

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

---

Институт природных ресурсов  
Направление подготовки Геология  
Кафедра геоэкологии и геохимии

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ РОССЫПИ РУЧЬЯ БЕРЕНДЕЙ КАК ИНДИКАТОР КОРЕННОГО ИСТОЧНИКА И УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ОЙМЯКОНСКИЙ РАЙОН, РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ)).

УДК 553.411.068.5(571.56)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Серета Наталья Сергеевна		

Руководитель

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шарф И.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Е.Г.	д.г.-м.н.		

Томск – 2017 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ООП 05.04.01)**

**Геология**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Выпускник готов применять глубокие базовые и специальные естественнонаучные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач обеспечения минерально-сырьевой базы и рационального природопользования
P2	Выпускник способен выполнить подсчет запасов и оценку ресурсов, провести поиск и подбор максимально рентабельных технологий добычи, схем вскрытия руды на месторождениях. Способен, выполнять моделирование для оценки достоверности запасов и выбора кондиционных параметров, разработать ТЭО кондиций для участков выборочной детализации.
P3	Может организовать и провести сбор, анализ и обобщение фондовых геологических, геохимических, геофизических и других данных, разрабатывать прогнозно-поисковые модели различных геолого-промышленных типов месторождений, формулировать задачи геологических и разведочных работ
P4	Может совершенствовать существующие и разрабатывать новые методы и методики исследования вещества, проведения ГРР, технико-технологические решения, вести поиск новых технологий добычи и переработки руд. Может самостоятельно выполнять лабораторные и экспериментальные геолого-минералого-геохимические исследования с использованием современных компьютерных технологий.
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P5	Обладает высоким уровнем стремления показать высокие результаты, готовностью взять на себя дополнительную ответственность Проявляет оптимизм. Задумывается о том, что выходит за рамки ситуации и др.
P6	Способен отказаться от традиционных подходов, генерировать новые идеи и подходы. Способен найти новые возможности развития в неопределенных ситуациях и др.
P7	Способен отказаться от традиционных подходов, генерировать новые идеи и подходы. Способен найти новые возможности развития в неопределенных ситуациях и др.
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в геологоразведочной сфере.
P9	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

---

Институт природных ресурсов  
Направление подготовки Геология  
Кафедра геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой ГЭГХ  
\_\_\_\_\_ Язиков Е.Г.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

Магистерской диссертации
--------------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ5А	Середа Наталья Сергеевне

Тема работы:

Условия локализации и вещественный состав рудной минерализации россыпи ручья Берендей как индикатор коренного источника и условий формирования месторождения (Оймяконский район, Республика Саха (Якутия)).	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 09.03.2017 №1555/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1 июня 2017 г.
--	----------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объектом исследования являются золотоносная россыпь ручья Берендей (Оймяконский район, Республика Саха (Якутия)). Исходным материалом послужили шлихи россыпи ручья Берендей, литологические разрезы и отчет о геологоразведочных работах на месторождении россыпного золота руч. Берендей с притоками.
---------------------------------	---

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Краткая геологическая характеристика месторождения, вещественный состав продуктивных отложений, минералогический состав золотоносных отложений, морфометрическая характеристика, распределение золота по латерали и вертикали рудоносных отложений россыпи, изменение пробности золота по латерали и вертикали, изменение сопутствующей минерализации.
---	--

<b>Перечень графического материала</b>	1.Обзорная карта Оймяконского района Республики Саха (Якутия); 2.Географо-экономическая карта Верхне-Индибирского золотоносного района и сопредельной территории; 3.Топографическая карта масштаб 1:200 000; 4.Схематическая геологическая карта района россыпи ручья Берендей; 5.Карта полезных ископаемых и закономерности их размещения 1:200 000; 6.Продольный разрез россыпи ручья Берендей;
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	доцент кафедры ЭПР, к.э.н. И.В. Шарф
Социальная ответственность	ассистент кафедры ЭБЖ, О.С. Кырмакова

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

Типоморфные особенности самородного золота россыпи ручья Берендей

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	1.02.2017
---	-----------

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Серета Наталья Сергеевна		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ЛМ5А	Середа Наталья Сергеевне

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет стоимости полевых, лабораторных и камеральных работ при изучении вещественного состава золотоносных песков россыпи ручья Берендей.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- СН-92, Вып.1, Вып.7 - Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы - СНОР-93, Вып.1 - СБЦ -99
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налоговый кодекс РФ, Ф3-213 от 24.07.2009 в редакции от 09.03.2016г. № 55-ФЗ

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

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	1. Расчет затраты времени, труда, материалов, оборудования при проведении полевых и камеральных работ и лабораторных исследований. 2. Расчет затрат на оплату труда основных исполнителей работ.
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление плана проведения полевых и лабораторных работ

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Структура сметной стоимости на отбор шлиховых проб с россыпи ручья Берендей
--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	28.04.2017
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Шарф И.В.	К.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ЛМ5А	Середа Н.С.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ЛМ5А	Середа Наталья Сергеевне

<b>Институт</b>	<b>ИПР</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ГЭГХ</b>
Уровень образования	магистратура	Направление	Геология

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

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Построение геолого-математической модели пространственного распределения золота на персональном компьютере. Компьютерный кабинет в 20 корпусе Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск.
--	---

**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> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонение параметров микроклимата в помещении;</li> <li>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>3. Степень нервно-эмоционального напряжения монотонный режим работы.</li> <li>4. Производственный шум;</li> <li>5. Электромагнитное излучение.</li> </ol> <p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрический ток;</li> <li>2. Пожарная опасность.</li> </ol>
<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>	<p>Правила утилизации ПК</p>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <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</li> </ul>	<p>Существует ряд действий в случае возникновения пожара и мер по ликвидации его последствий. В помещении имеется огнетушитель и разработан план эвакуации.</p>

ЧС и мер по ликвидации её последствий.	
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> 4.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства 4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	-Обеспечение безопасности на рабочем месте; -Режим труда и отдыха при работе с ПК

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	13.04.2017
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Кырмакова О.С.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Середа Н.С.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 102 с., 20 рис., 13 табл., 60 источников, 1 прил.

Ключевые слова: Якутия, Оймяконский район, золотоносная россыпь, ручей Берендей, морфология золота, аллювий, шлиховые пробы, коренные породы, плотик.

Объектом исследования являются золотоносная россыпь ручья Берендей (Оймяконский район, Республика Саха (Якутия)).

Цель работы – изучение геологического строения россыпи ручья Берендей, вещественного состава продуктивных отложений, с морфологической характеристикой золота и возможного источника рудного вещества.

В процессе работы приведены данные по геологической изученности и геологическому строению района, условиям залегания продуктивных отложений золотоносной россыпи ручья Берендей. Изучен вещественный состав продуктивных отложений, морфологические особенности золота и сопутствующей минерализации, определён химизм золота.

На основе этих исследований определены условия формирования россыпи и локализации золота в продуктивных отложениях, диагностированы главные минералы песков, определены морфометрические характеристики золота, его пробность, пространственное распределение и сделаны выводы об источнике оруденения в россыпи.

Степень внедрения: полученные материалы могут быть использованы при составлении карт золотоносности района и проект на проведение разведочных и эксплуатационных работ.

Область применения: геологоразведочные и эксплуатационные работы.



## Оглавление

Реферат .....	8
Введение.....	11
1 Общие сведения о районе месторождения.....	13
1.1 Географо-экономическая характеристика района.....	13
1.2 Геологическая изученность района, история открытия и разведки месторождения .....	16
1.3 Геологическое строение района месторождения .....	19
1.3.1 Геолого-геоморфологическая характеристика района.....	19
1.3.2 Стратиграфия .....	21
1.3.3 Магматизм и гидротермальные проявления .....	25
1.3.4 Метаморфизм.....	27
1.3.5 Тектоника .....	27
1.3.6 Полезные ископаемые .....	28
1.3.7 Гидрогеология района.....	31
2 Геологическое строение месторождения .....	35
2.1 Геолого-геоморфологическая характеристика месторождения .....	35
2.2 Сведения по результатам предыдущих ГРП .....	38
2.3 Сведения по результатам разведочных работ 2012-14 гг.....	39
2.3.1 Характеристика торфов и песков месторождения.....	43
2.3.2 Геологическая характеристика плотика месторождения .....	45
3 Материалы и методы исследования.....	48
4 Вещественный состав продуктивных отложений золотоносной россыпи ручья Берендей .....	51
4.1 Минералогический анализ шлиха.....	51
4.2 Типоморфные особенности самородного золота россыпи .....	55
4.2.1 Гранулометрический состав самородного золота .....	56
4.2.2 Степень окатанности зерен самородного золота в россыпи.....	58

4.2.3	Морфологические особенности самородного золота.....	60
4.2.4	Особенности химического состава и пробыности самородного золота россыпи ручья Берендей .....	63
5	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	74
5.1	Расчет затрат времени, труда, материалов, оборудования.....	74
5.1.1	Полевые работы.....	74
5.1.2	Лабораторные исследования.....	78
6	Социальная ответственность при построении модели закономерности пространственного распределения золота и сопутствующей минерализации россыпи ручья Берендей (Оймяконский район, Республика Саха (Якутия)) .....	80
6.1	Производственная безопасность.....	81
6.1.1	Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения .....	82
6.1.2	Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.....	87
6.2	Экологическая безопасность.....	90
6.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	91
6.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	93
6.4.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	93
6.4.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	94
	Приложение А .....	103

## Введение

Самородное золото человечество знает и добывает на протяжении многих тысячелетий. Ценность золота определяется не столько промышленным значением, сколько использованием его для ювелирных изделий и главным образом в качестве основного валютного металла.

Для решения проблемы типоморфизма самородного золота и условий его образования, помимо определения содержаний самого золота, важную роль играют концентрации в самородном золоте элементов-примесей, позволяющие на самых ранних стадиях исследования территорий устанавливать разнотипную золотую минерализацию.

В данной работе будут упомянуты исследования, которые имеют непосредственное отношение к проблеме изучения золота при прогнозных, поисковых и оценочных работах, а также интерпретации типоморфного значения отдельных особенностей самородного золота.

Объектом исследований являются шлиховые пробы россыпи ручья Берендей

Цель работы: изучение геологического строения россыпи ручья Берендей, вещественного состава продуктивных отложений, с морфологической характеристикой золота и возможного источника рудного вещества.

Основные задачи исследования:

- определить закономерности формирования и локализации оруденения россыпи ручья Берендей;
- диагностировать главные минералы продуктивных отложений;
- изучить морфологические особенности золота по латерали и вертикали;

- установить закономерности изменения пробности золота по латерали и вертикали россыпи;
- изучить характер распределения сопутствующей минерализации по латерали и вертикали россыпи;
- выявить коренной источник, питающий золотоносную россыпь;

Спецификой настоящей работы является комплексность подхода. При исследовании вещественного состава продуктивных отложений, определялись типоморфные особенности самородного золота и сопутствующая минерализация.

Автор выражает глубокую признательность своему научному руководителю кандидату геолого-минералогических наук, доценту кафедры ГЭГХ Домаренко Виктору Алексеевичу., за всестороннюю помощь при выполнении работы.



Экономика Оймяконского района определяется добычей золота, которую ведут старательским (вахтовым) способом предприятия различных форм собственности. Снабжение района продовольствием, ГСМ, техническими материалами и оборудованием осуществляется за счет поставок из центральных областей России и зарубежных стран.

Электроснабжение Оймяконского района и предприятий производится по ЛЭП-110 кв от Аркагалинской ГРЭС Магаданэнерго, каменный уголь завозится с Аркагалинского карьера (320 км от пос. Усть-Нера).

Наземные пути сообщения представлены федеральной автомобильной дорогой М56 «Колыма», которая связывает Оймяконский район с ближайшими морскими (речными) портами, основными входными базами снабжения, - Усть-Нера – Магадан (1042 км) и Усть-Нера – Якутск (1040 км). Действует регулярное авиасообщение Якутск – Усть-Нера (самолеты типа Ан-24, расстояние 720 км).

Ведущая отрасль экономики Оймяконского района – добыча золота из россыпных и рудных месторождений (зарегистрировано свыше 50 предприятий различной формы собственности), а также эксплуатация золото-сурьмяных объектов с получением товарного флотоконцентрата сурьмы на Сарылахской обогатительной фабрике.

Экономическая освоенность района месторождения относительно слабая. Транспортные коммуникации и линии электропередач заканчиваются в бывших приисковых поселках Октябрьский (среднее течение р. Ольчан), Хатыннах (устье руч. Хатыннах), Юбилейный (устье руч. Большая Куобах-Бага) и др. (рис. 1.2).

Орографические особенности района определяются местоположением его на сочленении крупных горных сооружений – системы Черского, цепи Матюшкина и Яно-Оймяконского нагорья. Крупная Момо-Селенняхская депрессия делит систему Черского на две ветви: северо-восточную, известную как цепь Билибина, и юго-западную - цепь Обручева.

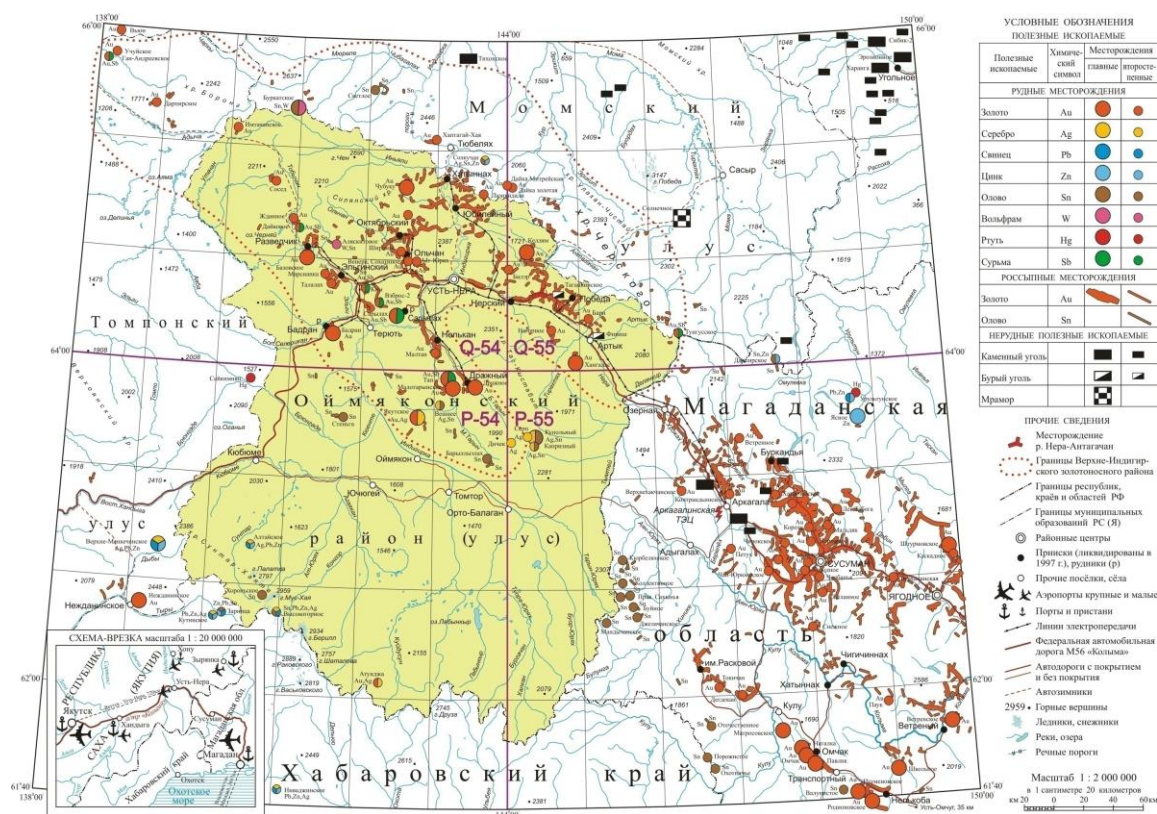


Рисунок 1.2 – Географо-экономическая карта Верхне-Индигирского золотоносного района и сопредельной территории [Вознесенский, 2012]

Цепь Обручева состоит из нескольких субпараллельных хребтов, разделенных межгорными долинами и впадинами. Отметки наиболее высоких водоразделов составляют 2300-2500 м, а наивысшей точки (гора Победа) 3147 м. Горы цепи Обручева глубоко расчленены густой сетью речных долин, к опущенным блокам приурочены межгорные впадины, дно которых лежит на отметках 800-1200 м.

Район месторождения расположен в северо-восточной части Яно-Оймяконского нагорья, представляющего собой типичное среднегорье с абсолютными отметками водоразделов 1000-1700 м и относительными превышениями 200-800 м. Водоразделы широкие, крутизна склонов 10–20°. Среднегорный рельеф сменяется низкогорьем с отметками 850-1000 м, дренируется речными долинами на глубину 100-400 м. Речные долины широкие, асимметричного профиля (рис.1.3).

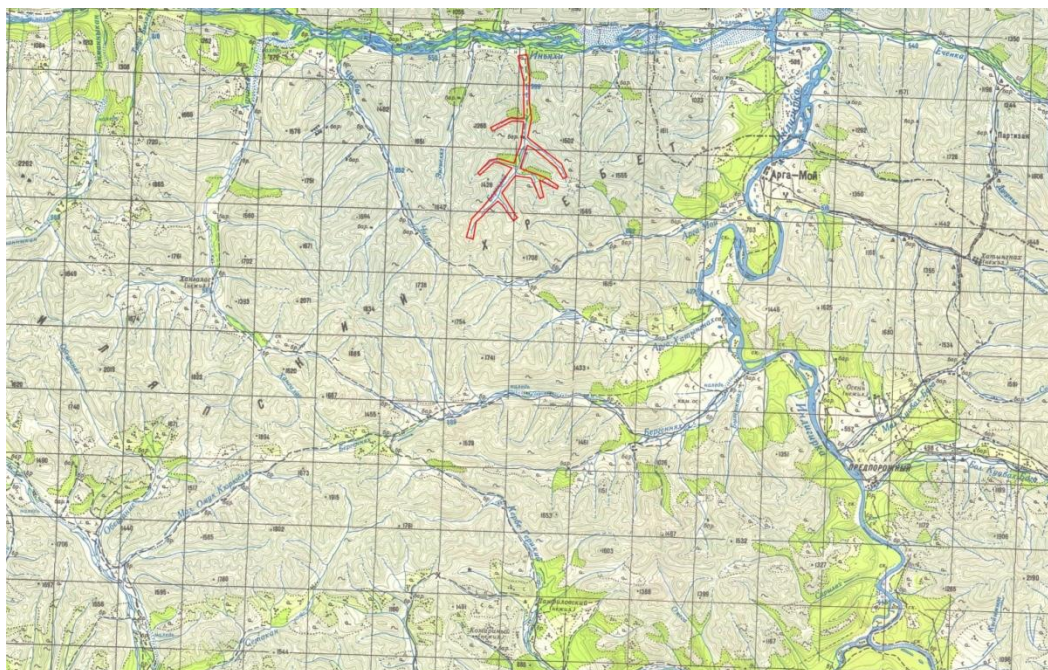


Рисунок 1.3 – Топографическая карта масштаба 1:200 000  
[Вознесенский, 2012]

## **1.2 Геологическая изученность района, история открытия и разведки месторождения**

Первым важным в геологическом отношении исследованием края стала работа члена Российской академии наук Ивана Дементьевича Черского (1891-1892 гг.), который прошел маршрутом от Якутска до Оймякона, а затем через верховья р. Неры и истоков р. Момы перевалил в бассейн Колымы и после зимовки направился вниз по р. Колыма, но преждевременная смерть прервала его исследования. В отчете, составленном женой ученого по его дневникам, впервые освещено геологическое строение бассейна верхнего течения Индигирки.

Под руководством С.В. Обручева Индигирская экспедиция Геологического комитета направилась из Оймякона на Индигирку и Колыму. Были охвачены маршрутными исследованиями долины р.р. Индигирки, Иньяли - на всем протяжении, в т.ч. руч. Хангалас и верховья руч. Бергеннях. Результаты работ опубликованы в труде - "Индигирская экспедиция 1926 года",



том II, где приводятся данные по гидрографии, геоморфологии площадей и описаны следы оледенения.

Следующим шагом стала Колымская экспедиция Ю.А. Билибина в 1928 году, утверждавшего, что именно на Колыме лежит "пряжка" от "золотого пояса", протянувшегося от Амура до Калифорнии.

В 1930 году Валентин Александрович Цареградский возглавил вторую Колымскую экспедицию, которая сыграла решающую роль в подтверждении перспектив громадной Северо-Восточной золотоносной провинции и предопределила дальнейшую историю края.

В 1933 г. правобережье р. Индигирки исследовалось экспедицией под руководством Ю.А. Оди́нца., уточнившей геологическое строение района и установившего золотоносность аллювиальных отложений долины р. Неры. Было рекомендовано поставить поисковые работы на россыпное золото в долинах рек Нера, Большой и Малый Тарын.

Планомерное изучение геологии верховьев р. Индигирки началось с организации в 1937 г. Индигирской экспедиции Дальстроя под руководством В.А. Цареградского в пос. Усть-Нера и в этом же году вся правобережная часть р. Индигирка от руч. Ыт-Юрях до устья р. Неры была исследована Нижне-Нерской геолого-рекогносцировочной партией масштаба 1:500000 под руководством Н.Е. Исакова.

Экспедиция была преобразована в геологоразведочный район, а в 1939 г. - в Верхне-Индигирское районное геологоразведочное управление, широко развернувшего геолого-съёмочные и поисковые работы. В 1938 году в бассейне верхнего течения Индигирки работало 14 геологических партий и 2 детальноопробовательских отряда, а через год - уже 21 партия и 3 отряда.

