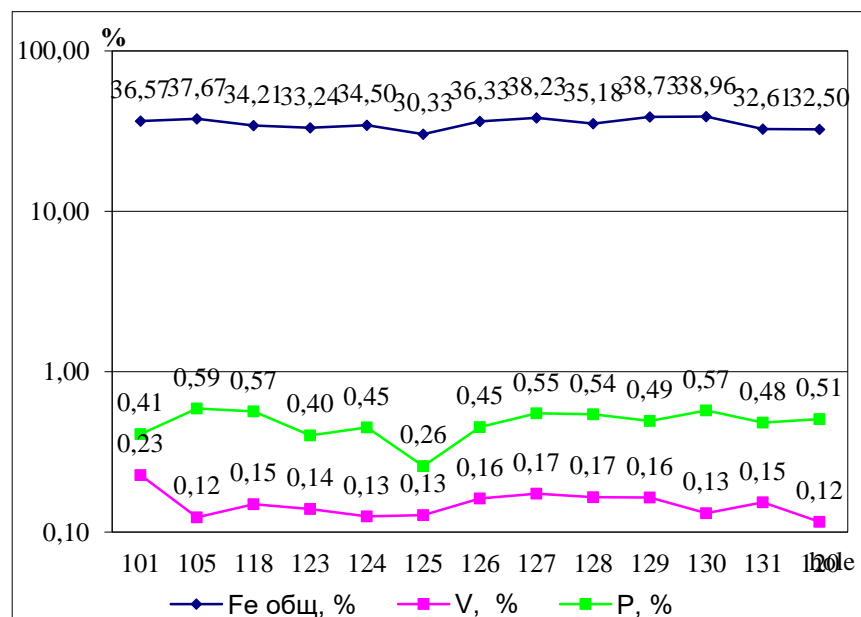


Figure 3.9 – The dependence of contents of vanadium and phosphorus on the iron content in loose ores of the Bakchar horizon



According to the content of alumina and the sum of the bases, the Bakchar horizon loose ores are acidic, the basicity ratio is 0.035-0.065. The content of fluxing oxides does not exceed 2.5%; among them CaO accounts for 0.4-0.6%; for MgO – 0.95-1.5%.

Thus, the information about the chemical composition of the core samples over the intervals shows that the iron content in all horizons is 20-40%, it is much less than necessary for direct blast-furnace smelting of ore, the non-ore adulteration in ore is predominantly acidic, i.e. consists almost entirely of silica.

The sulfur and arsenic content in the ores does not exceed the allowable levels. Phosphorus is contained more than the conditions provides. The ores almost do not contain copper, zinc, lead, nickel and chromium, cobalt, titanium. The commercial adulteration there is vanadium, the content of which is significant for iron ores.

The iron content in the Kolpashev horizon ores in ore bodies K1, and K2 is lower than in the Bakchar horizon, but higher than it is in the Narym horizon. The chemical composition of ores from ordinary samples is given in the tables (silicate and chemical analysis).

The silica content varies from 18.24 to 55.02%, due to the uneven content of chlorite-clay substance and sandy-aleuritic admixture, the increase of which leads to a decrease in the iron content in ores from 40.22 to 18.83% .The high iron content in the horizon tends toward the eastern part of the allotment (figure 3.10).