К 1940 году более 75 % площади (155 тыс. км<sup>2</sup>) было заснято в масштабе 1:500000. Было произведено расчленение осадочных толщ на верхнетриасовые и юрские отложения, выделены крупные массивы гранитоидов, установлена россыпная и коренная золотоносность отложений.

За десятилетний период (1938-48 гг.) практически вся площадь района была покрыта геологической съемкой и поисками масштаба 1:200000, 1:100000. В результате работ было изучено геологическое строение, выделены толщи верхнетриасовых и юрских отложений, различные типы магматических пород. Опробовательские работы позволили дать высокую оценку района на россыпное золото. Выявлены перспективные долины ручьев в бассейне руч. Удума, верховье р. Ольчан, левых притоках р. Индигирка (руч. Арга-Мой, Хатыннах, р. Еченка).

Геологоразведочные работы на россыпное золото в районе месторождения были начаты в 1937 году и продолжаются с перерывами до настоящего времени, в последние годы только силами золотодобывающих предприятий (старательских артелей и др.). За период проведения разведочных работ в районе освещены практически все долины водотоков.

В 1990-91 гг. по россыпи Берендей (устье) были проведены геологоразведочные работы в соответствии с геологическим заданием, утвержденного ПГО «Якутскгеология» в 1989 г. по «Проекту на проведение поисково-оценочных работ в пределах Прииндигирского рудно-россыпного узла на 1989-1995 гг.». Линии частью бурились, перебуривались, сгущалась сеть выработок, производилось бурение на флангах ранее пройденных линий.

Геологоразведочные работы в районе проводились с достаточной эффективностью, но не всегда качественно. Так, в долинах притоков р. Иньяли (ручьи Хангалас, Чалбы, Дельге-Оту и др.) до настоящего времени не выявлены промышленные россыпи при всей их перспективности. Разведочные работы не завершены по разным причинам, в т.ч. сложности горно-геологических условий, обводненности аллювиального горизонта, наледообразований, мощности аллювия более 30-40 м и др.

Геологоразведочные работы в районе проводились с достаточной эффективностью, но не всегда качественно. Так, в долинах притоков р. Иньяли до настоящего времени не выявлены промышленные россыпи при всей их перспективности.

### 1.3 Геологическое строение района месторождения

#### 1.3.1 Геолого-геоморфологическая характеристика района

Район расположен в пределах крупных горных сооружений верховьев р. Индигирки, Яно-Оймяконского нагорья и горной системы Черского; выделяются высокогорье, среднегорье и мелкогорье (рис. 1.4).

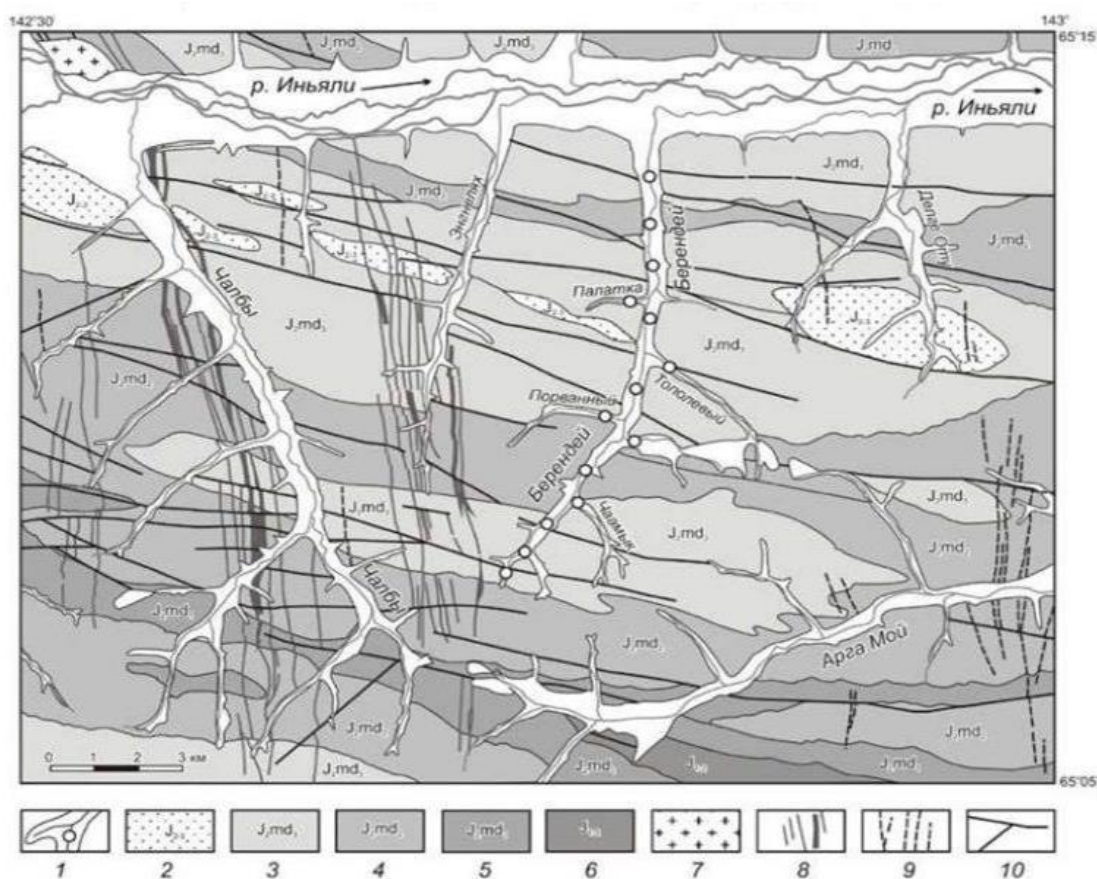


Рисунок 1.4 – Схематическая геологическая карта района россыпи ручья Берендей [Вознесенский, Округин, 2012]

1-аллювиальные отложения Q; 2-песчаники, алевролиты, олистостромовые глыбы, брекчии костерской свиты  $J_{2-3}$ ; 3-5 – песчаники и алевролиты с линзами брекчий, олистостромовые глыбы подсвит Мередуйской свиты  $J_2$ ; 6 – алевролиты с прослоями аргиллитов и песчаников аренской свиты  $J_{1-2}$ ; 7- интрузив и 8 – дайки гранитов и гранодиоритов колымского комплекса  $K_1$ ; 9 – дайки диоритовых порфириров Нера-Бохалчинского комплекса  $J_3$ ; 10 – разрывные нарушения.

К высокогорью относятся междуречья Иньяли-Бергеннях и Еченка-Бол. Куобах-Бага, а также отдельные высокогорные участки на общем фоне среднегорного рельефа, приуроченные к массивам гранитоидов Нюргун-Тас, Ольчанский и Батырчанский.

Для высокогорного рельефа характерна значительная крутизна склонов, глубоко врезанные речные долины имеют прямые или вогнутые склоны и узкие днища. Абсолютные высоты достигают 2000 м., относительные превышения 700 м. Мощность рыхлых отложений колеблется от 5 до 15 м и редко достигает 20-35 м.

Преобладающая часть района занята среднегорным рельефом. Яно-Оймяконское нагорье расположено к югу от горной системы Черского и охватывает территорию бассейнов р. Ольчан и руч. Тирехтях. Превышение водоразделов над днищами долин здесь колеблется в пределах 400-500 м.

Рельеф сильно расчленен, водоразделы обычно сглаженные, склоны долин крутые. Речные долины хорошо разработаны, обычно асимметричные и трапециевидные.

Комплекс террас наиболее полно представлен в долине р. Индигирки. Для большинства боковых притоков рек Иньяли, Индигирки и Еченки наличие террас не характерно. Наибольшее распространение имеют 2-5-метровые аккумулятивные террасы, меньшее распространение - смешанные 50, 60-70, 100, 150, 170 и 200-метровых уровней, встречаются они преимущественно в долине р. Индигирки.

Речная сеть района характеризуется сложностью своего развития и неоднородностью морфологии. Наиболее распространены хорошо разработанные долины, относительно выдержанные. Наряду с ними значительное количество долин, с промышленными концентрациями золота в аллювии, имеют молодой облик, крутые продольные и невыдержанные поперечные профили.

Образование россыпей золота в аллювии водотоков района началось, видимо, еще в дочетвертичное время. В последующем эти россыпи были

переотложены в более молодые толщи. В среднечетвертичное время, благодаря перемыву выветрелых отложений эпохи выравнивания, существовали благоприятные условия для накопления золота а аллювиальных отложениях.

Благоприятные условия россыпеобразования сохранились и в позднечетвертичное время, особенно в периоды межледниковья. В дальнейшем, в результате эрозионной деятельности рек, эти россыпи большей частью были переотложены в современный аллювий, что подтверждается хорошей окатанностью золота даже в головках россыпей.

Образование россыпей в аллювии водотоков, дренирующих золотоносные породы, продолжается и в настоящее время. С геоморфологической точки зрения, процесс этот наиболее эффективен в пределах низкогорья и среднегорья, испытавших поднятие в послеледниковое время.

Промышленные золотоносные россыпи приурочены в основном к днищам долин, реже к террасам. Характерно наличие россыпей золота на уровнях погребенных террас. На высоких террасах р. Индигирки к настоящему времени не разведано ни одно практически ценное месторождение.

### **1.3.2 Стратиграфия**

В геологическом строении района участвуют юрские и триасовые отложения, относящиеся к верхоянскому терригенному комплексу, а также рыхлые неогеновые и четвертичные континентальные образования.

Юрские отложения слагают всю территорию района месторождения и представлены чередующимися толщами верхней (J2md3) (350-400 м) и средней (J2md2) подсвит (600-1350 м) Мередульской свиты Батского и Байосского ярусов и Костерской свиты (J2кт) Келовейского яруса (800-1100 м) среднего отдела (J2) Юрской системы. Лишь на юге площади, водоразделе ручьев Берендей и Арга-Мой, выходят пласты нижней подсвиты Байосского яруса (J2md1).

Все толщи отложений представлены переслаивающимися прослоями песчаников, алевролитов, глинистых сланцев, олистостромовых глыб, линзами подводно-оползневых брекчий.

Триасовые отложения распространены южнее района месторождения, от руч. Арга-Мой, руч. Бергеннях (от впадения руч. Билир), руч. Бытыктах и Граничный, распространяясь в правобережье р. Индигирка (Большая и Малая Куобах-Бага). Представлены толщами Верхней (Т3нк2) (350-1000 м) и Нижней (Т3нк1) подсвет (500-550 м) Някуньинской свиты Норийского яруса Позднего отдела (Т3) Триасовой системы. Представлены переслаивающимися песчаниками, алевролитами, редко линзами подводно-оползневых брекчий.

Средне- и верхнечетвертичные отложения наиболее широко распространены в долине р. Индигирки, где они находятся на террасах с относительной высотой 80-150 м. В отложениях повсеместно отмечаются два характерных горизонта. Верхний горизонт мощностью до 10-30 м состоит из щебнисто-илистого плохо отсортированного материала с прослойками песка и суглинка. Нижний горизонт представлен аллювиальными галечниками серого, желтоватого и зеленоватого цветов, песками, суглинками, илами с примесью валунов и щебня; мощность от 5 до 10-15 м., местами увеличиваются до 40-50 м. и более.

Средне-верхнечетвертичные отложения (QII-QIII) аллювиального генезиса слагают рыхлый чехол 70-200-метровых террас р. Иньяли. Отложения представлены аллювиальными галечниками, редкими небольшими валунами, песком, щебнем, илами и суглинками. Мощность отложений составляет 30-50 м.

Верхнечетвертичные отложения (QIII) представлены ледниковыми, водноледниковыми и аллювиальными образованиями. Аллювиальные отложения выделяются на террасах среднего уровня в долинах крупных водотоков (мощность 5-30 м), а также в разрезе погребенных долин, где они достигают мощности 20-60 м и представлены валунами, галечником с небольшой примесью щебня, песком и глиной.

Современные отложения (QIV) представлены различными генетическими типами рыхлых образований – аллювием, пролювием, делювием, элювием. Распространены повсеместно как на склонах и пологих водоразделах, так и в долинах водотоков, слагая пойму и I надпойменные террасы большинства рек и ручьев района.

Аллювиальные отложения развиты в пойменных частях долин и надпойменной террасе, сложены гравийно-галечным материалом с разнозернистым песком и суглинком, валунами в нижней части отложений. Мощность аллювия составляет в среднем 20 м.

Пролювий образует конусы выноса в приустьевых частях водотоков 3-6 порядков, иногда формируя шлейфы. Отложения представлены не отсортированным обломочным материалом с супесчаным заполнителем. Мощность достигает 10 м.

Элювиально-делювиальные отложения представлены щебнем и глыбами осадочных и магматических пород с суглинистым заполнителем. Мощность 0,5-4,0 м.

Неогеновая система в районе представлена миоцен-плиоценом (N1-2). Отложения этого возраста представлены песками, галечниками, реже бурыми углями. Неоген - четвертичная система представлена плиоцен - плейстоценом, нижнее звено (N2-Q1). Образования этого возраста незначительно развиты в районе. Выходы закартированы в долине рек Индигирки, Ольчана, Эльги. Отложения представлены аллювиальными галечниками, песками, супесями, суглинками.

В толще четвертичных отложений по совокупности признаков с различной степенью достоверности выделяются нижне- (QI), средне- (QII), верхнечетвертичные (QIII) и современные отложения (QIV).

Нижнечетвертичные отложения условно выделены в долине р. Индигирки и в приустьевых участках долин ручьев Бол. Куобах-Бага, Береннях, Хатыннах, Арга-Мой, где они установлены на самых высоких 380-

450-метровых террасах. Отложения представлены галечниками с примесью песка, серой глины и ила с остатками древесины.

Средне-верхнечетвертичные отложения (QII-QIII) аллювиального генезиса слагают рыхлый чехол 70-200-метровых террас р. Иньяли. Отложения представлены с постоянной примесью гранитных валунов, песками, суглинками и илами. Иногда толща аллювия сложена крупнообломочным материалом, содержащим не менее половины гранитных валунов (Хатыннах, Иньяли и др.). Мощность аллювия составляет 30-70 м.

Верхнечетвертичные отложения представлены ледниковыми, водноледниковыми и аллювиальными образованиями. Распространены на террасах различного уровня и выположенных склонах долин. Ледниковые образования распространены в верховьях р. Ольчан и руч. Омук-Кюрюелях. Представлены отложениями донной, боковых и конечных морен и состоят из валунов, глыб, гравия, щебня и неотсортированных галечников различного петрографического состава, заключенных в суглинистый и супесчаный материал. Мощность ледниковых отложений от 5 до 40 м. Современные образования представлены различными генетическими типами рыхлых образований - элювием, аллювием, пролювием, делювием, коллювием, солифлюкцией.

Элювиальные отложения встречаются на дневной поверхности, преимущественно, на водораздельной части, где достигают мощности 0,5-1,5 м. на склонах они перекрываются отложениями делювия и коллювия. В долинах элювий перекрыт отложениями аллювия и встречается обычно на контакте с коренными породами, мощность до 0,5 м. представлен развалами коренных пород различной крупности.

Аллювий, выполняющий долины ручьев и верховья небольших рек, представлен плохо окатанным и слабо сортированным галечно-щебнистым материалом с примесью песка и ила. пойменный и террасовый аллювий долин крупных водотоков обычно хорошо отсортирован, а галечники хорошо окатаны.



Проллювиальные отложения сложены плохо отсортированными обломками местных пород в потоках и конусах выносах мелких распадков и ручьев. Коллювиальные и сопутствующие им солифлюкционные отложения имеют значительное распространение в бассейнах ручьев, рек и водотоков. Располагаясь на склонах долин в виде широкого шлейфа, они выстилают склоны и вуалируют речные террасы. Отложения представлены неотсортированным обломочным материалом с супесчаным заполнителем. Мощность достигает 10 м, однако местами (долины р. Индигирки, руч. Бергеннях и др.) достигает 20-30 и более метров.

### **1.3.3 Магматизм и гидротермальные проявления**

Магматические образования района сформировались в заключительный этап развития Яно-Колымской складчатой области и подразделяются на нижнеюрские и раннемеловые.

В первый этап магматической деятельности, по всей видимости, внедрились многочисленные дайки от основного до кислого состава (липаритов, диорит-порфиров, кварцевых диорит-порфиров, долеритов и базальтов, андезитов, дацитов, риолитов). Вторжение магмы, вероятно, связано с процессами начавшегося уже воздымания района, что происходило в конце юрского времени.

Во второй этап (раннемеловой интрузивный комплекс) внедрились более крупные интрузивные тела, сложенные, как правило, гранитами. К ним отнесены многочисленные и разнообразные по составу дайки и штоки биотитовых гранитов, расположенный в левом борту долины р. Иньяли. размер штока 2,2\*0,7 км. Дайки наиболее распространены в бассейнах Иньяли, Еченки. Дайки объединяются в несколько групп: Хангаласскую, Чалбынскую, Лео-Индигирскую, Право-Индигирскую. Мощность даек обычно 10-20 м, местами достигают 150-200 м, длина даек чаще 2-5 км, но достигают 10-20 км.

Комплекс представлен Тонор-Арангасским, Батырчанским, Дузуньинским, Лево-Индибирским гранитоидными массивами и дайковыми телами. Сложены гранит-порфирами, гранодиорит-порфирами. Контактво-метаморфические образования представлены зонами роговиков и ороговикованных пород, окаймляющих интрузивы.

Гидротермальные проявления представлены многочисленными кварцевыми жилами и прожилками, зонами окварцевания и сульфидизации, приуроченными к зонам дробления и трещиноватости. Гидротермальные образования с золотым и золото-сурьмяным оруденением образуют многочисленные кварцево-жильные поля, пространственно объединенные в протяженные зоны. Наибольшее количество жил отмечается на водоразделе Чалбы-Энгиелях и Энгиелях-Берендей.

Горные породы района имеют фоновую радиоактивность, значения которой составляют 10-18 мкр/час в песчаниках, 11-14 мкр/час в гидротермальных образованиях, 12-20 мкр/час в алевролитах, 13-22 мкр/час в глинистых сланцах и интрузивных дайках кислого, среднего состава.

Магматические образования непосредственно в районе работ приставлены малыми интрузивами позднеюрского комплекса: штоками Хаптагай-Хая, Тулоях-Хая, Дюгель, дайкой Заря, массивом Тюбеляхским и массой даек микродиорит порфиритового (андезитового) и липаритового состава, широко развитых в Иньяли-Бергенняхском междуречье.

Магматические образования сопровождаются гидротермальными кварцево-жильными образованиями малосульфидно-кварцевой формации. Сами дайки несут следы гидротермальных изменений, выраженные в прокварцевании и сульфидизации, часто сопровождающихся золотым оруденением. Кварцевые жилы и прожилки, секущие осадочные породы, не выдержаны по мощности и простираю. Мощность их колеблется от 5-10 см до 80 см. Как правило, метаморфизованные породы пиритизированы, причем вблизи контактов пирит мелкокристаллический, а при удалении размеры кристаллов его достигают 5-6 мм.

### **1.3.4 Метаморфизм**

Разнообразные метаморфогенные образования широко развиты на описываемой территории, в той или иной степени метаморфизованы все мезозойские осадочные породы. Выделяются динамометаморфизованные и регионально метаморфизованные образования различных фаций.

Динамометаморфизованные образования развиты на контакте триаса и юры и в зонах крупных разломов. Породы рассланцованы, милонитизированы. Регионально метаморфизованные породы развиты на всей площади и подразделены на зелёносланцевую и эпидот-амфиболитовую фации.

В экзоконтактах интрузивных массивов и даек развиты зоны роговиков и ороговикованных пород. Ширина зоны собственно роговиков не превышает первых сотен метров, ороговикованные породы прослеживаются вокруг крупных интрузивов на 5-10 км. Ороговикование пород проявляется в уплотнении, проявлении новообразований – биотита, магнетита, кордиерита, андалузита и кварца. Как правило, породы сульфидизированы (преимущественно пирит).

Среди роговиков по составу выделяются мусковитовые и кордиерит-мусковит-биотитовые. Степень ороговикования убывает по мере удаления от контакта с интрузивом. Зона роговиков вокруг гранитов имеет мощность от 200-300 и до 500-700 м, зона слабо ороговикованных пород гораздо шире от 1000 до 1500-1700 м.

Как правило, метаморфизованные породы пиритизированы, причем вблизи контактов пирит мелкокристаллический, а при удалении размеры кристаллов его достигают 5-6 мм.

### **1.3.5 Тектоника**

Район работ находится в пределах Иньяли-Дебинского и Аян-Уряхского мегасинклинорий, осложненных Прииндигирским поперечным поднятием. В

строении Иньяли-Дебинского мегасинклинория складчатыми образованиями второго порядка являются Серкучанский и Иньяльский синклинории и, разделяющие их, Силяпский и Еченский антиклинории.

Иньяльская синклиналь (осевая часть мегасинклинория) протягивается через весь район из бассейна р. Еченка в бассейн р. Силяп. Длина этой структуры около 100 км при ширине от 7 до 20 км. Осадочные толщи здесь интенсивно дислоцированы. Наблюдается широкое развитие складок третьего порядка, вытянутых в северо-западном направлении. Длина складок 30-50 км, ширина 3-6 км, характеризуется пологим залеганием пород в ядре и крутыми  $30^{\circ}$ - $40^{\circ}$  интенсивно дислоцированными крыльями. Крылья синклинали смяты в складки второго порядка, которые, в свою очередь, осложнены более мелкой складчатостью и разрывными нарушениями с небольшими амплитудами смещения, часто срезаны сбросами и взбросами.

### **1.3.6 Полезные ископаемые**

Район работ, как и весь бассейн верховья р. Индигирки, входит в северо-западный фланг Яно-Индигиро-Колымского (главного) золотоносного пояса, в котором выделяется несколько золотоносных зон. Территория работ входит в Иньяли-Дебинскую и Ольчано-Нерскую золотоносные зоны. Иньяли-Дебинская золотоносная зона протягивается в северо-западном направлении от бассейнов левых притоков р. Индигирки - ручьев Эбир-Хая и Ыт-Юряха, до водоразделов руч. Омук-Кюрюелях и правых притоков р. Иньяли.

Основным полезным ископаемым в районе является золото. Золотое оруденение в районе имеет повсеместное распространение, группируясь в рудные узлы. В генетическом отношении оно принадлежит к малосульфидной золото-кварцевой формации. В Иньяли-Дебинской золотоносной зоне в пределах района выделяются четыре рудно-россыпных узла: Берендейский, Прииндигирский, Бергенняхский и Куобах-Багинский (рис.1.5).

Для Берендейского и Прииндигирского узлов характерно развитие позднеюрских даек среднего и кислого состава. Рудопроявления этих узлов представлены, в основном, окварцованными дайками, реже кварцевыми золотоносными жилами, зонами окварцевания и окварцованными зонами дробления осадочных пород.

Рудопроявления Бергенняхского узла относятся к золотокварцевой формации пирит-арсенопиритового минерального типа, являются коренными источниками россыпей.

КАРТА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ  
Q - 54 - XXIX,XXX (Предпорожный)

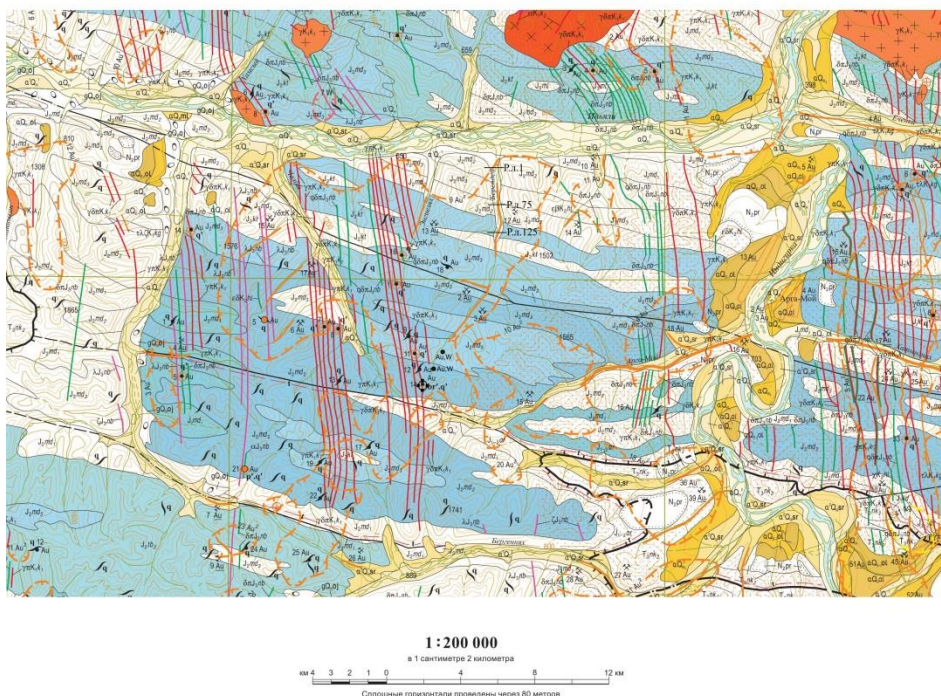


Рис 1.5 Карта полезных ископаемых и закономерности их размещения  
(ВСЕГЕИ)

Протяженность даек достигает 10-25 км, а мощность колеблется в пределах 1,8-40 м, простирание их меридиональное и субмеридиональное, падение крутое ( $78-83^{\circ}$ ). Окварцевание даек значительно, на отдельных участках до 20 % объема пород, основная масса кварцевых прожилков имеет мощность от нескольких мм до 5-7 см, содержание золота достигает 92,0 г/т.

Коренными источниками известных россыпей Куобах-Багинского рудно-россыпного узла являются рудопроявления Обнаженный, Шумный и Стрелка. Терригенная толща узла прорвана дайками, среди которых преобладают кислые разновидности. С дайками и зонами дробления связаны рудопроявления с высокими содержаниями золота, колеблющихся от следов до 10 г/т, повышаясь в отдельных пробах до 2552 г/т.

В пределах Ольчано-Нерской золотоносной зоны расположен Удунинский узел. Рудопроявления узла относятся к золотокварцевой формации. Рудные тела представлены зонами дробления, окварцевания осадочных пород. Мощность зоны 50 м, протяженность до 1200 м. Установлена рудоносность отдельных кварцевых жил длиной до 150 м и мощностью 0,15-2,8 м, содержание золота до 240 г/т.

В то же время многочисленные минерализованные зоны дробления, установленные в районе, в пределах которых можно ожидать "нежданинский" тип золотого оруденения со сравнительно невысоким содержанием золота, но большим объемом руды, до настоящего времени практически не изучены.

Россыпное золото. В районе работ известно более 50 россыпных месторождений, преобладающая часть которых к настоящему времени отработаны, а остальные находятся в резерве или отрабатываются. В процессе геологического изучения выявлены также ряд россыпных проявлений. Месторождения относятся к аллювиальным долинного, реже террасового, типа. Мощность рыхлых отложений мелкозалегающих россыпей 3-15 м, глубокозалегающих 15-25 м. На лево- и правобережных террасах р. Индигирки мощность отложений до 100 м. Золотоносный пласт располагается, в основном, на коренных породах. Вблизи высокогорного массива Нюргун-Тас отмечаются погребенные россыпи с несколькими металлоносными горизонтами (ручьи Оттур-Юрюе, Оль, Люнкитали). Распределение золота в россыпях струйчатое, гнездовое.

Рудные проявления молибдена с низким (до 1%) содержанием были установлены в коренном залегании в эндо- и экзоконтактах Дузуньинского

гранитного массива при траншейной разведке россыпи Ольчан-Смородина. Они представлены мелкими, протяженностью первые метры и мощностью до 10-15 см, высокотемпературными кварцевыми жилами с вкрапленностью молибденита.

Россыпные проявления вольфрама, не имеющие промышленного значения, установлены в песках россыпи Ольчан-Смородина. Содержания вольфрамита здесь достигают по отдельным линиям (322-330) нескольких граммов на кубометр. Повышенных содержаний вольфрамита можно ожидать и в устьевой части руч. Дузунья, где долина его проходит близ экзоконтакта Дузуьинского массива.

### **1.3.7 Гидрогеология района**

В структурно-гидрогеологическом отношении район приурочен к Яно-Индигирскому криогенно-напорному бассейну и характеризуется преимущественным распространением трещинно-жильных вод в коренных породах, порово-пластовых в аллювиальных отложениях и поровых в элювиально-делювиальных образованиях.

Район работ находится в области распространения многолетней мерзлоты, характерные для нее явления - полигональные грунты, солифлюкции, погребенные льды, наледи и бугры пучения.

Мощность многолетнемерзлых пород изменяется в широких пределах. Нижняя граница мерзлоты в бассейне р. Иньяли установлена электроразведкой (ВЭЗ) на глубине 250 м, за пределами района бурением на глубине 104 (долина руч. Тихон) - 180 м. (бассейн р. Эльги), в долинах р. Ольчан и руч. Туора-Тас, по данным гидрогеологического бурения, определена на отметке 230-236 м от поверхности. Ниже подошвы мерзлых пород выделяется зона повышенной трещиноватости и обводненности (зона криогенной дезинтеграции).

На водоразделах мощность многолетнемерзлых пород по сведениям, полученным в смежных районах, может достигать 350 и более (600) метров, а под долинами водотоков иногда уменьшается до 30-70, 15-30 м (долины р. Иньяли, р. Еченка, руч. Чалбы и руч. Хатыннах) или исчезает совсем.

Верхняя граница многолетнемерзлых пород в поймах долин значительно глубже, чем на склонах, из-за постоянных подрусовых таликов (р. Еченка мощностью 40-50 м, р. Иньяли - 30-40 м.). В долинах водотоков отмечается наложение многолетнемерзлых грунтов на талые (Иньяли, Чалбы, Бергеннях и др.), что приводит к образованию таликовых желобов.

По характеру циркуляции подземные воды являются трещинными, слабонапорными (высота напора составляет 25 - 40 м), по генезису подмерзлотными. Питание подземных вод указанного комплекса осуществляется за счёт инфильтрации поверхностных вод в пределах сквозных таликов в летний период времени.

Подземная вода источника по минерализации и основному ионно-солевому составу характеризуется как маломинерализованная гидрокарбонатная натриевая со слабощелочной реакцией водной среды. Токсичные азотсодержащие компоненты (нитраты, нитриты) содержатся в концентрации значительно ниже допустимых норм для минеральных питьевых вод.

Значения температур многолетнемерзлых пород в подземных горных выработках на верхних горизонтах рудного столба I (+960 - +920 м) колеблется от  $-4^{\circ}$  до  $-11^{\circ}$  С, рудного столба III (горизонт +760 - +660 м) от  $-3,5$  до  $-6,9^{\circ}$  С. Нижние горизонты рудного столба I (+800-+720 м) характеризуются повышением температуры пород (от  $-4,25$  до  $-1,75^{\circ}$  С), что связано с близостью нижней границы многолетней мерзлоты. На горизонте 640-620 м вскрыты талые породы. Температура подземных вод по данным геотермических наблюдений в интервале 370-395 метров составляет  $+ 0,06 - 0,1^{\circ}$  С. Выделения природных газов на месторождении отсутствуют.



В основании многолетнемерзлых пород, по данным бурения, развита подмерзлотная трещиноватая зона мощностью 10-50 м, содержащая трещинные подмерзлотные воды.

По характеру циркуляции подземные воды являются поровыми, трещинными, безнапорными и слабонапорными (высота напора 25-40 м). Разгрузка подземных вод осуществляется в пониженных участках рельефа, где образуются нисходящие источники и мочажины. Дебит этих сезонных источников не превышает 0,1-0,3 л/сек.

Сезонные колебания температуры многолетнемерзлых пород затухают на глубине 15-20 м. По отношению к толще многолетнемерзлых пород в районе выделяются следующие типы вод: надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные.

Надмерзлотные воды, в свою очередь, делятся на воды сезонно-талого слоя, постоянных таликов и сквозных. Проявления надмерзлотных вод имеют ярко выраженный сезонный характер. Источники таких вод появляются летом. Они приурочены чаще всего к подножиям склонов, имеют нисходящий характер, рассредоточенный выход и небольшие расходы, увеличивающиеся в периоды дождей. Осенью, с началом сезонного промерзания, большая часть источников исчезает, но некоторые из них приобретают сосредоточенный напорный характер и функционируют до полного промерзания сезонно-талого слоя или истощения вод этого слоя, образуя наледи.

Основными источниками питания для вод этого типа служат атмосферные осадки, воды поверхностного стока, воды оттаивания мерзлых грунтов, конденсация паров на границе мерзлых и талых пород и, в меньшей степени, напорные воды глубокого подмерзлотного и межмерзлотного стоков, разгружающихся через сквозные талики.

Водоносность аллювиальных отложений связана в основном с таликами речных долин. Воды таликов встречаются в подрусловом и пойменном аллювии, но могут быть встречены и в отложениях террас. Для крупных рек характерны сквозные талики. В мелких и средних реках, частично или

полностью перемерзающих, водоносные талики наиболее развиты в пределах русла и современной поймы. В долинах крупных рек с площадью водосбора до 3000 км<sup>2</sup> (р. Ольчан), полностью промерзающих, ширина замкнутых таликов в средних и нижних течениях достигает 500-700 м при средней мощности 6 м. Основное питание они получают за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод.

Следствием частичного промерзания подруслового потока являются источники, действующие только зимой и образующие наледи, порой не меняющие свои места из года в год. Дебит источников составляет 1-1,5 л/сек, а температура воды зимой 1-1,5<sup>о</sup> С. Многие источники в критический период перестают действовать. Широко развиты в районе процессы наледообразования, связанные с выходами на поверхность надмерзлотных и напорных подмерзлотных вод. Наиболее обширные многолетние наледи площадью до 6 км<sup>2</sup> и мощностью до 7-10 м, объем - 0,2-2 млн. м<sup>3</sup>, располагаются в долинах водотоков Иньяли, Силяп, Хангалас, Еченка, Ольчан). Наледи влияют на перераспределение поверхностного стока, воздействуют на рельеф и обуславливают образование специфических отложений – «наледного аллювия». Широкому распространению наледей способствуют высокая обводненность гидрогеологических структур, близкое залегание к поверхности подземных вод и многочисленные очаги их разгрузки. В долине р. Индигирки многолетние наледи отсутствуют.

Наледи развиты в долине реки Иньяли, как выше участка работ, так и ниже, к концу августа сходят полностью. Буровые работы производились в морозный период (март-апрель, октябрь-начало ноября) и летом. Обводнённые талики отмечены до глубины 9-10 метров, в нижней части россыпи до горизонта плотика. Встречаются межмерзлотные обводненные талики. Эти обводненные талики не дают стока воды.

## 2 Геологическое строение месторождения

### 2.1 Геолого-геоморфологическая характеристика месторождения

Руч. Берендей протекает прямолинейно с юга на север. Речная долина выработана в толще терригенно-осадочных пород Байосского (J2b) и Батского (J2bt) ярусов среднего отдела юрской системы (алевролиты, песчаники, глинистые сланцы, аргиллиты), подверженных влиянию раннемеловых интрузивных комплексов, представленных дайками гранит-, гранодиорит-порфиров, диоритовых порфиритов (рис.2.1).



Рисунок 2.1 – Поселок горного участка "Берендей". На заднем плане - долина р. Иньяли, на переднем - руслоотводная канава руч. Берендей

Район месторождения окружают мощные раннемеловые интрузивные комплексы с высотами 2644 (г. Комарова), 2681 и 2703 м (верховье р. Иньяли). Поверхность руч. Берендей у выхода в долину р. Иньяли составляет 500 м. [59].

Гранитные валуны в долине р. Иньяли имеют полнокристаллический облик, но разный минеральный состав - биотитовые, биотит-мусковитовые. В долине руч. Берендей, в пределах водосбора, нет выходов гранитных тел. Соответственно делается вывод, что гранитные валуны, и частью рыхлые

отложения, разносились по району ледниками, скатывались и концентрировались в долинах водотоков при их стаиваниях [59].

По протяженности долины руч. Берендей на полигонах 2013 г. в низовье количество валунов гранита больше, но меньшего размера (до 1 м диаметра), хорошо окатанные, вплоть до идеальной округлой формы (Рис. 2.3). Выше по долине, полигонах 1983-85 гг., валуны крупнее, разной степени окатанности, в т.ч. почти не окатанные, со слегка округленными гранями. Выше устья руч. Порванный гранитные валуны не встречаются. Все крупные валуны в верхней части долины - это серый песчаник.

Другим маркирующим элементом являются обломки серых диорит-порфиров, выходы которых, в виде даек, обнаружены в вершине руч. Берендей. Обломки диорит-порфиров встречаются на всей протяженности долины, в верхнем течении - больше, в нижнем - меньше, но везде слабой окатанности.

На склонах долины руч. Берендей, перекрытых курумником (каменным развалом) алевролитов и песчаников, обнаруживаются слабо окатанный и сортированный материал, редко галька высокой степени окатанности. Они, видимо, тоже являются продуктом ледниковой деятельности.

Долина выполнена современными аллювиальными отложениями мощностью 8-23 м состава осадочных пород, с промышленной золотоносностью в нижних (приплотиковых) горизонтах аллювия в нижней части долины и практически по всему горизонту в верхней части россыпи. Долина имеет симметричный трапециевидный поперечный профиль с крутыми (до 30-40°) склонами, шириной от нескольких десятков метров в верховье до 500 м на выходе в долину р. Иньяли. В верховье ручья долина представлена в приповерхностном слое наносами каменных "курумников" с узкой V-образной формой.

Месторождение начинается от истоков ручья линии 127, лицензионной границы, единым лентообразным контуром, и заканчивается по линии 1, в 450 метрах от выхода в долину р. Иньяли, нижней лицензионной границы. По пути принимает россыпи боковых притоков руч. Тополевый, руч. Палатка, Чаамык,

Орон, Порванный и совсем мелких притоков в верховье ручья. Из всех притоков только по руч. Тополевый получен весомый прирост запасов, остальные имеют контур в одну-две скважины и подсчитаны в основном по категории С2. В нижней части россыпь представлена контурами по бортам отработанных в 2013 г. площадей, шириной от 35 (линия 28) до 164 м (линия 16).

Разведочными и эксплуатационными работами россыпь исследована достаточно полно. Первичная россыпь располагалась на уровне сохранившихся на всей протяженности долины пологих прибортовых высоких участках с малыми мощностями торфов. Россыпь в периоды эрозионного развития претерпела несколько этапов вреза по ослабленным зонам и мягким породам, в результате чего плотик имеет сильно пересеченный рельеф в поперечном и продольном направлении.

Самый глубокий врез плотика (талвег) зигзагообразно перемещается без какой-либо закономерности между бортами, а в верховье, по причине узости долины, располагается около середины. Зачастую врезы разных возрастов пересекаются, располагаясь на разных отметках, в результате чего на площади блоков отмечаются бугры, возвышенности и протяженные гряды по плотику.

В целом этот сильно пересеченный рельеф плотика и разноуровневый горизонт начала пескового горизонта и активировки по коренным породам не сильно отражается на технологии отработки запасов, т.к. применяется транспортная схема горных работ, когда очередность отработки отдельных участков полигона устанавливается с учетом рельефа пласта песков (подготовки и активировки), с последующей внутриконтурной перевалкой торфов и т.д., при этом пески и большая часть торфов вывозятся к промприборам и торфяным отвалам автосамосвалами.

Россыпь неоднократно претерпевала переотложение с врезом плотика, при этом золото только перемещалось на горизонты ниже. По этим причинам в поперечном и продольном направлении отмечается значительная изменчивость

обогащенности. Россыпь не имеет разрывов контуров, представлена одним мощным контуром, обрывающейся по линии 1, без выноса металла в р. Иньяли.

Выявлен факт продолжения и в настоящее время золотонакопления россыпи на примере зараженности горизонта торфов хаотичными проходками с металлом. Особенно наглядно это проявилось в верховье россыпи, где торфов практически нет, пласт песков не достигает поверхности коренного ложа, отмечается мощный подвешной пласт.

По принадлежности к элементам рельефа россыпь долинная, не отмечены древние днища и тальвеги, высокие террасы и террасоувалы [59].

## **2.2 Сведения по результатам предыдущих ГРР**

Россыпь руч. Берендей ранее проведенными работами была оконтурена с перерывами буровой линией 7 оп. 1991 г. с непромышленными скважинами (900 м от выхода в долину р. Иньяли) и линией 109 оп. 1946 г. в верховье с богатыми шурфами. Промышленная часть россыпи, с разрывами, располагалась от р.л. 9 оп. 1991 г. до верховий (р.л. 109). Общая протяженность россыпи по оси составляла 9950 м. Ширина россыпи по пересечениям меняется от 10 до 180 м (р.л. 41). В плане форма россыпи была определена как струйчато-лентообразная, в вертикальном разрезе представляющей собой пластовую залежь переменной мощности.

Россыпь с балансовыми запасами категорий С1 и С2, условно, можно представить двумя участками - нижней, до р.л. 49, и верхней, выше линии 49, при этом не разделяя запасы для открытой и подземной добычи, т.к. вся россыпь будет отработана открытыми работами.

Нижняя часть россыпи протяженностью 3750 м., интервал разведочных линий 9-49, располагается до выноса боковых притоков руч. Палатка и руч. Тополевый, и представлена более-менее разведанным участком. Включает 74,4 % площади и 68,0 % разведанных балансовых запасов, в том числе 536,6 кг из 571,5 кг балансовых запасов для открытой добычи категории С1, на базе

которых разработан и утвержден проект открытой разработки месторождения и ведутся горно-добычные работы (2013 и 2014 гг.).

Запасы представлены широкими цельными лентообразными блоками, частью с выклиненными при блокировке "окнами", параллельными контурами или отдельных блоков параллельно основному контуру. По этой причине в операцию 2013 года из отработанных единой площадью 386,6 тыс. м<sup>2</sup>, интервал россыпи от линии 13 до 41 (вынос бокового притока руч. Палатка) протяженностью 2680 м., 300,5 тыс. м<sup>2</sup> составили учтенные балансовые запасы и 86,1 - "окна", условно пустые площади между параллельными блоками учета, для технологической возможности отработок учтенных балансовых контуров и обеспечения сплошности отработок площадей.

Верхний участок россыпи, протяженностью 6200 м., от линии 49 до верховий, фактически был недоразведан и представлен чередой параллельных, узких (до 10 м) и протяженных контуров (200-400 м), в основной массе балансовых категории С2 и контуров прогнозных ресурсов Р1. Запасы разведаны, в основном, шурфами в 1941-46, 1950-52, 1958, 1961-67 гг. Участок россыпи в интервале линий 67-71 протяженностью 450 м отработан в 1985-87 гг. открытыми работами, линий 93-107, протяженностью 1375 метров, подземными работами в 1986-88 гг. В верховье россыпи, в 160 метрах выше шахтных отработок, располагается блок С2-23, опирающийся на одну шурфовочную линию 109 оп. 1946 г.

### **2.3 Сведения по результатам разведочных работ 2012-14 гг.**

Месторождение руч. Берендей с притоками детально разведано за 2012-14 гг. Протяженность россыпи с притоками составляет 17288 м, в том числе - руч. Берендей 12218, Палатка 910, Верный 170, Тополевый 2410, Чаамык 1290 и Порванный 290 м. Месторождение Берендей крупное.

*Россыпь руч. Берендей.*

Россыпь руч. Берендей крупная, вытянутая по простиранию аллювиальная долинного типа с относительно выдержанными по ширине и мощности продуктивным пластом, неравномерным распределением золота в плане и разрезе, наличием внутри россыпи относительно бедных и некондиционных участков.