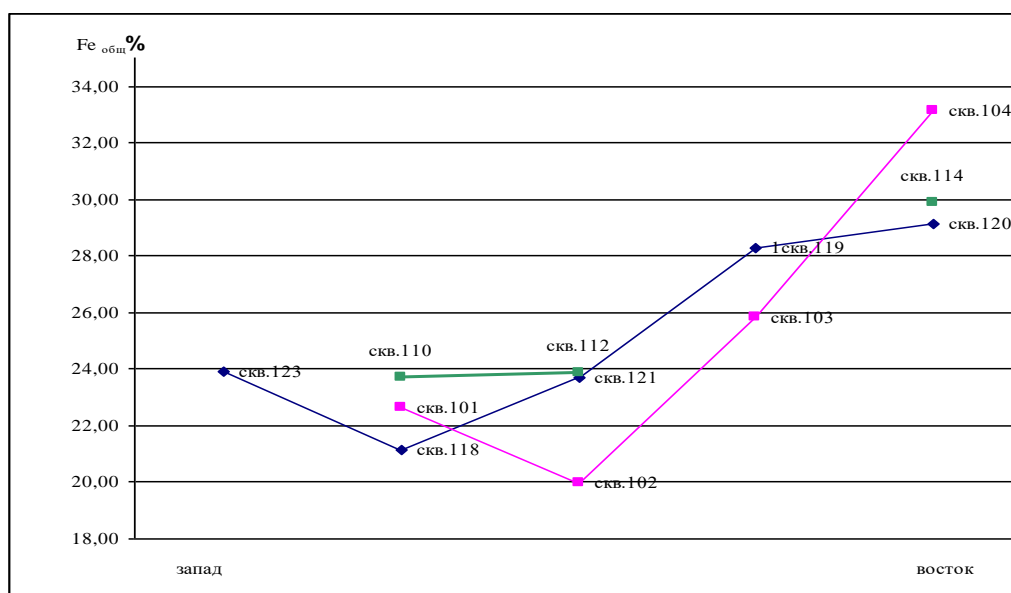


Figure 3.10 – The changes in iron content in the Kolpashev horizon ores from west to east of the allotment

The bulk of oxides of alkali and alkaline-earth metals is associated with the presence of hydromicas. The phosphorus content varies from 0.20 to 1.53% with an average content of 0.32%; sulfur - from 0.10 to 0.62% (average - 0.17%). The vanadium is present in single samples up to 2.09% with an average content of 0.15%.

The chemical composition of the Narym horizon ores (ore bodies N1 and N2) from group and private core samples is found in silicate, chemical analysis of ordinary samples.

As it follows from the presented data, the iron content in the Narym horizon ores averages 24.89% and varies from 21.3 to 40.6%. The average content of ferric oxide is 32.88%, ferrous - 8.57%. There is a decrease in the iron content in the horizon ores from west to east.

The Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content in the Narym horizon ores is inversely correlated with the SiO<sub>2</sub> content, which mostly exists in ores in a free state in the form of terrigenous quartz (figure 3.11).

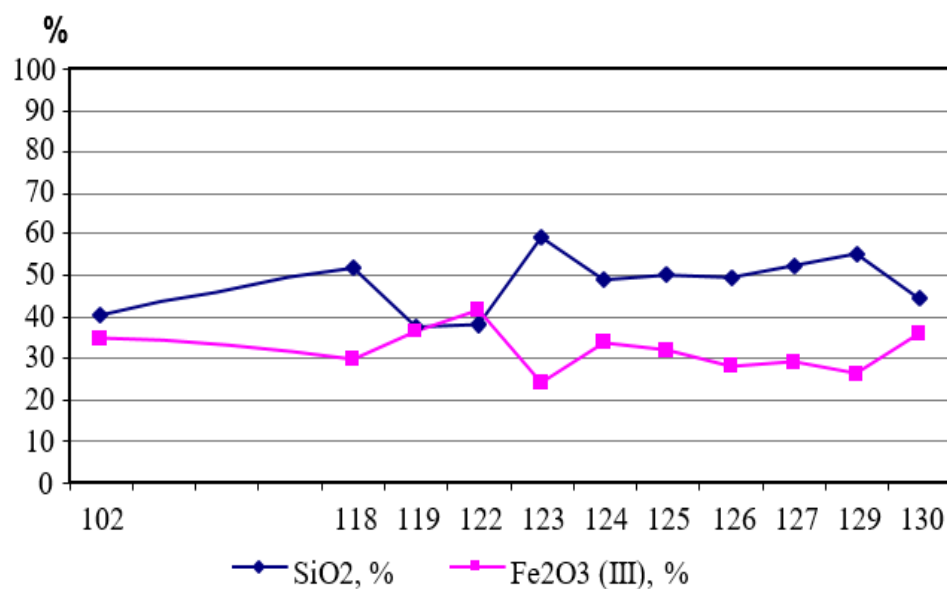


Figure 3.11 – The correlation dependence of the iron and silica contents in the Narym horizon ores