В плане - прямолинейная, лентообразная, с незначительными изгибами, протягивается от линии 1 в низовье долины до линии 127, границы лицензионного участка. В интервале линий 73-114 пласт разделяется на верхний, в приповерхностном горизонте аллювия, и нижний, тяготеющего к низам аллювия.

В россыпи руч. Берендей сосредоточено 91,9 % всех общеучтенных запасов месторождения на 01.09.2014 г. (балансовые и забалансовые), состоит из 123-х подсчетных блоков и одного (С1-25,26,2) с пересчитанными запасами по результатам работ ГРП 2012-14 гг. и эксплуатационных 2013 г.

В общих чертах разведанную россыпь можно представить, для удобства восприятия, сверху вниз, от истоков к низовью, в следующем виде:

1. Участок протяженностью 1159 м и шириной 50-100 м, от линии 127 до линии 114, с богатым контуром, практически отсутствием торфов и единым мощным пластом песков до коренных пород. От линии 114 начинается раздвоение горизонта песков на верхний пласт и нижний, разделенных пустым прослоем аллювия.

У истока россыпи руч. Берендей, верхней лицензионной границы, слева примыкает к линии 125 левый приток руч. Верный, протяженностью 190 м. По обоим контурам золото продолжается вверх за пределы лицензионных границ.

2. Участок от линии 114 до линии 94, впадения правого притока Чаамык, протяженностью 1894 м, шириной контура 10-130 по верхнему пласту и 10-70 по нижнему. До линии 110 нижний пласт располагается в заужении коренной долины и в два раза уже верхнего контура. Далее, до линии 108, с расширением долины, нижний пласт раздвигается на параллельные два контура, на что



влияет форма плотика. Ширина верхнего контура (подвесного) составляет 80-120 м, нижнего - 20-40 м.

По линии 108 левая струя нижнего контура обрывается, а правая продолжается до выхода правого притока руч. Орон (линия 73) и сливается верхним контуром в один. Ширина верхнего контура уменьшается до 20-60 м и уравнивается с шириной нижнего контура.

3. Участок от линии 94 до линии 73 протяженностью 2025 м. По линиям 94-97 верхний контур (подвесной пласт) практически размывается и суживается до 10-20 м, а ширина контура нижнего пласта до линии 77-79 расширяется до 80-120 м и затем суживается до 30 м по линии 73.

От линии 94 верхний контур шириной 10-50 м одной струей протягивается до линии 90, превращается в забалансовый контур шириной 10-30 м до линии 86. Далее, верхний контур двумя струями шириной 10-20 и 20-40 м прослеживается до линии 81, затем единой мощной струей шириной 80-100 м следует до линии 73.

4. По линии 73, с расширением долины, двоепластие прекращается, контур представлен одним мощным пластом песков, приуроченного к приплотиковой части аллювия. Интервал россыпи шириной 140-240 м, протяженностью 1842 м, следует до линии 55.

5. От линии 55 контур шириной 160-240 м, протяженностью 1118 м, продолжается до линии 41, границы отработок 2013 г. От линии 47 до отработок в срединной части, протяженностью 600 м, располагаются учтенные балансовые запасы С1, по которым буровые работы проводились по внешним границам (бортам).

5. От линии 41 до 13, протяженностью 2666 м, шириной 40-200 м, площадью 386,6 тыс. м<sup>2</sup>, располагаются отработки 2013 г. Разведанные запасы представлены прирезками шириной 20-220 м к отработкам учтенных ранее балансовым контурам.

7. От линии 13, нижней границы отработок, до линии 1, протяженностью 1216 м, располагается нижняя часть россыпи. Ширина участка

190-220 м по линиям 11-13. В интервале линий 13-9 располагаются учтенные балансовые запасы для подземной добычи, блоки С1-1-4, в количестве 101,8 кг, разбуренные для детализационных работ и снятия с учета подземных запасов С1.

От линии 9 контур распадается на две параллельные струи, суммарной шириной, включая пустой промежуток, 180-260 м. От линии 15 до 11 располагаются по левой стороне, параллельно балансовым контурам, забалансовые запасы шириной 10-70 м.

*Типичный разрез рыхлых отложений в пределах промышленной части россыпи следующий:*

1) Почвенно-растительный слой. В русловой части и прибрежных участках, затопляемых паводковыми водами, этот слой отсутствует.

2) Угловатые галечно-валунные отложения с гравием, песком и небольшим содержанием глины (до 10-15 %). Валунистость - до 10-15%. Отложения темно-серого цвета средней окатанности. Среди отложений встречаются линзы илистого песка, а также прослойки льда. Состав материала: песчаники, алевролиты и глинистые сланцы, встречаются обломки кварца. Мощность отложений 2-10 м.

3) Угловатые галечно-валунные отложения с гравием, песком и содержанием глины до 15-20 %. Валунистость - до 20 %. Отложения темно-серого цвета средней окатанности. Состав материала: песчаники, алевролиты и глинистые сланцы, встречаются обломки кварца. Мощность отложений до 10 м. Содержание глины серого цвета увеличивается и составляет около 20 %.

4) Элювий представлен щебнем с дресвой, песком и небольшим количеством глины на изолированных участках. Отмечается просадка гравия и мелкой гальки. Мощность слоя 0,4-1,2 м, средняя мощность элювия – менее 0,8 м. Содержание глины серого цвета составляет около 10-20 %.

### 2.3.1 Характеристика торфов и песков месторождения

Описание торфов, продуктивного пласта песков и плотика месторождения руч. Берендей произведено по материалам разведочных и горно-эксплуатационных работ 2013 г., также от разведочных работ ранних лет.

#### *Торфа*

Почвенно-растительный слой. Представлен покровом мхов и корнями древесно-травянистой растительности в песчано-илисто-глинистом слое мощностью 0,0-0,4 м.

Аллювий современного звена (возраста QIV). Представлен сероцветными аллювиальными отложениями русловой фации. Распространен на площади месторождения в приповерхностном слое ниже почвенно-растительного. Сложен песчано-илистыми образованиями с включениями галечно-гравийного материала. Льдистость в состоянии мерзлоты нехарактерна, составляет до 4-6 %. Мощность слоя - первые метры. Глинистость незначительна. Русловый аллювий темно-серого цвета (угловатые галечно-валунные отложения с гравием, песком и содержанием глины 10-15 %) распространен повсеместно и характеризуется средней окатанностью отложений. Сортированность их плохая, разброс содержания фракций большой: галька 18-72 %, валуны мелкие 4-14 %, валуны средние-крупные 5-13 %, гравий 5-15 %, разнозернистый песок 3-10 %, глина 2-15%.

В подавляющей массе торфа расположены в аллювиальном горизонте. По россыпи руч. Берендей торфа располагаются в породах мерзлоты в пропорциях по интервалам по простиранию россыпи в пределах 58,3-77,5 %, за исключением последнего верхнего участка - 0,9 %, т.е. полностью в талых породах, промерзающих зимой, объясняется малыми мощностями торфов (средняя 1,6 м).

#### *Пласт песков*

Большой частью пласт песков располагается на нижнем горизонте аллювия. От разведочной линии 73 вверх по течению, до линии 114, россыпь

представлена двойным пластом. Верхний пласт, с малыми мощностями торфов, располагается в аллювиальной толще, отличающейся от аллювия ниже по горизонту, лишь некоторым уменьшением связующего глинистого материала, т.е. можно отнести к более-менее отмытому русловому аллювию.

В целом нижний пласт, тяготеющий к породам плотика и низам аллювия, значительно богаче, мощнее верхнего (подвесного) пласта, в пределах линий 104-112 имеют высокие характеристики при мощности пласта, достигающей 8-10 м. Пласты разделены пустым горизонтом от одной проходки (0,4 м) до 6 м.

От линии 114 пласт представлен единым мощным контуром до 6 м при мощностях торфов от 0,8 метра.

В целом пески представлены крупным галечником осадочных пород угловатой формы, слабой окатанности, с примесью мелкой гальки и щебенчато-гравийного материала, цементированных глиной серого цвета. Поверхность покрыта каменным "курумником". Ближе к низу горизонта увеличивается количество крупного и среднего размера щебня подстилающих пород, также с присутствием серой глины. В начале пескового горизонта, на уровне "подготовки", не окатанный материал (щебень) отсутствует. Просадка золота в коренные породы (разрушенные, трещиноватые) незначительная, составляет в основной массе 0,4-1,2 м, в редких случаях 2,0 м, большей частью в нижней части россыпи.

В верхней части россыпи проникновения пласта в разрушенные коренные породы не наблюдается, полностью располагается в аллювиальном галечнике, часто даже отрываясь от плотика на несколько проходок.

В верховье россыпи пласт песков располагается полностью в горизонте аллювиального галечника, не достает коренного вреза долины (тальвега). Объяснить такое возможно тем, что возраст образования тальвега, вреза долины, старше времени россыпеобразования. Из-за крутизны продольного уклона плотика, высокой скорости перемещения массы обломочных пород, отсутствовали условия для сортирования массы переносимого рыхлого

обломочного материала, а привносимое золото от коренных источников не успевало дойти до коренных пород.

С выполаживанием продольного уклона к низовью россыпи просадка золота в коренные породы становится повсеместным. Валуны присутствуют по всему горизонту песков. Представлены угловатыми окатанными обломками песчаников, алевролитов и реже округлыми состава гранитоидов (сиениты). Нередки экземпляры размером до одного метра и более. Процент связующего материала составляет 15-20 %, представлен глиной серого цвета, песком. Пески по составу незначительно отличаются от торфов, т.к. преобладающая часть продуктивного пласта (80 %) сложена слабо окатанным аллювиальным галечником, сцементированных серого цвета глинисто-песчаным материалом. Россыпь характеризуется подвесным пластом от разведочной линии № 73, приуроченным к границе современных аллювиальных отложений, отличающихся лишь меньшим процентом глинистого материала и валунистости, по сравнению с нижележащим горизонтом галечников.

### **2.3.2 Геологическая характеристика плотика месторождения**

Плотик россыпи сложен осадочными толщами Батского, Байосского и Келовейского ярусов среднего отдела Юры, смятыми в линейные складки субширотного простирания с углами падения крыльев 60-75°. Складчатость осложнена серией даек Колымского гранитового комплекса гранит-, гранодиорит-порфиров ( $\gamma\pi 1K1k$ ) и Нера-Бохапчинского габбро-диоритового (малых интрузий) комплекса диорит-порфиритов и кварцевых диорит-порфиритов ( $q\delta\pi J3nb$ ,  $\delta\pi J3nb$ ).

*Элювиальные отложения.* В разрезе залегают под аллювиальными отложениями, на цоколе коренных пород. Образуют обособленные плащевидные залежи и линзы. Сложены дресвой, щебнем, реже глыбами

алевролитов и песчаников со слабой примазкой тёмно-серой, редко желтой, глины в количестве до 10-20 %.

Верхний слой элювия разрушен, иногда содержит (до 10 %) примесь просевшей мелкой гальки и гравия. Нижний слой элювия разрушен меньше и нередко сохраняет первичное залегание (структурный элювий). Переход нижних горизонтов элювия в коренные породы постепенный. Мощность элювия в основном составляет 0,4-0,8 м, реже до 1,2-1,6 м.

*Коренные породы.* Представлены переслаивающимися пластами и пачками глинистых сланцев, разнозернистых алевролитов и песчаников. На всей площади месторождения в терригенно-осадочных породах отмечается слабая пиритизация в виде убогой (в основном до 1-2 %) вкрапленности.

Поперечный профиль плотика россыпи можно охарактеризовать так:

1. В низовье россыпи как таковые врезы, тальвеги отсутствуют. Поперечный профиль имеет корытообразную форму, слабоволнистый вид. Борта коренной долины высотой 4-6 м полого приподнимаются на высокие коренные полки. Ширина коренной долины по линии 1 составляет 450 м, линии 5 - 340 м, постепенно сужаясь, по линиям 7-15 - 250 м, линии 19 до 100 м.

2. От 21-й до 37-й линии ширина коренного вреза долины меняется от нескольких десятков метров до 160 м, расширяясь местами до 260 м или суживаясь. Глубина тальвега составляет от нескольких до 6-7 метров. На всем протяжении по бортам плотик приподнимается уступами общей шириной до 130 м.

Большой частью по левой стороне, в нескольких десятках метров, прослеживается параллельный тальвег шириной 30-50 м и высотой бортов в несколько метров. Местами (линия 31) коренная долина, объединяя параллельные тальвеги, приобретает вид единой долины шириной до 260 м.

3. От линии 47 коренное ложе долины, шириной 150-230 м, сохраняет волнистый характер, с наличием параллельных углублений, поднятий по обоим бортам уступами, но часто наблюдаются узкие (40-50 м) врезы глубиной до 7-9 м (по линиям 47, 65, 67, 69). По линии 69 наблюдаются три ярко выраженных

тальвега с разницей высот 1-4 м, разделенных гребнями шириной 40-60 м. Они повторяются по линии 71. Подобный вид профиля, с натяжкой, сохраняется до линии 100. При этом самый глубокий врез смещается большей частью в левую часть с почти вертикальным коренным бортом высотой до 8-15 м до верхней полки (линии 81, 88, 90, 100) с уступами по правому борту на разных уровнях. При этом на отдельных участках располагаются параллельные тальвеги с незначительными разностями по высоте расположения, шириной 30-50 м, разделенных узким гребнем высотой несколько метров (линии 83, 86, 100).

5. От линии 102 до 110, в связи с увеличением уклона долины, фактора верховья ручья, ширина коренного ложа уменьшается, поперечный профиль усложняется, становится резко пересеченным. По линиям наблюдается самый глубокий врез, по отношению к бортам глубиной 8-9 м при ширине 10, реже 20-30 м. По обоим бортам располагаются полки шириной 20-40 м, на разных высотах. Зачастую эти полки представлены параллельными неглубокими врезами шириной 10-30 м. По линии 105 наблюдаются два четких вреза шириной 20 м и глубиной 3-5 м, разделенных гребнем высотой 2-5 м и шириной 10-30 м. С подъемом вверх ширина коренного ложа долины уменьшается и по линии 107 составляет 80 м. По этой линии профиль днища резко контрастирует с соседними - днище ровное, горизонтальное, слева располагается ровная полка шириной 30 м, приподнявшись на 3 метра от днища основного вреза.

6. От линии 110,5 форма коренного днища долина снова меняется и сохраняется до самых истоков, лишь меняются в сторону уменьшения глубина и ширина тальвега, который в единственном виде располагается в основном по центру, слабо смещаясь в стороны, в основном к левому борту.

7. Далее, вверх по россыпи, глубина вреза от дневной поверхности скачкообразно уменьшается, по линиям 116-120 составляет 12 м, а от линии 121 уже 5-6 м до линии 127. Ширина вреза составляет 10-30 м, приобретает корытообразную форму в интервале линий 125-126, а по линии 127 - V-образную форму шириной 10 м глубиной 8 м от дневной поверхности.

### **3 Материалы и методы исследования**

Исходным материалом послужили шлиховые пробы россыпи ручья Берендей Республики Саха (Якутия), отобранные во время полевых и камеральных работ по всей длине россыпи руч. Берендей из скважин по разведочным линиям с №1 по №125. Шлихи были любезно предоставлены главным геологом Артели старателей «ТАЛ» Романом Петровичем Ге, отобранные им, в период с 2012-2014 гг.

Для исследования шлиховых проб была проведена подготовка шлихов, разделение на фракции. Предоставленные образцы содержали материал размером не крупнее 3 мм.

Взвешивание, рассеивание на ситах и сокращение шлиха не производилось.

В первую очередь проба была подвергнута магнитной сепарации, и ряд минералов, имеющие постоянную магнитность и магнитную восприимчивость, с помощью магнита, обёрнутого калькой отделены магнитные минералы от общей массы. Отобранные таким способом минералы ссыпались в отдельный пакетик.

Затем все пробы подвергались выделению электромагнитной фракции. Это проводилось для отделения минералов на специальном электромагните, содержащие элементы в виде изоморфной примеси (парамагнитные минералы). При различной силе тока был выделен ряд минералов. Оставшаяся немагнитная фракция ссыпалась в отдельный пакетик и подписывалась. В этой фракции и должно было содержаться золото.

Следующим этапом был проведён минералогический анализ шлиха. Прежде чем приступить к определению минералов в шлихе, для ознакомления была использована справочная литература.

Определение минерала начиналось с визуальной диагностики (цвет, форма кристаллов (зерен), прозрачность, твердость, магнитность). Сложности определения минералогического состава шлихов состоят в том, что минералы



были подвергнуты механическим и химическим обработкам в процессе транспортировки. По выделенным минералам, их сохранности, габитусу, содержанию элементов-примесей можно определить генетические связи россыпеобразующих минералов с коренными источниками. Минералогический состав шлиха диагностировался с помощью бинокуляра Leica E24D в МИНОЦ «Урановая геология» на кафедре геоэкологии и геохимии 20-ого корпуса НИ ТПУ (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Бинокуляр Leica E24D

После определения минералогического состава всех шлихов были отобраны золотины для определения их химического состава в лаборатории ТПУ на электронном микроскопе HITACHI S-3400N с энергодисперсным спектрометром Bruker X Flash 4010 тормозящего рентгеновского излучения в МИНОЦ «Урановая геология» на кафедре геоэкологии и геохимии 20-ого корпуса НИ ТПУ (рис.3.2).



Рисунок 3.2 – Сканирующий электронный микроскоп HITACHI S-3400N

#### **4 Вещественный состав продуктивных отложений золотоносной россыпи ручья Берендей**

В данном разделе приводятся результаты исследования типоморфизма (размеры, морфология, химизм, минеральные ассоциации) самородного золота и минералогический анализ шлиховых проб россыпи Берендей.

Благодаря работам Нины Васильевны Петровской в области детального изучения самородного золота, сегодня, типоморфные признаки этого минерала используются в практике прогнозно-поисковых работ и при реконструкции коренных источников по россыпям. Практически все эти признаки находят генетическое объяснение.

Для детального изучения шлиховых проб был проведён минералогический анализ и определен типоморфизм самородного золота.

##### **4.1 Минералогический анализ шлиха**

Состав минералов служит одним из главных источников информации о физико-химических условиях рудоотложения [19].

Данная работа проводилась с фракцией 2 мм. Специфика минералогического анализа шлихов обусловлена малыми размерами минеральных не сцементированных зерен. Сложности определения минерального состава обусловлены тем, что в процессе транспортировки минеральные зерна подвергаются механической обработке и гипергенным химическим преобразованиям. Минералогический анализ таких шлихов требует применения оптических, микрохимических, люминесцентных и прочих лабораторных исследований. Поэтому в данной работе был выполнен неполный анализ, который предполагает определение в шлихах только полезных компонентов и их минералов спутников.

В результате минералогического анализа шлихов было установлено, что часть изучаемых проб имеют примерно одинаковый минералогический состав:

арсенопирит, магнетит, гидрогетит, шеелит, гранаты, кварц и золото. Золото обнаружено во всех изученных шлихах.

Минералы в шлихах представлены в виде зерен и обломков, большинство из которых угловатые и окатанные. Ниже приводится характеристика, обнаруженных минералов.

### **Арсенопирит ( $\text{FeAsS}_2$ )**

Встречается в шлихах редко. В большом количестве он установлен в шлиховой пробе разведочной линии 125, в виде самостоятельных зерен.

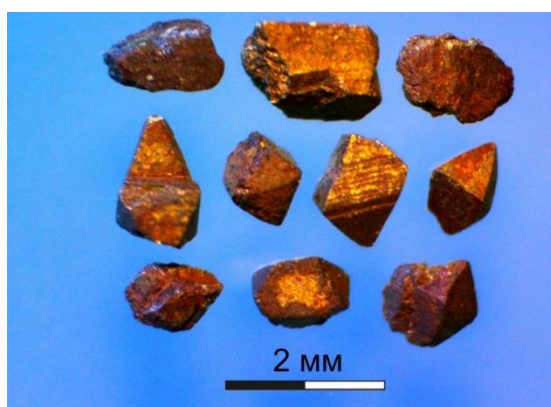


Рисунок 4.1- Кристаллы и обломки зерён арсенопирита

Арсенопирит обнаруживается в виде обломков или кристаллических форм, имеющих слегка удлиненный призматический облик, размером до 3-5 мм. Цвет минерала: серый в изломе, на поверхности граней наблюдаются желтовато-бурая побежалость, так же прослеживается штриховка параллельно оси (рис. 4.1). Достаточно распространенный минерал россыпей

ближнего сноса. Встречается преимущественно в районах развития кислых гранитоидов обычно в виде кристаллов, их обломков, кристаллических сростков и неправильных зерен. Сравнительно быстро окисляется, в связи с чем типичен лишь для молодых россыпей, расположенных в непосредственной близости от коренного источника.

Достаточно распространенный минерал россыпей ближнего сноса; встречается преимущественно в р-нах развития кислых гранитоидов и сопровождающих их метасоматических и гидротермальных месторождений, обычно в виде кристаллов, их обломков, кристаллических сростков и неправильных зерен.

В россыпях могут служить указанием на тип источника питания.

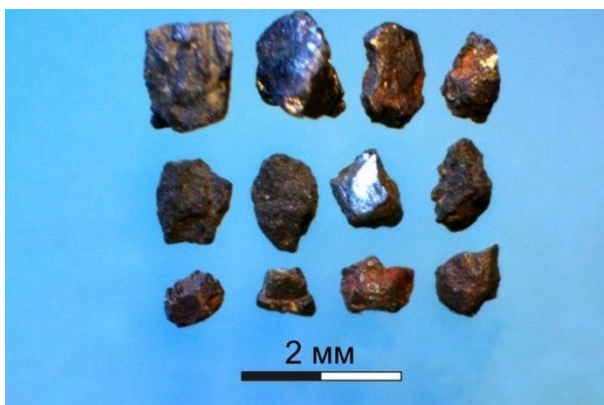


Рисунок 4.2 – Мелкозернистые выделения гетита

### Гетит ( $\text{FeO}(\text{OH})$ )

Широко распространен в виде обломков зерен неправильной формы с острыми ребрами и вершинами размером до первых миллиметров. Цвет от темно-серого до черного, часто с бурым налетом. На изломе имеет микрозернистую структуру, но часто наблюдается блестящая натечная поверхность (рис. 4.2).

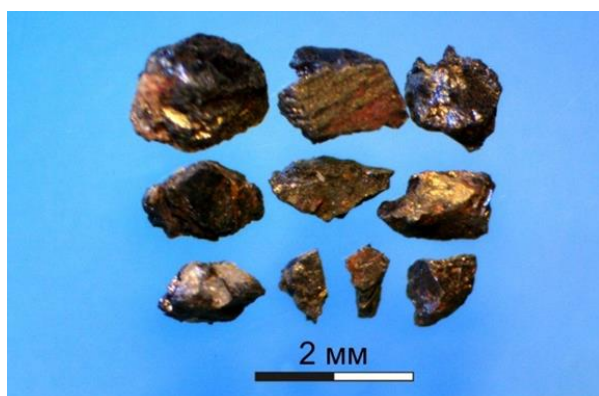


Рисунок 4.3 – Зерна ильменита

### Ильменит $\text{FeTiO}_3$

В шлихах отмечается редко и отличается от гетита более ровной блестящей поверхностью, имеющей смолисто-черный цвет с ярким металлическим блеском (рис. 4.3). Часто встречаются ступенчатые сколы по ровным плоскостям. Ильменит наблюдается в виде

таблитчатых кристаллов. Размер зерён от 1 до 2,5 мм.

### Магнетит $\text{Fe}_3\text{O}_4$

Сингония кубическая, гексоэдрическая, форма кристаллов-октаэдры, Цвет - черный. Спайность отсутствует. Сильномагнитен. При окислении магнетит замещается гематитом. В исследованных шлихах магнетит встречался крайне редко.

### Кварц $\text{SiO}_2$

Цвета различные. Излом раковистый. Несовершенная спайность. Твердость-7. Блеск стеклянный, просвечивает в массе. В исследуемых шлихах

представлены в различных формах. От кристаллов хорошей сохранности (горный хрусталь) до сильноокатанных зерен белого цвета.



Рисунок 4.4 – Полупрозрачные зерна шеелита

### Шеелит $\text{Ca}[\text{WO}_4]$

Наблюдается в шлихе редко, его находят в районе развития гранитоидов. Зерна встречаются как полупрозрачные слабоокрашенные желтоватые, зеленоватые и буроватые тона зерна неправильной обломочной формы (рис. 4.4). Кристаллы шеелита псевдооктаэдрического облика, реже

таблитчатого. На гранях иногда наблюдается штриховка. Чаще всего шеелит наблюдается в виде зерен и вкрапленности неправильной формы. Шеелит не выносит длительных переносов поверхностными потоками и присутствие его в шлихах свидетельствует о близости коренного источника. Практический интерес могут представлять шлихи с повышенным количеством шеелита.

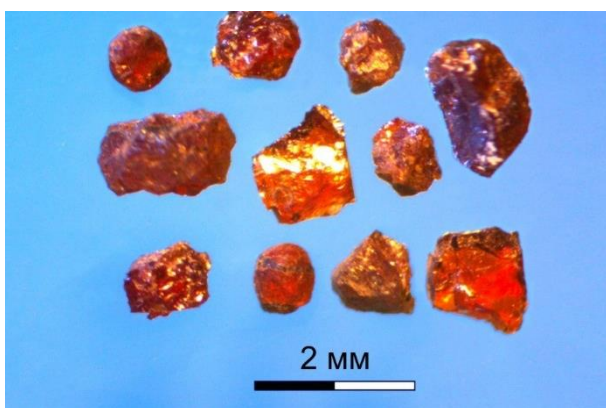


Рисунок 4.5 – Обломки зерен альмандина

### Альмандин $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]$

Встречаются в виде единичных знаков мелких комковатых слабо - или плохо окатанных зерен оранжево-красной и красной окраски размером до 2 мм. Часто попадаются округлые зерна кубоидного облика (рис. 4.5). Весьма устойчив при переносе и многократном переотложении

материала, в силу чего часто накапливается в конечных продуктах бассейна седиментации совместно с ильменитом и другими устойчивыми к выветриванию минералами.



Рисунок 4.6 – Зерно самородного золота

### Золото Au

Кубической сингонии. Хорошо образованные кристаллы не встречаются. Спайность отсутствует. Излом крючковатый. Очень ковкое и тягучее. Твердость 2,5—3. Блеск металлический, немагнитное, непрозрачное. Цвет золота желтый, с чистой поверхностью, по следам свежей механической потертости ярко-желтый (рис.4.6).

Первостепенной задачей минералогического анализа шлихов было выяснение изменения минерализации с глубиной и по всей длине россыпи.

С увеличением глубины минералогический состав шлихов не изменяется, а с переносом с головной части россыпи к нижней части изменяется. Если в головной части встречен шеелит, горный хрусталь, то в средней и нижней части шеелит отсутствовал, но был встречен вольфрамит а кварц приобрел белый цвет.

## 4.2 Типоморфные особенности самородного золота россыпи

Изучение типоморфизма самородного золота - один из важнейших аспектов учения о месторождениях полезных ископаемых, значение которого исключительно велико при проведении детальных геологоразведочных работ и оценке прогнозных ресурсов рудных (коренных) и россыпных районов. На стадии поисковых работ именно самородное золото и его специфические особенности, в большинстве случаев, служат единственным достоверным источником информации о золотоносности конкретной территории. На основе принципа минералогической аналогии делаются выводы о связи золота с

различными рудно-формационными типами месторождений, наличии скрытой минералого-геохимической зональности, величине эрозионного среза и особенностях генезиса [8].

#### **4.2.1 Гранулометрический состав самородного золота**

Считается, что гранулометрический состав самородного золота в россыпях определяется в основном размерностью частиц золота в коренных источниках. Многолетние исследования россыпных месторождений полезных ископаемых позволили академику Н.А. Шило сформулировать закон: "для каждой россыпи характерен свой средний диаметр зерен минералов, отвечающий формационной принадлежности ее коренных источников, типу континентального литогенеза и гидродинамическим условиям, в которых она формировалась" [19]. Этот закон нашел практическое применение при поисках и оценке россыпных и коренных месторождений полезных ископаемых. Размеры зерен и агрегатов самородного золота варьируют в весьма широких пределах. В изученных шлихах верхнего, среднего и нижнего течения ручья Берендей выявлено преобладание зерён золота средней и мелкой размерности.

По крупности золото руч. Берендей разделено на 2 класса: мелкое (+0,5-2 мм) и средней крупности (+2-4 мм). Изменение гранулометрического состава по простиранию россыпи показан на продольном профиле россыпи ручья Берендей (рис 4.18).

Как видно из таблицы 4.1, если в пробах р.л. 1 в нижней части россыпи преобладают частицы мелкого класса (от 0,5 до 2 мм), то в пробах р.л.75-125 из средней и верхней частей - явно преобладает масса золота среднего класса размером более 2 мм (рис.4.1).

В практике принято размер золотин определять сравнением с некоторой условной величиной, именуемой средней крупностью. Под этим термином понимается наиболее вероятный диаметр отверстий, способных оставлять на сите ровно 50 % веса пробы [7].



Таблица 4.1 Гранулометрический состав самородного золота по разведочным линиям/скважинам

Разведочная линия/скважина		Фракции, мм	
		Мелкое +0,5-2	Средней крупности +2-4
Верхнее течение	125/2	n=2	n=9
	125/4	n=4	n=12
	125/6	n=5	n=17
	125/8	n=7	n=8
Среднее течение	75/8	n=12	n=6
	75/10	n=14	n=6
	75/12	n=13	n=11
	75/14	n=8	n=3
	75/16	n=6	n=15
Нижнее течение	1/31	n=4	n=1
	1/35	n=2	n=2
	1/37	n=3	n=1
	1/39	n=5	n=3

Примечания: n- количество зерён, встреченных в шлихе

Вниз по течению, в россыпи закономерно уменьшается относительное количество средней фракции самородного золота и увеличивается доля мелкой.

Гранулометрический состав по простиранию россыпи показан на рисунке 4.14.

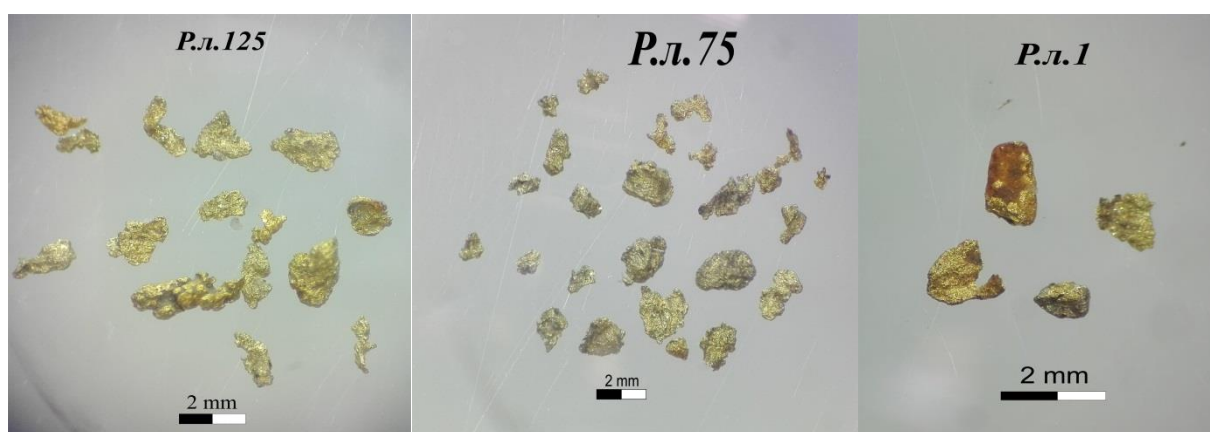


Рис. 4.7 Фракции мелкого и среднего класса от верховья к низовью ручья Берендей

#### 4.2.2 Степень окатанности зерен самородного золота в россыпи

Окатанность золота является показателем продолжительности нахождения самородного золота в россыпеобразующем процессе и дальности сноса металла от рудного источника [6].

По степени окатанности россыпное золото подразделяют на неокатанное или почти неокатанное, полуокатанное или среднеокатанное, хорошо окатанное и совершенно окатанное.

В россыпи ручья Берендей, анализируя шлиховые пробы верхнего, среднего и нижнего течения, можно выделить:

1. Золото комковидное изометричной и сферической формы.
2. Золото плоское, пластинчатой формы (чешуйчатое, лепешкообразное) .
3. Золото удлинённых форм (палочковидное, лентовидное).

Характер окатанности золота определен, согласно схеме, предложенной Пауэрсом. В этой шкале 6 классов окатанности, которые можно легко выделить под биноклем (рис. 4.8). Шлиховые пробы ручья Берендей были взяты с верхней, средней, нижней части. После общего анализа окатанности методом средневзвешенного посчитана средняя окатанность золота в пробе (по линии). Для этого сумма произведений количество зерен в классе крупности на коэффициент окатанности делится на общее число зерен.

Наиболее распространены неокатанные и полуокатанные зерна, характерные для верхних участков россыпей. Окатанные зерна встречаются относительно редко, главным образом в нижней части россыпи. Неокатанные золотины или зерна «рудного облика» имеют отпечатковый рельеф поверхности с остроугольными формами, поверхность полуокатанных — бугорчато-ямчатая и шероховатая .

На интервале разведочных линий верхнего и среднего течения россыпи ручья Берендей (р.л.125 – р.л.75) золото представлено смесью зерён и «рваными» слабоокатанными частицами.



Рисунок 4.8 – Шкала окатанности золота (по М.К. Пауэрсу)

Они имеют округленные угловатые выступы, в них хорошо сохраняются первичные субрудные формы выделений. Иногда здесь наблюдаются и плохоокатанные зерна (до 1-5%), у которых лишь слегка притуплены острые концы выступов. Признаки плохой

окатанности можно видеть также на тонких пленочных выделениях золота, у которых наблюдаются резко угловатые очертания. Они имеют гладкие поверхности со ступенчатым рельефом и бороздками, унаследованные, по-видимому, от стенок трещин, что указывает на их прожилковую природу.

На участке разведочных линий среднего и нижнего течения (р.л.75 – р.л.1) золото преимущественно представлено хорошо окатанными зёрнами с плавными округленными краями. Тонкие пластинчатые выделения, в основном имеют округлые и овальные формы, напоминающие чешуйки.

Для тонких чешуек характерны изогнутые края, встречаются сложенные пополам. В пробе р.л.75 из среднего течения руч. Берендей среди золотин появляется значительное количество (до 30-50%) среднеокатанных (полуокатанных) зёрен. Последние характеризуются неодинаковой степенью округленности выступов, что частично сохраняет основные первичные формы выделений золотин.

Цвет поверхности золотин изменяется от светло-желтого до желтовато-серого. Если хорошо и среднеокатанные зёрна имеют желтую окраску, то слабо и плохоокатанные зёрна приобретают сероватый оттенок до появления грязно-серых золотин (рис.4.9).

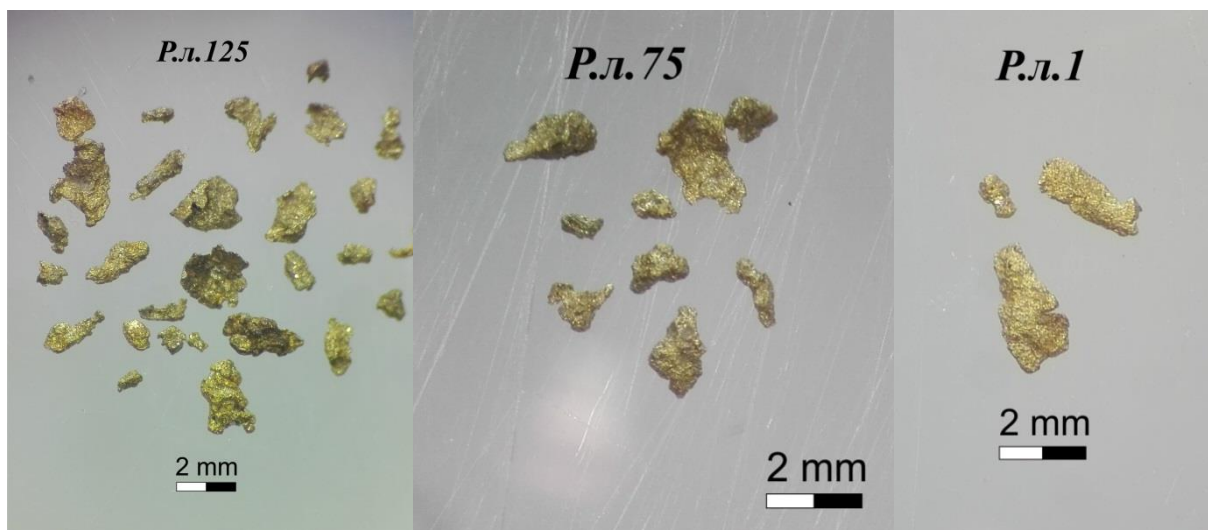


Рисунок 4.9 – Характер окатанности золота от головной части россыпи к «хвостовой»

#### 4.2.3 Морфологические особенности самородного золота

Сведения о морфологии золота накапливаются значительно быстрее, чем осуществляется их обобщение и анализ. Длительно время исследователи ограничивались описаниями форм золотинок без попытки их систематизации [15].

Уже давно обнаружено, что золото проявляет стремление заполнять полости в агрегатах других минералов, копируя неправильные очертания таких полостей, преимущественно трещинных. Установлено также существование ограниченных индивидов самородного золота; возникая при определенных условиях минералообразования, они несомненно представляют собой самостоятельный морфологический тип золотинок. Менее известна склонность золота к частичному проявлению идиоморфизма: отдельные участки поверхности мелких в общем ксеноморфных золотинок нередко покрыты гранями, многие более крупные золотины состоят из сростков ксеноморфных и идиоморфных частиц. Подобные формы могут служить интереснейшими показателями влияния неоднородности среды на механизм кристаллизации золота.

Многообразие ферм выделений является одной из специфических особенностей самородного золота: наблюдаются прекрасно образованные кристаллы и их причудливые сростки; дендриты, с разнообразными рисунками ветвей и стволов; иглы, изогнутые проволочки и, наряду с ними, пленки, чешуйки, жилки и обособления неправильных угловатых очертаний [8].

Таким образом, существуют три основных легко распознаваемых морфологических типа выделений золота: а) идиоморфные (кристаллы, их сростки, дендриты); б) неправильные (подчиненные формам заполняемых золотом полостей); в) смешанные (сочетающие признаки первых двух). Каждый из трех типов объединяет серии морфологических видов и разновидностей, различаемых по деталям форм. Изучая всю длину россыпи можно сделать вывод о том, какие формы выделения золота прослеживаются от верховья к низовью россыпи.

В россыпи Берендей выделены два морфологических типа зерен — правильные и неправильные. Для мелких зерен ( $-0,5$  мм) в виде кристаллов различного облика характерны идиоморфные формы. Кроме того, встречаются пластинки, таблички и чешуйки. Крупные золотины обычно имеют комковидную и сложнокомковидную формы. Идиоморфные зерна представлены изометрическими и удлиненными кристаллами и их сростками. Изометрические кристаллы имеют октаэдрический габитус. Кристаллы практически не окатаны и обладают хорошей сохранностью граней. Иногда наблюдались сростки изометрических кристаллов как сложного, так и простого строения. В уплощенных кристаллах октаэдрического габитуса сохранились отчетливые грани, несмотря на закругленность их ребер и вершинок. Для граней характерны шероховатая поверхность и наличие отпечатков кристаллов других минералов, вероятно, кварца (рис.4.11).

В целом, россыпь состоит из смеси хорошо и средне окатанных чешуйчатых, пластинчатых, уплощенных и комковатых зерен. Реже встречаются слабо и плохо окатанные индивиды неправильной формы, имеющие субрудный облик.

Нередко встречаются золотины, облепленные серым рыхлым материалом или плотно покрытые гидроксидами железа.

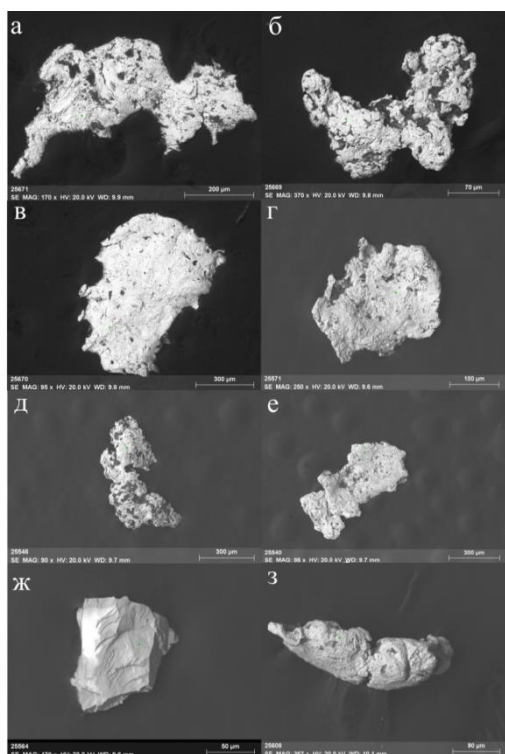


Рисунок 4.11– Морфология индивидов самородного золота россыпи ручья Берендей: а- тонкие пластинки самородного золота с шероховатой поверхностью, б- сложнокомковидное зерно самородного золота, в- уплощенное зерно лепешковидной формы с зазубренными краями, г- пластинчатое и уплощенное зерно золота, д- удлиненный, комковидный индивид самородного золота, е- пластинчатое выделение с неправильными гранями, ж- неокатанный обломок кристалла, з-комковидное удлиненное зерно.

Зерна самородного золота неправильных форм — удлиненные, комковидные или сложнокомковидные, предположительно выполняли интерстиции между кварцевыми зернами в коренных рудах (рис. 4.11, б, д, з). Удлиненные зерна имеют проволокоподобную форму, характеризуются шероховатой поверхностью и присутствием углублений, частично заполненных кварцем. Идиоморфные зерна представлены пластинками, уплощенными зернами (рис. 4.11 а, в, г, е).

Таким образом, при прослеживании россыпи сверху вниз, можно сделать вывод о том, что в верховьях ручья золотины имеют субрудный облик, рваные края зерён, неправильную форму, пластинчатое золото отсутствует, а в нижнем течении заметно преобладание . В верхнем течении руч. Берендей в пробе р.л. 125 преобладают комковидные (96%) зерна. В меньшем количестве встречаются зерна

удлиненной (3%) и уплощенной (1%) форм. В нижнем течении ручья р.л.1 уменьшается доля комковидного золота (до 83%) и возрастает относительное количество уплощенных (9%) и удлиненных (8%) зерен.

#### **4.2.4 Особенности химического состава и пробности самородного золота россыпи ручья Берендей**

При изучении химического состава самородного золота определяют его пробу, то есть, процент содержания золота или серебра в драгоценном металле, выраженное в процентах и содержание элементов-примесей [6].

##### **а) Элементы примеси в золоте руч. Берендей**

Элементы-примеси – это химические элементы и соединения, содержащиеся в полезном минерале россыпи в виде твердых растворов, изоморфных и механических примесей, микровключений собственных минералов и др. Примеси в одних случаях могут снижать качество полезного минерала, такие как Ag и Cu в самородном золоте и  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$  в ильмените, в других, напротив, повышают его ценность (напр., Ir, Pd, Os в самородной платине, Ta в касситерите и вольфрамите, Sc в ильмените, Hf в цирконе и т.д.). Содержание примесей в россыпеобразующих минералах часто является важным признаком, позволяющим установить связь россыпей с коренными источниками и уровень среза последних [18,19].