In direct relation to iron, there is phosphorus and vanadium: the more iron, the higher content of phosphorus and vanadium is (figure 3.12). The vanadium content varies from 0.1 to 0.24%, phosphorus - from 0.30 to 1.28%. The sulfur content does not exceed the permissible limits and is about 0.17%.

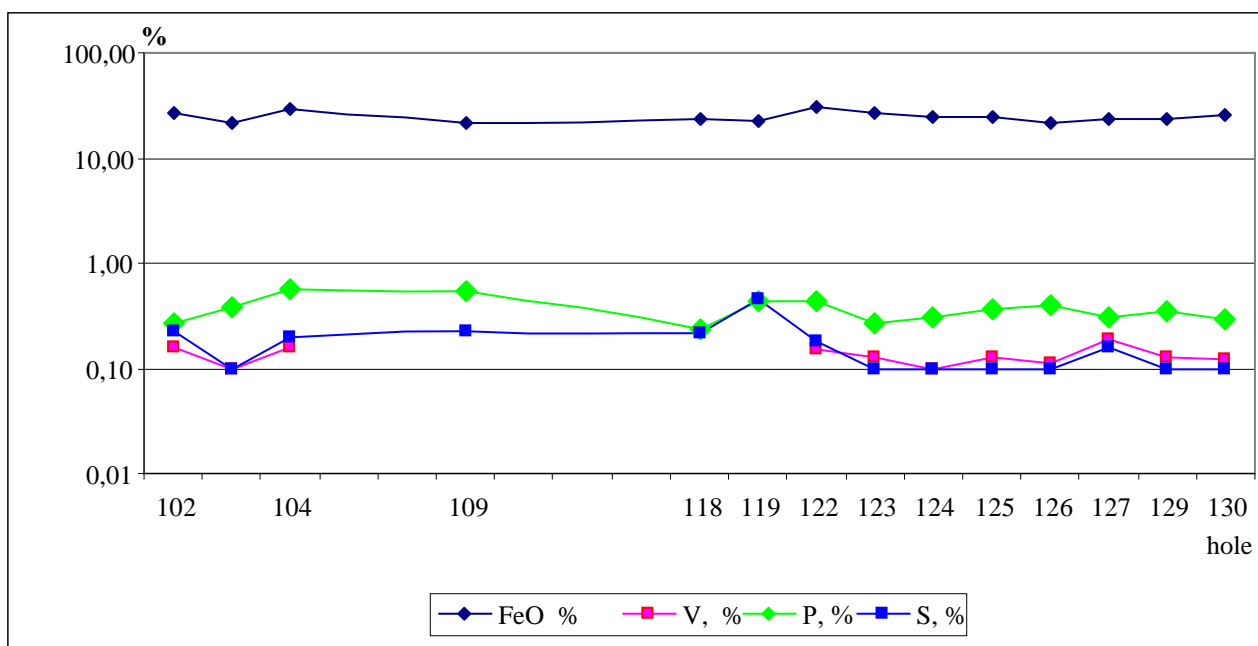


Figure 3.12 – The dependence of vanadium, phosphorus and sulfur contents on the iron content in the Narym horizon ores

## References

1. Parovinchak M.S. Assessment of the Bakchar iron ore for development by the HMB method. 2009. T. 12. № 1. Pp. 31-168
2. West-Siberian iron ore basin. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, 1964. 448 p.