Россыпному золоту характерно «облагораживание» состава, происходит накопление частиц с меньшим содержанием серебра. Вместе с тем, не исключается химический процесс избирательного выноса серебра после формирования россыпи [8].

Как правило, самородное золото отлагается в конце каждой рудной стадии и содержит микровключения ранее выделившихся рудных минералов, обогащаясь их элементами. Наряду с механическими элементами-примесями, отмечаются также структуры не входящие в кристаллическую решетку самого золота. Присутствие их в золоте обычно устанавливается по особенностям

распределения. Это определяет типоморфное значение элементов-примесей как показателей геохимических и минеральных типов месторождений и региональной геохимической обстановки [11].

Основным примесным элементом в самородном золоте является Ag. Многочисленные литературные данные свидетельствуют, что содержание его в золоте с уменьшением глубины формирования месторождений увеличивается. «Максимально высокую пробу золото имеет в рудных телах, сформированных на больших глубинах, а минимальную — в близповерхностных месторождениях» [15].

Сравнительное изучение рудного и россыпного золота на ряде месторождений, где россыпи пространственно связаны с коренными источниками, показывает, что при переходе рудного золота в россыпь (в условиях Северо-Востока России) и его удалении от коренного источника на расстояние первых сотен метров заметных изменений пробности золота не происходит [15]. Пробность и элементы-примеси россыпного золота традиционно служат важнейшим источником информации о природе и составе коренной минерализации [14].

По результатам электронной микроскопии среди элементов-примесей в россыпном золоте месторождения Берендей, отмечается постоянное повышенное присутствие серебра, в верховьях россыпи, разведочной линии 125. Так же в единичных зёрнах наблюдаются примеси кальция, кварца, натрия, магния, калия, железа и алюминия. Содержание элементов-примесей по верхнему, среднему и нижнему течению приведены на рисунке 4.12 (рис. 4.12).

Типоморфное значение элементов-примесей ограничено. Тем не менее в ряде случаев их присутствие в самородном золоте позволяет на самых ранних стадиях исследований территорий выявить разнотипную золотую минерализацию.



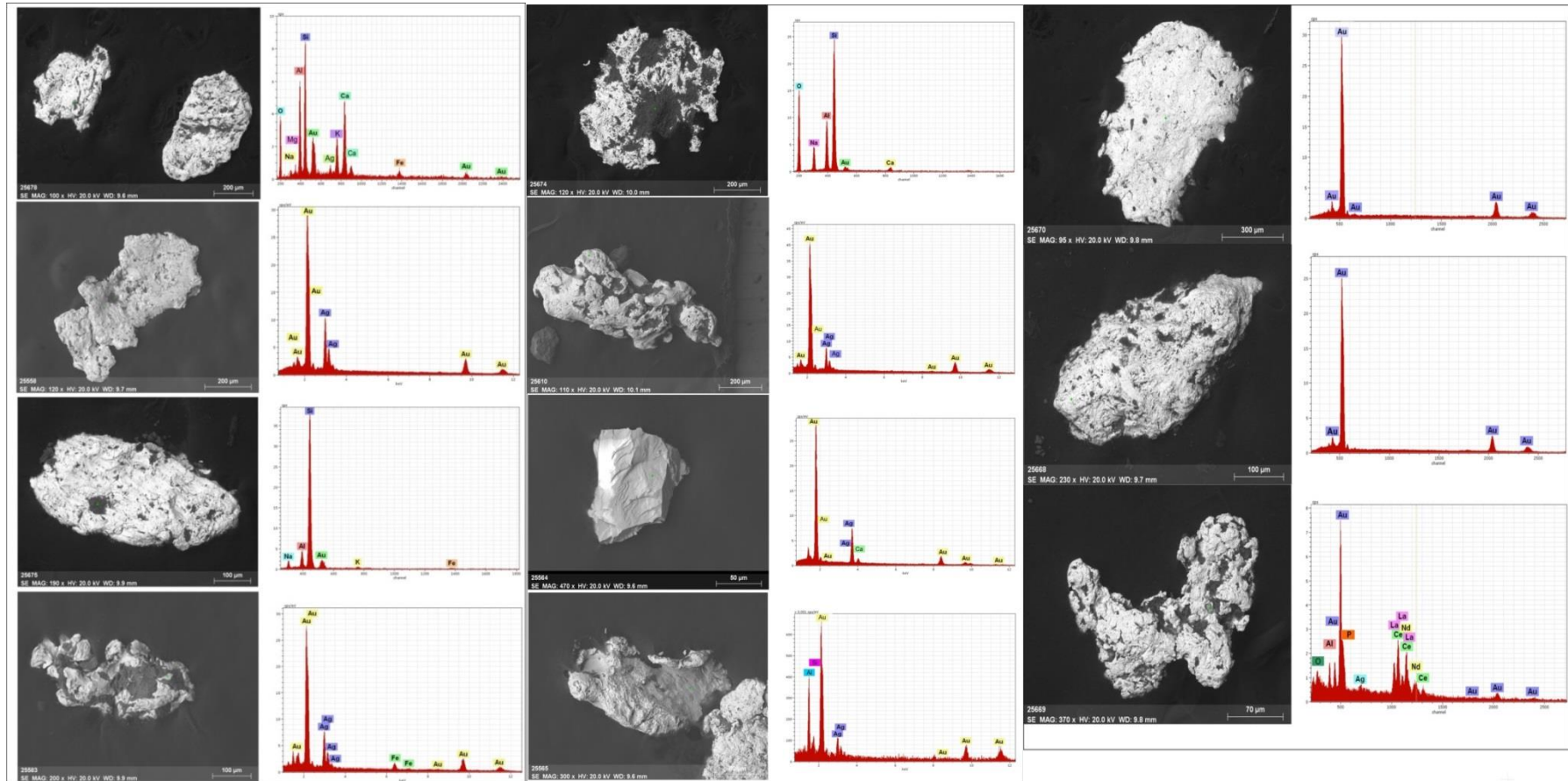


Рисунок 4.12 – Элементы-примеси в золоте верхнего, среднего и нижнего течения руч. Берендей (Р.Л.125,Р.Л.75,Р.Л.1)  
(слева направо)

## б) Определение пробности золота

При определении химического состава золота используются методы, позволяющие с разной степенью детальности установить его вариации в каждой пробе. Для установления средней пробности золота в пробе применяется традиционный пробирный анализ с определением содержания золота, серебра и лигатуры на 100 мг навески. Пробность самородного золота определяется как отношение веса химически чистого золота в самородном золоте к его массе, включающей все примеси. Пробность определяется в промилле. Так как основная примесь в золоте это серебро, а содержание остальных элементов-примесей редко превышает 1%, то пробность природного золота показывает отношение в нём золота и суммы золота и серебра [6].

В данной работе использовалась растровая электронная микроскопия с энергодисперсионной приставкой. Анализ проводился в 3 точках в каждой золотине с целью выяснения возможной неоднородности золотин по составу и подсчитано среднее значение результатов по полученным спектрам для каждой золотины.

Золото россыпи Берендей характеризуется весьма разнообразной химической чистотой. По результатам определений пробности золота россыпи можно разделить на 3 группы: 1–россыпи с преобладанием низкопробного золота со средними значениями 707–738 ‰; 2–россыпи с преобладанием золота средней пробы со средними значениями 823–887 ‰; 3–россыпи с преобладанием золота высокой пробы со средними значениями 900–929 ‰;

Можно также предположить, что с продвижением золотин вниз по россыпи происходит "вымывание" серебра, основной примеси, и происходит замещение его золотом с повышением пробности.

В верховьях ручья Берендей в исследованных пробах наблюдается весьма низкая пробность. В таблице 4.2 приведены средние значения пробности золота по трём скважинам и в целом по разведочной линии.

Таблица 4.2 – Пробность в скважинах разведочной линии верховья ручья

Пробность , ‰	Р.л.125		
	Скважина-3	Скважина-6	Скважина-9
Минимальная	686	661	643
Максимальная	708	713	796
Средняя по скважине	697	687	719
Средняя по линии	701		

Как видно из таблицы 4.2 , проанализировано три скважины, можно проследить, что минимальная пробность по скважинам колеблется от 643 до 686 ‰. Заметим, что с дальностью по разведочной линии пробность золота снижается, как минимальная, так и максимальная. Пик пробности в целом по верхнему течению составил 738 ‰, что доказывает низкую пробность золота (рис.4.13). В среднем течении ручья Берендей пробность была определена по трём скважинам, пик максимальной пробности составил 923 ‰, а минимальной 722‰. Скважина-15 имеет относительно низкую пробу золота по всем параметрам. В целом, по разведочной линии пробность золота 823‰, это говорит о том, что золото в среднем течении ручья Берендей имеет среднюю пробность. В таблице 4.3 приведена пробность по скважинам среднего течения.

Таблица 4.3 – Пробность по скважинам разведочной линии №75 среднего течения

Пробность , ‰	Р.л.75		
	Скважина-9	Скважина-11б	Скважина-15
Минимальная	753	758	722
Максимальная	923	902	883
Средняя по скважине	838	830	802
Средняя по линии	823		

В хвостовой части россыпи анализ был так же проведён по трём скважинам. Пик минимальной пробности составил 757‰, а пик максимальной 997%. В таблице 4.4 приведены данные по пробности самородного золота по р.л.1. В целом, по разведочной линии пробность 901‰, что относит его к высокопробному золоту.

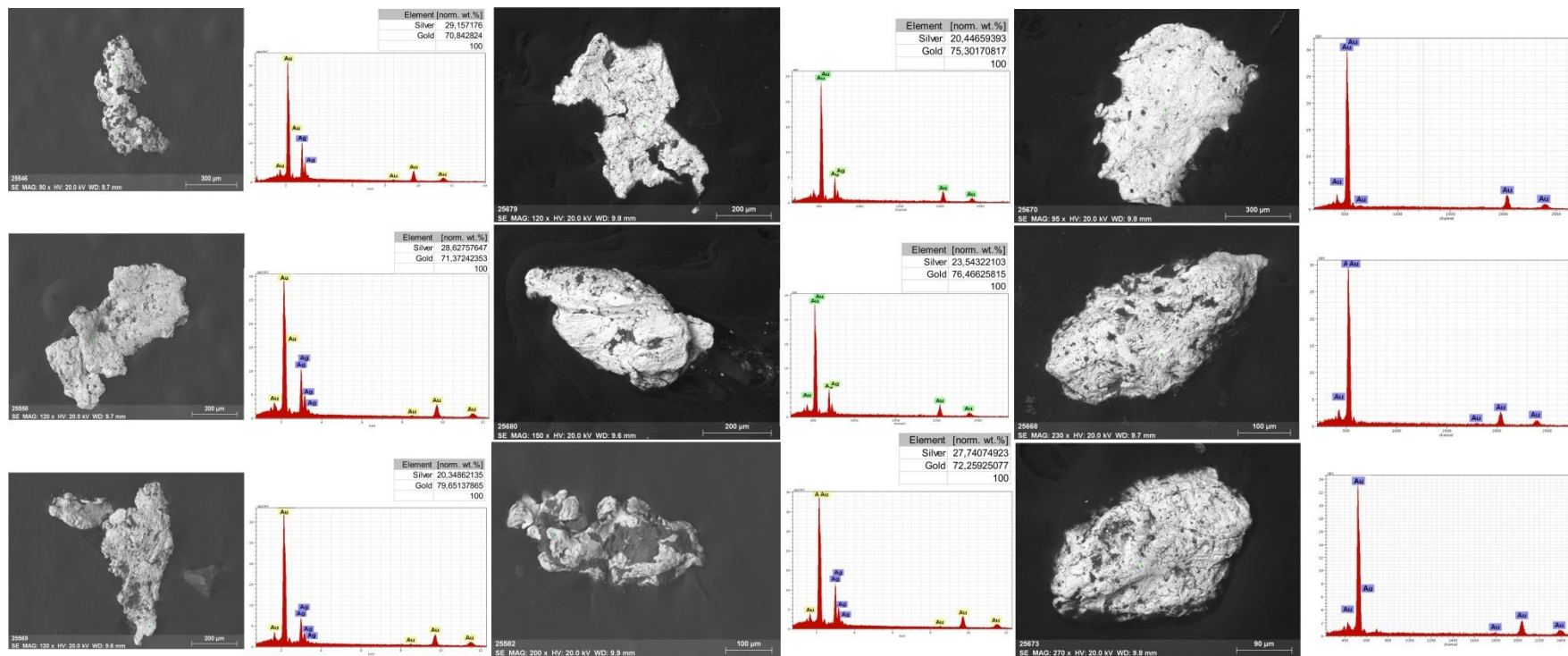


Рисунок 4.13 – Пробность самородного золота верхнего, среднего и нижнего течения руч. Берендей (Р.Л.125, Р.Л.75, Р.Л.1)  
(слева направо)

В хвостовой части россыпи анализ был так же проведён по трём скважинам. Пик минимальной пробности составил 757‰, а пик максимальной 997‰. В таблице 4.4 приведены данные по пробности самородного золота по р.л.1. Можно заметить, что в скважине 39 низкие параметры пробности. В целом, по разведочной линии пробность 901‰, что относит его к высокопробному золоту.

Таблица 4.4 – Пробность самородного золота по скважинам разведочной линии № 1 нижнего течения

Пробность , ‰	Р.л.1		
	Скважина-19	Скважина-33	Скважина-39
Минимальная	831	866	757
Максимальная	995	997	960
Средняя по скважине	913	931	859
Средняя по линии	901		

в) Вывод

Наблюдается существенное повышение пробности золота вниз по течению руч. Берендей. Если в верховьях руч. Берендей (р.л.125) золото в основном характеризуется относительно низкой пробностью, в среднем течении (р.л.75) ручья, пробность золота постепенно повышается, то в нижнем течении (р.л.1) прослеживается резкое повышение пробы золота до 997‰.

Ещё в прошлом веке было замечено, что золото россыпных месторождений имеет более высокую пробу, чем в исходных коренных рудах [15].

Позднее было доказано, что меняется в основном состав периферических частей золотин, из которых удаляется серебро. Выявилась зависимость степени очищения золота от размеров его частиц: чем мельче были золотины и соответственно больше их суммарная поверхность, тем сильнее проявлялся эффект их облагораживания. Установлено, что изменение состава золота по мере удаления от области питания россыпей связано с постепенным увеличением доли мелкого золота [14].

По закономерному уменьшению примесей серебра в процессе самоочищения можно сделать вывод о том, что увеличение пробности золота в низовье ручья указывает на значительную удаленность от коренного источника.

Химические преобразования выражаются в формировании в золотилах высокопробных кайм и высокопробных межзерновых прожилков, аналогичных тем, которые образуются в зоне гипергенеза. Масштабы их формирования обычно увеличиваются с возрастом и глубиной залегания золотоносных отложений. Особенно интенсивно преобразовано золото в россыпях, сформированных в доледниковые теплые и влажные эпохи. Высокопробные каймы могут формироваться как в результате диффузионного выщелачивания серебра из серебросодержащих золотилах, так и путем замещения золото-серебряного сплава относительно чистым золотом. Формированию высокопробных кайм может способствовать гидрокарбонатный состав вод, благоприятный для миграции Ag. Подвижность Au в этих условиях слабая. В процессе хемогенного преобразования самородного золота наряду с Ag обычно выносятся Hg и Cu [12].

В результате изучения химического состава золота можно сделать вывод, что все изученные золотины имеют сходные признаки, вследствие чего, можно судить о формировании золота при одних и тех же условиях. Можно предположить, что изученное золото поступало в россыпь с одного коренного источника.

В совокупности с учетом механических и химических преобразований золота в зоне окисления рудных месторождений и россыпях это позволяет устанавливать критерии связи россыпей золота с питающими их рудными источниками, что является важным для золотодобывающей промышленности страны.

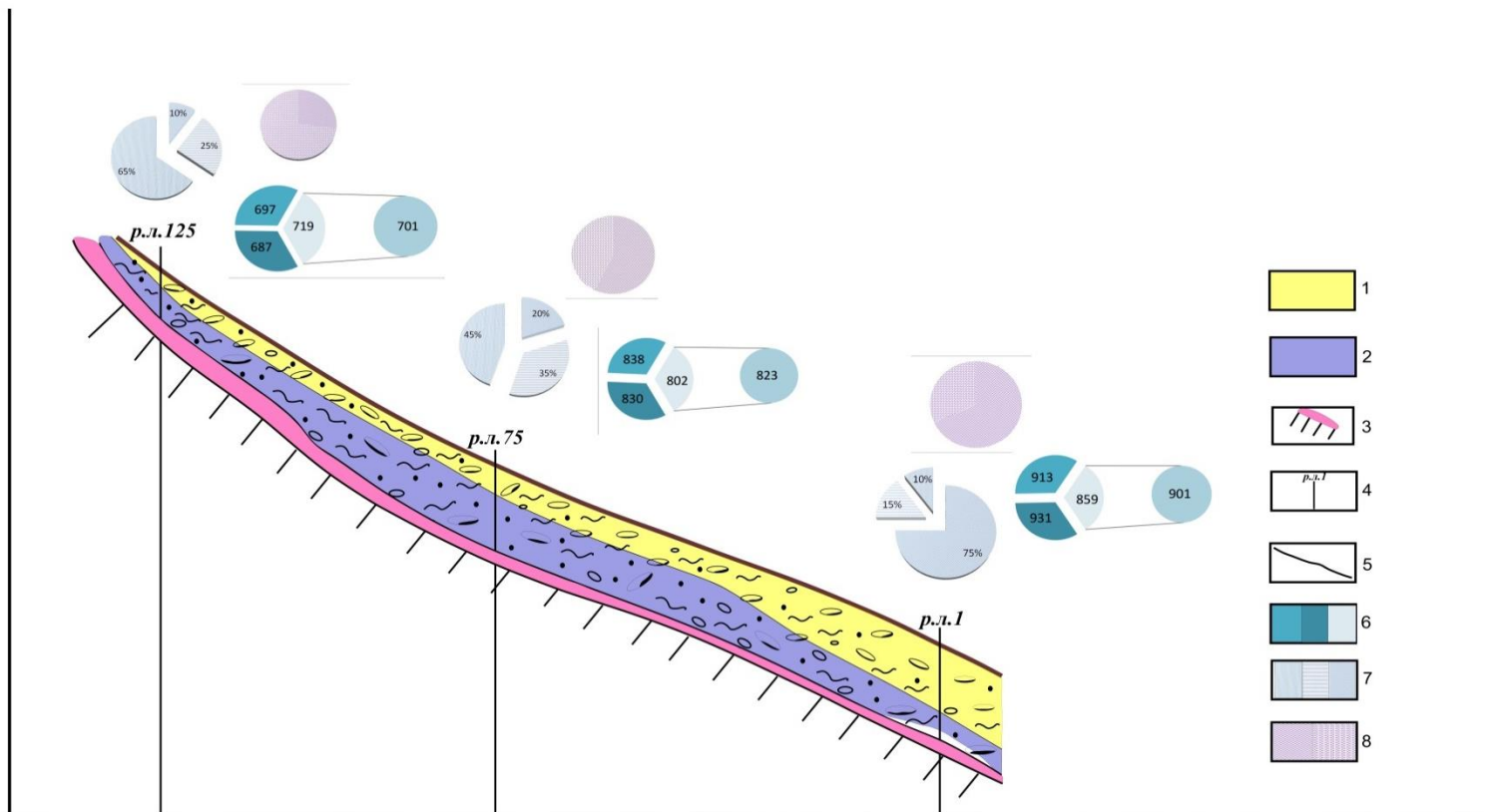


Рисунок 4.14 Изменение типоморфных признаков самородного золота по простиранию россыпи

1 – торфа, 2 – пески, 3 – плотик, 4 – номер разведочной линии, 5 – граница литологических разностей, 6 – пробность самородного золота, 7 – степень окатанности (а – плохоокатанная, б – слабоокатанная, в – хорошоокатанная), 8 – гранулометрический состав (а – 0,5-2мм, б – 2-4 мм).

## **Практические выводы и рекомендации**

Итак, проведенными исследованиями установлены следующие типоморфные особенности россыпного золота месторождения Берендей.

В верховье ручья (разведочная линия №125) преобладают фракции среднего золота, в среднем течении (разведочная линия № 75) наблюдается фракция среднего и мелкого золота, а в низовье ручья (разведочная линия № 1) преимущественно мелкая фракция.

Размерность самородного золота в верхах россыпи превосходит таковую в коренном источнике, что по данным ряда исследователей, является результатом выноса мелких фракций за пределы ручья.

Морфология зерен самородного золота россыпи свидетельствует о транспортировке металла водным потоком. В головной части россыпи преобладают комковидные, удлинённые золотины, а в «хвостовой» части россыпи - уплощенные.

Характер окатанности золота (в случае её наличия) невысокая, начальных стадий, что говорит об образовании россыпи из местных, недавно вскрытых коренных источников. Совершенно не окатанные частицы золота особенно характерны для верхней части россыпи, но присутствуют среди в той или иной мере окатанного золота на протяжении всей россыпи, вплоть до линии 1.

В результате изучения химического состава золота можно сделать вывод, что все изученные золотины имеют сходные признаки, вследствие чего, можно судить о формировании золота при одних и тех же условиях. Можно предположить, что изученное золото поступало в россыпь с одного коренного источника.

Наблюдается существенное повышение пробыности золота вниз по течению руч. Берендей. Если в верховьях руч. Берендей (р.л.125) золото в основном характеризуется относительно низкой пробыностью, в среднем



течении (р.л.75) ручья, пробность золота постепенно повышается, то в нижнем течении (р.л.1) прослеживается резкое повышение пробы золота до 997‰ .

По закономерному уменьшению примесей серебра в процессе самоочищения и хорошей окатанности золотинок, можно сделать вывод о том, что увеличение пробности золота в низовье ручья указывает на значительную удаленность от коренного источника.

На основании приведенных типоморфных особенностей и минералогического состава можно сделать вывод о том, что основным источником питания россыпей является раннемеловой интрузивный комплекс, представленный разрушенной дайкой гранодиорит-порфиров.

## **5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Основной целью магистерской диссертации является изучение вещественного состава рудной минерализации россыпи ручья Берендей.

Для осуществления поставленной цели было необходимо выполнить следующие основные задачи:

- произвести отбор шлиховых проб с ручья;
- выполнить с надлежащим качеством лабораторные исследования;

В данной части магистерской диссертации представлена сметная стоимость проведения работ, которые могут быть поделены на две группы: полевые и лабораторные.

Сметная стоимость составляется с использованием нормативно правовых документов:

- Сборник сметных норм на геологоразведочные работы за 1992 год выпуск №1, №7 (ССН-92, Вып.1, Вып.7);
- Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы;
- Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы за 1993 год выпуск №1 (СНОР-93, Вып.1);

### **5.1 Расчет затрат времени, труда, материалов, оборудования**

#### **5.1.1 Полевые работы**

В процессе проведения полевых работ приходится выполнять передвижения между пунктами наблюдения. Протяженность таких передвижений во многом определяется освоенностью территории исследования и организацией производства конкретной разновидности работ. Нормирование передвижений проводится в зависимости от вида передвижения, используемых

транспортных средств, категории проходимости местности, группы дорог и других нормообразующих факторов.

В состав полевых работ входят пешие переходы и передвижения на вахтовке (автомашина, доставляющая людей и грузы на вахту производственный объект, удаленный от основного предприятия), виды, номер нормы времени и планируемые объемы работ представлены в таблице 5.1 (табл.5.1).

Протяженность ручья Берендей составляет 15 км. Общая протяженность эксплуатируемой россыпи 9,9 км. Расстояние от участка открытых горных работ до нижнего течения россыпи составляет 27 км. посчитано с помощью GPS-навигатора. От нижнего течения к верхнему течению ручья передвигались пешком. Итого подход к россыпи составил 27,5 км., пеший переход составил 10 км. Общая протяженность составила 37,5 км.

Расчет затрат времени ( $N_i$ ) по каждому виду работ производился по формуле:

$$N_i = N_{Bp} \times V_i;$$

где  $N_{Bp}$  – норма времени на выполнение единицы  $i$ -го вида проектируемых работ;  $V_i$  – объем  $i$ -го вида работ.

Затраты времени на передвижение, согласно ССН-92, вып. 1, ч. 1, т. 40, составили:

$$0,78 * 10 / 10 \text{ км} = 0,78 \text{ чел/день}$$

по местности 4 категории проходимости (среднегорье, обнаженные, покрытые мелкоземом, дресвой и щебнем; открытые, задернованные, с низким травостоем; поросшие лесом средней густоты или редким без кустарника).

$$0,49 * 27,5 / 100 \text{ км} = 0,13 \text{ чел/день}$$

по дорогам 2 категории (дороги с твёрдым покрытием (булыжные, щебеночные, гравийные)).

Всего затраты времени на передвижение при отборе проб составили 0,91 чел/день.

Затраты труда (в чел.-днях) исполнителя – техника-геолога, выполняющего пешие переходы или переезды на транспортных средствах, численно равны нормам длительности этой работы соответственно 0,78 и 0,49.

В состав работ по отбору шлиховых проб входят работы, предусмотренные нормами ССН-92 вып. 1, ч. 5, глава 5: отбор проб бороздовым способом, подготовка проб к промывке, промывка проб, выгрузка «серого» шлиха, доводка «серого» шлиха до «черного», сушка шлиха, упаковка и маркировка шлиха.

Шлиховые пробы отбирались в крафтовые капсуля и в капсуля из кальки. С каждой точки отбиралось в общей сложности по 15 проб шлиха. Всего было отобрано 150 проб.

Расчет затрат времени на отбор проб согласно ССН, вып. 1, ч. 5, т. 48:

$$0,37*150/10=5,55 \text{ чел /день.}$$

Таблица 5.1 – Перечень проектируемых работ

Виды работ	Единицы работ	Номер нормы времени по ССН-92	Норма времени	Объем работ	Затраты времени (чел/день)	Затраты труда (чел/день)
Пешие переходы исполнителей между точками наблюдений	10км	вып. 1, ч. 1, т. 40	0,78	0,10	0,78	0,78
Передвижения на вахтовке	100км	вып. 1, ч. 1, т. 40	0,49	0,27	0,13	0,49
Отбор шлиховых проб	150 проб	вып. 1, ч. 5,	0,37	15	5,55	
ВСЕГО						1,27

Результаты расчета материальных затрат на проведение полевых работ приведен в таблице 5.2 (табл.5.2) .

Таблица 5. 2 - Расчет материальных затрат на проведение полевых работ

Наименование	Единицы измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб
Крафтовая бумага (А4)	шт	50	37	1 850
Калька (А4)	шт	20	75	1 500
Журналы регистрационные	шт	1	300	300
Лотки доводочные	шт	1	6000	6 000
Магнит	шт	1	800	800
Скребок	шт	1	3000	3 000
Мешки хлопчатобумажные	шт	150	30	4 500
<b>ВСЕГО</b>				<b>17 950</b>

Затраты на полевые работы составили 17 950 рублей.

Полевые работы и отбор шлиховых проб техник-геолог осуществил за 10 рабочих дней. Отбор проб осуществлял техник-геолог. Основная заработная плата составила 32 704 рубля. Расчет по заработной плате приведен в таблице 5.3 (табл.5.3).

Таблица 5.3 – Основная заработная плата

№ п/п	Наименование должности	Кол-во человек	Оклад за месяц (без р.к.) руб.	Районный коэффициент (для Якутии)	Итого зарплата за 10 дней руб.
1.	Техник-геолог	1	38 000	1,6	28 944
	Итого по зарплате:				<b>28 944</b>

В месяце 21 рабочий день. Техник-геолог отбирал пробы 10 дней подряд, без выходных. Значит, за один рабочий день, без учета районного коэффициента он получает 1809 рублей. Расчет сметной стоимости полевых работ составила 63 110 рублей. Расчет приведен в таблице 5.4 (табл. 5.4).

Таблица 5.4 – Сметная стоимость полевых работ

Наименование	Един. измерения	Должностной оклад.ст.,руб	Затраты труда, чел./день	Затраты, руб.
Техник - геолог	руб.	38 000	1,27	28 944
Дополнительная зарплата 7,9%				2 580
Отчисления на соц.нужды 30.2% (2016 г.)				9 876
Итого зар/плата				45 160
Материалы	руб.			17 950
Амортизация	руб.			0
Итого основных расходов				104 510

Стоимость полевых работ составила 63 110 рублей. Полевые работы включали в себя: 1) отбор шлиховых проб с аллювия россыпи, 2) промывка рыхлого материала на лотке. После доводки шлиховой пробы на лотке, проба отправляется на лабораторное исследование.

### 5.1.2 Лабораторные исследования

Лабораторные исследования проведены в Международном инновационном научно-образовательном центре "Урановая геология" Национального исследовательского Томского политехнического университета. На базе центра был проведен химический анализ на растровом электронном микроскопе с энергодисперсионной приставкой и минералогический анализ шлиховых проб на оптическом микроскопе. Услуги по проведению лабораторных исследований приведены в таблице 5. 5 (табл.5. 5).

Таблица 5.5 - Услуги по проведению лабораторных исследований

<b>Вид работ</b>	<b>Единица измерения</b>	<b>Объем работ</b>	<b>Единичная сметная расценка (в рублях)</b>	<b>Сметная стоимость работ (в рублях)</b>
Электронно-зондовый микроанализ	проба	150	408	61 200
Полуколичественный минералогический анализ шлихов	проба	50	2328	116 400
<b>Итого затрачено</b>				<b>177 600</b>

Таким образом, в данной главе было составлено экономическое обоснование проведенных работ, включающее в себя расчет затрат времени и труда, а также сметы по всем видам проведенных работ, суммирование которых дало представление об общей стоимости проведенных исследований. В результате расчетов можно сделать вывод о том, что стоимость исследования составила 240 710 рублей.

## **6 Социальная ответственность при построении модели закономерности пространственного распределения золота и сопутствующей минерализации россыпи ручья Берендей (Оймяконский район, Республика Саха (Якутия))**

Целью данной работы является построение геолого-математической модели пространственного распределения золота и сопутствующей минерализации россыпи ручья Берендей.

Обобщение, интерпретация данных, обсуждение результатов работы проводится в камеральном помещении, которое расположено в кабинете самостоятельной работы магистрантов инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии, который расположен в 540 аудитории 20 корпуса института природных ресурсов, Национального исследовательского Томского политехнического университета. Аудитория оснащена 10 индивидуальными рабочими местами, каждое рабочее место представляет собой компьютерный стол с тумбой и полками для книг, оснащенный стационарным компьютером (процессор: Intel(R) Core(TM) с монитором Samsung Sync Master 713N. Так же в учебной аудитории имеется круглый стол, рассчитанный на 10 человек. Камеральное помещение имеет естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через окна, искусственное освещение осуществляется системой общего равномерного освещения. Размеры учебной аудитории составляют: длина – 7 м, ширина – 5 м, высота – 3,5 м.

Целью данного раздела является камеральная обработка данных, которая производится в учебной аудитории за компьютером, поэтому в разделе «Социальная ответственность» будет рассмотрена безопасность работы за рабочим местом в компьютерном классе.



## 6.1 Производственная безопасность

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ в этом помещении описаны в таблице 1 в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74[35].

Таблица 6.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ при построении геолого-математической модели россыпи ручья Берендей

Этап работы	Ф а к т о р ы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г.)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<p><i>Камеральный этап.</i> Сбор, изучение, анализ имеющихся материалов; камеральная обработка данных, проводится на стационарном компьютером (процессор: Intel(R) Core(TM) i5-3230M CPU 2,60 GHz) с монитором Samsung Sync Master 713N с диагональю 17 дюймов.</p>	<p>1. Недостаточная освещенность рабочей зоны 2. Отклонение параметров микроклимата в помещении 3. Степень эмоционального напряжения 4. Шум 5. ЭМИ</p>	<p>1. Электрический ток 2. Пожарная опасность</p>	<p>ГОСТ 12.1.019 - 79 [37]. ГОСТ 12.1.038-82 [38]. ПТЭ и ПТБ потребителей [46]. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [48]. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [49]. СанПиН 2.2.4.548-96 [50] 123-ФЗ [59].</p>

Примечание: пожарная безопасность описана как ЧС в п. 1.4.

## 6.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

### 1. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов. Недостаточная освещенность может возникать при неправильном выборе осветительных приборов при искусственном освещении и при неправильном направлении света на рабочее место при естественном освещении.

Таблица 6.2 – Нормируемые и фактические показатели искусственного освещения [48].

Рабочая поверхность и плоскость нормирования освещенности (Г - горизонтальная) и высота плоскости над полом, м	Освещенность (при общем освещении), лк		Показатель дискомфорта М, не более		Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более	
	Фактическая	Допустимая	Фактический	Допустимый	Фактический	Допустимый
Г – 0,8	400	300	40	40	15	15

Оценка освещенности производилась в соответствии с требованиями к освещению [48]. В таблице 6.2 приведены нормируемые и фактические показатели искусственного освещения. Нормируемые показатели представлены для кабинетов, рабочих комнат, офисов, представительств в административных зданиях (министерства, ведомства, комитеты, префектуры, муниципалитеты

управления, конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения). Реальная освещенность на рабочем месте взята из материалов аттестации рабочих мест по условиям труда.

Исходя из табличных данных, можно сказать, что освещенность соответствует нормативным данным, следовательно, освещение, оказывает благоприятное влияние на качество рабочего процесса и безопасность учащихся.

## *2 Отклонение параметров микроклимата в помещении*

Независимо от состояния природных условий в производственных помещениях и на рабочих местах должны быть созданы климатические, безопасные для человека и наиболее благоприятные для выполнения работы.

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

К источникам тепла относится вычислительное оборудование, приборы освещения. Из которых 80% суммарных выделений дают ПК, что может повлечь за собой повышение температуры и снижение влажности в помещении.

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно - эмоциональным напряжением [50].

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах [52].

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 6.3, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

По интенсивности общих энергозатрат организма в процессе труда работа с ПК относится к категории работ Ia [50].

Таблица 6.3 – Оптимальные величины и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений при работе в компьютерном помещении [50].

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Факт.	Оптималь.	Факт.	Оптималь.	Факт.	Оптималь.	Факт.	Оптималь.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Холодный	Ia	23	22-24	23	21-25	50	60-40	0,1	0,1
Теплый	Ia	24	23-25	24	22-26	50	60-40	0,1	0,1

Анализируя таблицу, можно увидеть, что показатели характеризуют микроклиматические условия как оптимальные, которые при их воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивают оптимальное тепловое состояние организма. В этих условиях напряжение терморегуляции минимально, общие и (или) локальные дискомфортные тепло ощущения отсутствуют, что позволяет сохранять высокую работоспособность.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия: системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, спецодежда и другие средства индивидуальной защиты.

В помещениях, оборудованных ПК, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПК [49].

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005-88 [36] и СанПиН 2.24.548-96 [50]. Они едины для всех производств и всех климатических зон с некоторыми незначительными отступлениями.

В нормах производственного микроклимата отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

### *3 Степень нервно-эмоционального напряжения*

При длительной работе с ПК можно заметить симптомы, обусловленные раздражением глаз: покраснение глаз, слезотечение, чувство сухости глаза. Больше всего неприятностей доставляют симптомы зрительной усталости: тяжесть в области век и надбровий, трудности с фокусировкой, затуманивание зрения, иногда слезотечение.

Чтобы избежать таких последствий, необходимо делать перерывы каждые 2 часа.

При непрерывной работе с ПК необходимо выполнять комплекс профилактических мероприятий:

-делать гимнастику для глаз каждые 20-25 минут работы на ПК, а при появлении дискомфорта, выражающегося в быстром развитии усталости глаз, мелькании точек перед глазами и т.п., гимнастика для глаз проводится индивидуально и самостоятельно, независимо от указанного времени.

-для снятия частичного утомления должна проводиться физкультурная зарядка с разного рода упражнениями;

-для снятия общего утомления, улучшения функций нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, а также мышц рук, спины, шеи и ног, следует проводить продолжительную зарядку на все группы мышц, на зарядку следует отвести 15 минут [49].

#### *4 Шум*

Длительное воздействие шума снижает остроту слуха и зрения, повышает кровяное давление, утомляет центральную нервную систему, в результате чего ослабляется внимание, увеличивается количество ошибок в действиях рабочего, снижается производительность труда. Воздействие шума приводит к появлению профессиональных заболеваний и может явиться причиной несчастного случая.

Органы слуха человека воспринимают звуковые колебания с частотой 16–20000 Гц. Колебания с частотой ниже 20 Гц (инфразвук) и выше 20000 Гц (ультразвук) не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое воздействие на организм. Гигиенические нормативы шума определены ГОСТ 12.1.003 - 83\* «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» и СН 2.2.4/2.1 .8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий».

Для снижения шума в помещениях проводятся следующие основные мероприятия:

- уменьшение уровня шума в источнике его возникновения;
- звукопоглощение и звукоизоляция;
- установка глушителей шума;
  - рациональное размещение оборудования.

#### *5 ЭМИ*

Электромагнитное излучение (ЭМИ). Основным вредным фактором, воздействию которого подвергается инженер-исследователь при работе за компьютером, является электромагнитное излучение. Оно пагубно влияет на костные ткани, ухудшает зрение, повышает утомляемость, а также способствует ослаблению памяти и возникновению онкологических заболеваний.

С целью снижения вредного влияния электромагнитного излучения при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие общие гигиенические требования [49].

Длительность работы без перерыва взрослого пользователя должна быть не более 2 ч, ребенка – 10÷20 мин, в зависимости от возраста. В процессе работы следует менять содержание и тип деятельности (чередовать ввод данных и редактирование). Согласно требованиям санитарных норм необходимы обязательные перерывы при работе за компьютером, во время которых рекомендовано делать упражнения для глаз, рук и опорно-двигательного аппарата.

1. Рабочее место с компьютером должно располагаться по отношению к окнам таким образом, чтобы лучи света падали слева. Если в помещении находится несколько компьютеров, то расстояние между экраном одного монитора и задней стенкой другого должно быть не менее 2 м, а расстояние между боковыми стенками соседних мониторов – 1,2 м. Оптимальным расстоянием между экраном монитора и глазами работника является 60÷70 см, но не ближе 50 см.

2. Для ослабления влияния рассеянного рентгеновского излучения от монитора ПК рекомендуется использовать защитные фильтры (экраны).

### **6.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения**

#### *1. Электрический ток*

Электрические установки, к которым относятся практически все оборудование ПК, представляет для человека большую опасность, так как в процессе использования или проведения профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока зависит от: рода и величины напряжения и тока, частоты тока, пути тока через тело человека, продолжительности воздействия электрического тока на организм человека, условий внешней среды.

Реакция человека на электрический ток возникает лишь при протекании тока через тело. Коснувшись проводника, который находится под напряжением, человек становится частью электросети, по которой начинает протекать электрический ток. Как известно, организм человека состоит из большого количества солей и жидкости, что является хорошим проводником электричества, поэтому действие электрического тока на организм человека может быть летальным.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него сложное действие – термическое, электролитическое, биологическое, механическое.

Аудитория, где проводится камеральная обработка результатов научной деятельности, согласно ПУЭ относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током (относительная влажность воздуха – не более 75 %, температура воздуха +25С<sub>о</sub>, помещение с небольшим количеством металлических предметов, конструкций) .

К работе в электроустановках должны допускаться лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе с присвоением квалификационной группы по технике безопасности и не имеющие медицинских противопоказаний [38].

Напряжения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 6.4 [38].

Основные нормативные акты, устанавливающие требования электробезопасности являются ГОСТ 12.1.019 -79 [37] и ГОСТ 12.1.038-82 [38].



Таблица 1.4 - Предельно допустимые значения напряжений и токов [38]

Род тока	Напряжение (U), В	Сила тока (I), мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Примечания:

1. Напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействия не более 10 минут в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения.

2. Напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 250С) и влажности (более 75%), должны быть уменьшены в три раза.

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, т.е. соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок потребителей [46], правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей [46] (ПТЭ и ПТБ потребителей) и правил устройства электроустановок (ПУЭ) [47].

Аудитория, где проводится камеральная обработка результатов научной деятельности, согласно ПУЭ [47] относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током (относительная влажность воздуха – не более 75 %, температура воздуха +25С<sub>о</sub>, помещение с небольшим количеством металлических предметов, конструкций).

Для предотвращения электротравм следует соблюдать требования, предъявляемые к обеспечению электробезопасности работающих на ПК:

-все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должно питаться от одной фазы электросети;

-корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с одной общей точкой;

-для отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный пункт с автоматами и общим рубильником;

-все соединения ПК и внешнего оборудования должны проводиться при отключенном электропитании.

## **6.2 Экологическая безопасность**

Эксплуатация далеко не самая сложная операция с персональным компьютером, с точки зрения экологии, самая сложная операция – это утилизация.

Вся оргтехника включает в свой состав как органические составляющие (пластик различных видов, материалы на основе поливинилхлорида, фенолформальдегида), так и почти полный набор металлов.

Техногенный мусор в виде отслуживших свой срок компьютеров не может быть уничтожен самой природой. Более того, их громоздкость и наличие внутри ядовитых химических веществ не позволяют подвергать эту технику уничтожению способом сожжения.

Порядок утилизации компьютеров:

1) Создание комиссии на предприятии, имеющем технику, подлежащую утилизации. Это внутренняя комиссия, которая создается для коллективного принятия решения о том, какая именно техника может быть списана.

2) Составление экспертного заключения о том, что техника действительно «отжила свое» и должна быть списана. В качестве эксперта может выступать как независимый специалист, так и сотрудник компании, имеющий диплом, подтверждающий его компетентность в работе с данной техникой.

3) Составление акта технической экспертизы, подтверждающего, что техника уже вышла из строя и не подлежит ремонту либо же что ремонт её уже нецелесообразен.

4) Составление акта списания компьютерной техники с обязательным отображением в бухгалтерском учете предприятия.

5) Утилизация техники на соответствующем предприятии, имеющем право на переработку компьютеров.

6) Получение официального подтверждения в виде документа, сообщающего о том, что техника была утилизирована в соответствующем порядке и опасные отходы не будут загрязнять окружающую среду.

Такие металлы, как свинец, сурьма, ртуть, кадмий, мышьяк входящие в состав электронных компонентов переходят под воздействием внешних условий в органические и растворимые соединения и становятся сильнейшими ядами. Утилизация пластиков, содержащих ароматические углеводороды, органические хлорпроизводные соединения является насущной проблемой экологии, поэтому вся оргтехника должна утилизироваться по правилам [53] .

Отдельного положения, регулирующего утилизацию именно техники и компьютеров, в законодательной базе нет. Утилизация и переработка осуществляются согласно общим положениям. Списанные компьютеры относятся к отходам и должны быть утилизированы в порядке, указанном в законодательстве в сфере обращения с отходами. Отходы, содержащие в себе части цветных металлов, относятся к категории металлолома и подпадают под соответствующую категорию. Если техника содержит в себе опасные для окружающей среды вещества – тяжелые металлы, соли, – она подпадает под категорию опасных отходов [54].

### **6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

В данном разделе рассматривается чрезвычайная ситуация – пожары в зданиях, сооружениях жилого, социального и культурного назначения, относящаяся к классу ЧС техногенного характера.

В современных ПК очень высока плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются

соединительные провода, коммутационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 80-100°C. При повышении температуры отдельных узлов возможно оплавление изоляции соединительных проводов, которое ведет к короткому замыканию, сопровождающееся, в свою очередь, искрением.

«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» утвержден федеральным законом от 22 июля 2008 г [39].

Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения. К ним относятся:

- конструктивные и объёмно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению;
- ограничения пожарной опасности строительных материалов используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;
- снижение технологической взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий;
- наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения;
- сигнализация и оповещение о пожаре.

В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты:

- «План эвакуации людей при пожаре»;
- для локализации небольших загораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 шт.);
- установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчики-сигнализаторы типа ДТП).

В данном помещении не обнаружено предпосылок к пожароопасной ситуации. Это обеспечивается соблюдением норм при монтаже

электропроводки, отсутствием электрообогревательных приборов и дефектов в розетках и выключателях.

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

Правовую основу обеспечения безопасности жизнедеятельности составляют соответствующие законы и подзаконные акты, принятые представительными органами Российской Федерации (указы президента, постановления правительства РФ и входящих в неё государственных образований), местными органами власти и специально уполномоченными органами. При составлении раздела учитывались необходимые правовые нормы и организационные мероприятия при работе за компьютером.

### **6.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю [53]. Сокращённая продолжительность рабочего времени при ведении работ, которые профессионально связаны с эксплуатацией ПК, не предусмотрена [54].

Продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать двух часов [51].

Всем работникам предоставляются выходные дни (еженедельный непрерывный отдых). При пятидневной рабочей неделе работникам предоставляются два выходных дня в неделю, при шестидневной рабочей неделе - один выходной день [55].

## **6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы.

Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680 - 800 мм, при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм.

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм. Рабочее место пользователя следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы [49].

## Заключение

Итак, проведенными исследованиями установлены следующие типоморфные особенности россыпного золота месторождения Берендей.

В верховье ручья (разведочная линия №125) преобладают фракции среднего золота, в среднем течении (разведочная линия № 75) наблюдается фракция среднего и мелкого золота, а в низовье ручья (разведочная линия № 1) преимущественно мелкая фракция.

Размерность самородного золота в верхах россыпи превосходит таковую в коренном источнике, что по данным ряда исследователей, является результатом выноса мелких фракций за пределы ручья.

Морфология зерен самородного золота россыпи свидетельствует о транспортировке металла водным потоком. В головной части россыпи преобладают комковидные, удлиненные золотины, а в «хвостовой» части россыпи - уплощенные.

Характер окатанности золота (в случае её наличия) невысокая, начальных стадий, что говорит об образовании россыпи из местных, недавно вскрытых коренных источников. Совершенно не окатанные частицы золота особенно характерны для верхней части россыпи, но присутствуют среди в той или иной мере окатанного золота на протяжении всей россыпи, вплоть до линии 1. В поперечном профиле наличие относительно окатанного золота в правой части россыпи и возрастание количества неокатанного золота в сростках в ее левой части, в совокупности с данными определения возраста рыхлых отложений и более глубоких гипергенных изменениях золота в правой по сравнению с левой частью россыпи, позволяет говорить о одновременности вскрытия коренных источников. Очевидно, оно происходило последовательно от правого борта к левому и сопровождалось значительной денудацией и эрозией их в правой части долины.

В результате изучения химического состава золота можно сделать вывод, что все изученные золотины имеют сходные признаки, вследствие чего, можно судить о формировании золота при одних и тех же условиях. Можно

предположить, что изученное золото поступало в россыпь с одного коренного источника.

Наблюдается существенное повышение пробности золота вниз по течению руч. Берендей. Если в верховьях руч. Берендей (р.л.125) золото в основном характеризуется относительно низкой пробностью, в среднем течении (р.л.75) ручья, пробность золота постепенно повышается, то в нижнем течении (р.л.1) прослеживается резкое повышение пробы золота до 997‰ .

По закономерному уменьшению примесей серебра в процессе самоочищения и хорошей окатанности золотинок, можно сделать вывод о том, что увеличение пробности золота в низовье ручья указывает на значительную удаленность от коренного источника.

Таким образом, данные о развитии высокопробных оболочек указывают на относительно позднее поступление золота в нижнюю часть россыпи.

На основании приведенных типоморфных особенностей и минералогического состава можно сделать вывод о том, что основным источником питания россыпей является раннемеловой интрузивный комплекс, представленный разрушенной дайкой гранодиорит-порфиров.



## Список использованных источников

### Опубликованная:

1. Гамянин Г.Н. Минералого-геохимические аспекты золотого оруденения Верхояно-Колымских мезозоид. М. ГЕОС.2011.221
2. Количественная оценка типоморфных признаков самородного золота различных золоторудных формаций / Л.А. Николаева, А.Н. Некрасова // Руды и металлы. 1995. №5.С.20-31.
3. Москвитин С.Г., Анисимова Г.С., Самородное золото Якутии. – Новосибирск: Наука,1997.
4. Нестеренко Г.В. Прогноз золотого оруденения по россыпям (на примере районов юга Сибири). – Новосибирск: Наука,1991.
5. Никифорова З.С., Герасимов Б.Б., Тулаева Е.Г. Генезис золотоносных россыпей и их возможные источники (восток Сибирской платформы) // Литология и полезные ископаемые. 2011. №1. С. 21-35.
6. Николаева Л.А. Генетические особенности самородного золота как поисково-оценочный критерий руд и россыпей. М.: Недра, 1978. 12.
7. Николаева Л.А. Методическое руководство по изучению самородного золота при геологоразведочных работах. – М.: ЦНИГРИ,1985.
8. Николаева Л.А., Гаврилов А.М. Типоморфизм самородного золота. М.: ЦНИГРИ,2003
9. Николаева Л.А., Яблокова С.В. Типоморфные особенности самородного золота и их использование при геологоразведочных работах // Руды и металлы. 2007. № 6. С. 41–57.
10. Новые данные об изоморфной смесимости золота и серебра в самородном золоте и его синтетических аналогах / М.С.Сахарова, А.И. Горшков // Докл. АН СССР.1982.С. 457-460.

11. Особенности минералогии золото-висмут-теллурического оруденения Сихотэ-Алиня / В.В.Иванов, А.И.Замбжицкий, Г.Б.Молчанова и др. // Современные проблемы металлогении: Мат-лы научной конференции, посвященной 90-летию академика Х.М. Абдуллаева. Ташкент, 2002. С. 176–178. 14.
12. Особенности самородного золота коренных месторождений Верхояно-Колымской складчатой системы / Г.Н.Гамянин, Ю.Я.Жданов, В.М. Суплецов и др. // Вопросы геологии, минералогии и геохимии золотого оруденения Якутии. Якутск, 1980. С. 69–80.
13. Петровская Н.В. Современные исследования типоморфизма самородного золота // Новые данные о типоморфизме минералов. М.: Наука, 1980. С. 25-43.
14. Петровская Н.В. О понятии «парагенетическая минеральная ассоциация» // Геология рудных месторождений. 1967. №2. С. 69-78.
15. Петровская Н.В. Самородное золото. М.: Наука, 1973. 16.
16. Петровская Н.В. Сафонов Ю.Г., Шер С.Д. Формации золоторудных месторождений // Рудные формации эндогенных месторождений. М.: Наука, 1976. Т. 2. С.3-111.
17. Савва Н.Е., Прейс В.К. Атлас самородного золота Севера-Востока СССР. – М.:Наука, 1990.
18. Словарь по геологии россыпей / Под ред. Б.В.Рыжова, В.Д. Белоусова, В.С. Трофимова и др. М.: Недра, 1985.
19. Шило Н.А. Учение о россыпях. – М.: Академия горных наук, 2000.
20. A. Vishitia, C.E. Suha, B. Lehmann et al. Gold grade variation and particle microchemistry in exploration pits of the Batouri gold district, SE Cameroon// // Journal of African Earth Sciences. – November 2015. – V. 111. – P. 1–13.

21. Abe, H.: Chemical compositions of gold ores and Ag/Au values of electrum from the Oya mine, Miyagi Prefecture. *Mining Geol. Spec. Issue* 10:119-125 (1981) (Japanese with English abstract).
22. Asaad M.B. Moufti. Opaque mineralogy and resource potential of placer gold in the stream sediments between Duba and Al Wajh, Red Sea coast, northwestern Saudi Arabia // *Journal of African Earth Sciences*. – November 2014. – V. 99. – P. 1. – P. 188–201.
23. Boyle, R.W. The geochemistry of gold and its deposits. *Geol. Surv. Can. Bull.* 280, 584 p (1979).
24. G.D. Kamenov, E.B. Melchiorre, F.N. Ricker, E. DeWitt. Insights from Pb Isotopes for Native Gold Formation During Hypogene and Supergene Processes at Rich Hill, Arizona // *Economic Geology*. – November 1, 2013. – V. 108. – P. 1577–1589.
25. Hough R.M., Noble R.R.P., Reich M. Natural gold nanoparticle// *Ore Geol. Rev.* – 2012. – V. 42. – P. 55–61.
26. L. Yesares, T. Aiglsperger, R. Saez, G.R. Almodovar, J.M. Nieto, J.A. Proenza, C. Gomez, J.M. Escobar Gold Behavior in Supergene Profiles under Changing Redox Conditions: the Example of the Las Cruces Deposit, Iberian Pyrite Belt // *Econ. Geol.* –2015. – V. 110. – P. 2109–2126
27. Larizzatti J.H., Oliveira S.M.B., Butt C.R.M. Morphology and composition of gold in a lateritic profile, Fazenda Pison «Garimpo», Amazon, Brazil // *Journal of South American Earth Sciences*. – 2008. – V. 25. – P. 359–376.
28. Pirajno, F. *Hydrothermal Processes and Mineral Systems/* 2009. Springer, Berlin (1250 pp.)
29. Rea M.A., Zammit C.M., Reith F. Bacterial biofilms on gold grainsimplications for geomicrobial transformations of gold // *FEMS Microbiology Ecology*. – June 2016. – V. 92. – Iss. 6. –P. 1–12.
30. Schwartz, G. M., 1944, Host minerals of native gold: *Econ. Geology* v. 39, p. 371-411.

31. Seward, T.M.: Thio complexes of gold and the transport of gold in hydrothermal ore solutions. *Geochim. Cosmochim. Acta* 37: 379-399 (1973).

32. Shuster J., Southam G. The invitro «growth» of gold grains // *Geology*. – January 1, 2015. – V. 43. – P. 79–82.

33. T. Kerestedjian/ Morphogenesis and composition of native gold in the Chelopech volcanichosted Au–Cu epithermal deposit // *Mineralium Deposita*. – August 2002. – V. 37. – Iss. 6. –P. 614–629.

### **Нормативная:**

34. ГОСТ 12.0.003–74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

35. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

36. ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

37. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

38. ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы, Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.

39. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.

40. ГОСТ 17.2.2.01-84 Охрана природы. Атмосфера. Дизели автомобильные. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений

41. ГОСТ 17.0.0.04-90 Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения.

42. ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.

43. Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н (ред. от 05.12.2014)

44. Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03»

45. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. - М.: Атомиздат, 1912.

46. Правила устройства электроустановок. 7-е изд., разд. 1, 6, 7. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.

47. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

48. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

49. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

50. ТОИ Р-45-084-01 «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере». - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.

51. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 28.12.2013) // Собрание законодательства Российской Федерации. - 07.01.2002. - N 1 (Ч. 1). - Ст. 3.

52. Трудовой кодекс Российской Федерации часть 3 глава 15 ст. 91

53. Трудовой кодекс Российской Федерации часть 3 глава 15 ст. 92

54. Трудовой кодекс Российской Федерации часть 3 глава 18 ст. 11

55. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

56. ICCSR 26000:2011 «Социальная ответственность организации».

57. Утилизация компьютеров – необходимость, обусловленная уровнем развития человека [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://greenologia.ru/utilizaciya-texniki/ofisnaya/kompyutery/utilizaciya-kompyuterov.html>

58. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 28.12.2016) "Об отходах производства и потребления".

**Фондовая:**

59. Отчет о геологоразведочных работах на месторождении россыпного золота руч. Берендей с притоками, правый приток р. Иньяли , с подсчетом запасов по состоянию на 1.09.2014 г. И ТЭО постоянных разведочных кондиций

60. Отчет по минералогической характеристике песков россыпного золота ручья Берендей. Якутск, 2014

## Приложение А

Раздел (4.2)

Typomorphic features of native gold placer Berendey (Yakutia) and finding indicators for the basic rocks of the gold deposits

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Серда Наталья Сергеевна		

Консультант – лингвист кафедры ИЯПР :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Матвеевко И.А.	д.ф.н., доцент		

## **1. Typomorphic features of native gold placer Berendey (Yakutia) and indicators for the basic rocks of the gold deposits**

### Introduction

In Russia gold mining began in 1745 when the large Berezovsk gold–quartz deposit was discovered in the Middle Urals region 13 km from Ekaterinburg. During 250 years of exploitation, it produced approximately 300–350 t of gold. The first placer gold was found in the valley of the Chusovaya River (Middle Urals) in 1771. The discovery of the Beryozovsk gold deposit and numerous placers during the first half of the 19th century catapulted the Ural region into becoming the leading world supplier of gold, later eclipsed by discoveries of gold deposits in Australia, South Africa and North America. Currently, the Ural region contains 570 t (both primary and placer deposits) of measured and indicated reserves and approximately 400 t of inferred resources, which is 4.6% of the total gold resources of Russia. The total volume of gold mined in Russia over the past 250 years is estimated to be 12,000 tons, and about 80-85% was mined from placer deposits. Placer deposits dominated the balance of the Russian gold mining up until the last quarter of the last century [22].

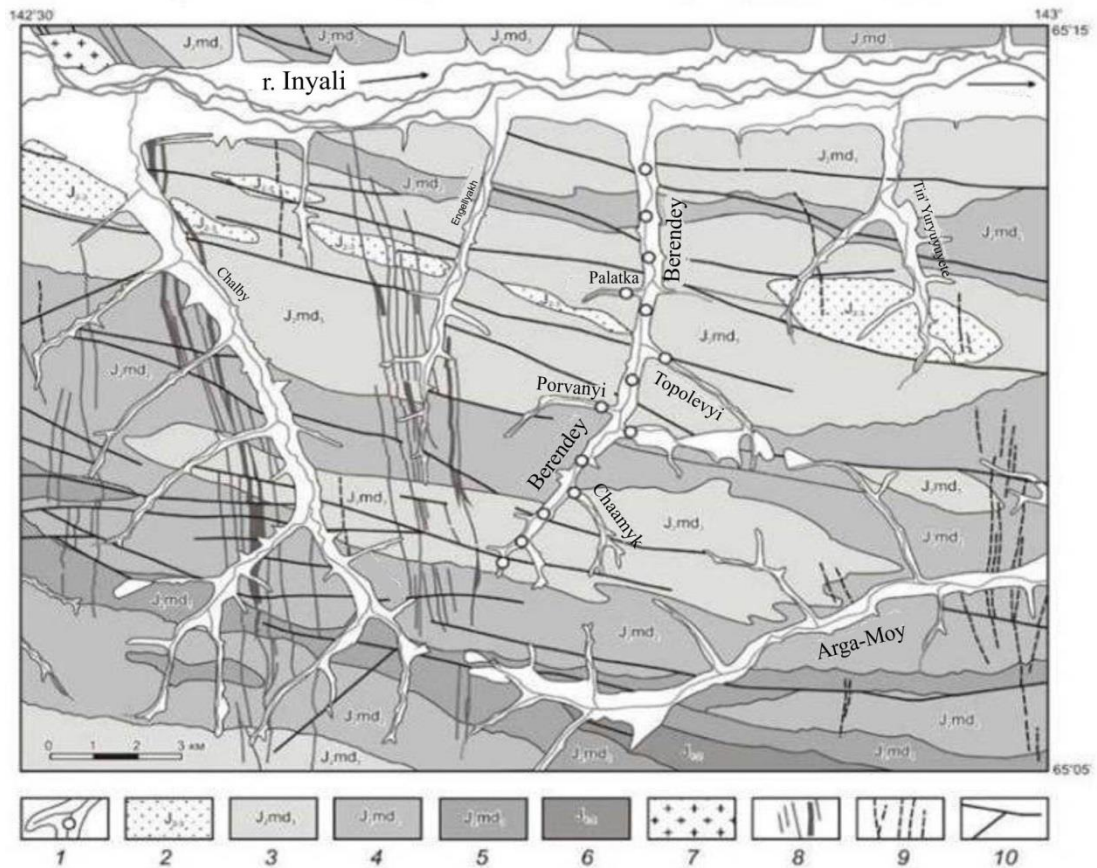
Several attempts of exploration for discovery indigenous source of placer Berendey yielded negative results and the primary sources of gold placers remain unsolved. The generally accepted theory is that significant erosion of nearly 1500 m of material occurred since the Oligocene; all of the primary ore body was disintegrated in the crust of weathering, erosion, and then re-deposited on the current surface. Studies of the geology and geomorphology of the study area, and typomorphic features of placer gold nuggets allowed a retrospective reconstruction of the history of the cluster, identifying the sources of placer gold (the primary basis of ore deposits and intermediate hosts), as well as the prediction of new alluvial deposits and possible basis of gold-bearing ores [24].



## **1 Geological characteristics of the gold deposit**

The geological structure of the area involved Jurassic and Triassic sediments related to the Verkhoyansk terrigenous complex and unconsolidated Neocene and Quaternary continental formations. Jurassic sediments form the entire district field and are represented by alternating upper and middle strata of (600-1350 m) Mereduyskoy suites and Kosterskoy suite (800-1100 m) of the middle division of the Jurassic system [30]. All of the thickness of sediments represented by interstratified layers of sandstones, siltstones, shales, lenses of underwater landslide breccias. Middle - and upper Quaternary deposits are most widespread in the river valley of the Indigirka, where they are on the terraces with relative height of 80-150 m. [32]. Alluvial deposits are developed in the alluvial parts of the valley and the floodplain terrace composed of gravel-pebble material, with boulders at the bottom of the sediments ( Fig.1) .

The River Berendey runs straight from the South to North. The river valley is developed in the thickness of terrigenous-sedimentary rocks of the Bajoskiy (J2b) and Batskiy (J2bt) tiers of the middle division of the Jurassic system (siltstones, sandstones, shales, mudstones), which are exposed to early Cretaceous intrusive complexes represented by dikes of granite, granodiorite-porphyrines, diorite porphyrites. Genetically it belongs to the low-sulphide gold-quartz formation [31].



**Figure 1** – Geological map of the area of placer Berendey

1 - alluvial deposits Q; 2 – sandstones, siltstones, olistostrome boulders, breccias Kosterskoy suite J2-3; 3-5 – sandstones and siltstones with lenses of breccia, olistostromal blocks of Mereduyskoy suite J2; 6 – siltstone with interbedded shales and sandstones Arensky suite J1-2; 7 – and 8 intrusive – dykes of granites and granodiorites of the Kolyma complex K1; 9 – dikes of diorite porphyrite Nera-Bohapchinskiy complex J3; 10 – faults.

## 2 Sample collection and analysis

The research consists of four different parts: geomorphology of the cluster, lithology of alluvium, collection of heavy mineral samples of alluvial, slope and eluvial sediments over an area of approximately 400 km<sup>2</sup>, and selective collection of samples of quartz-sulfide veins and zones of silicification to study the hydrothermal alteration [25]. Bulk samples of the river valley sediments, each with an approximate

weight of 20 kg, were taken from native outcrops, stream beds, river spits, and gold mine pits. Hand-panning was carried out in the field to reduce the weight of the sample and to obtain 20–30 g of heavy mineral concentrates [33]. For the final concentration the gold grains were separated by heavy liquid. Technicians logged and washed 22 samples originating from 13 localities and received 372 grains of placer native gold (Fig. 1). The analyses of the samples from one locality were averaged.

Informed speculation on the nature of the source bedrock mineralization is possible through comparison of the microchemical signature of placer grains with the generic characteristics of gold from different styles of mineralization [29]. This is especially important in the areas of poor exposure; therefore, placer gold grains morphology, inner structure, and inclusions were compared with documentation of the available and possible bedrock gold mineralization [28].

Obtained gold grains were morphologically studied and divided into 4 morphological types. Chemical composition of native gold was determined by Scanning Electron Microscope (SEM) GSM 5610LV.

After SEM the composition, inclusions, and inner structure of grains were studied. The grains were mounted into resin blocks, and the blocks were ground and polished to provide a cross-section through every grain.

The grains were later analyzed by electron microprobe at the Analytical Laboratory using JEOL JXA-8200 electron microprobe (Japan) with five wavelength dispersive spectrometers and an energy dispersive spectrometer under the following operating conditions.

The composition of 112 Au grains was analyzed twice per every grain (in the rim and in the core).

Silver was present above the detection limit ( $3\sigma$ ) of 0.037% in all grains. Cu and Hg was above the detection limits (0.06% and 0.1% respectively) in the cores of 53 particles (47%) and 9 particles (8%), respectively. Additionally, inclusions and grains with pronounced rim-core zoning were studied in detail with SEM and energy dispersive spectrometer INCA-Energy 450.

The composition of bedrock samples were analyzed using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Au, Ag, Cu, Te, Bi were assayed in Laboratory of IGEM RAS by ICP-MS, X-series II, Thermo-Scientific. Au was analyzed in the laboratory of Tomsk State University, ICP-MS Element 2, Thermo-Scientific. Hg was assayed by direct mercury determination by thermal decomposition, amalgamation and atomic absorption detection by UMC-1MC.

### 3 Typomorphic features of native gold placer Berendey

Four types of native gold occurs in placers Berendey classified according to morphology, composition, signature, microchemical, but also the internal structure (Fig. 2; Fig. 3).

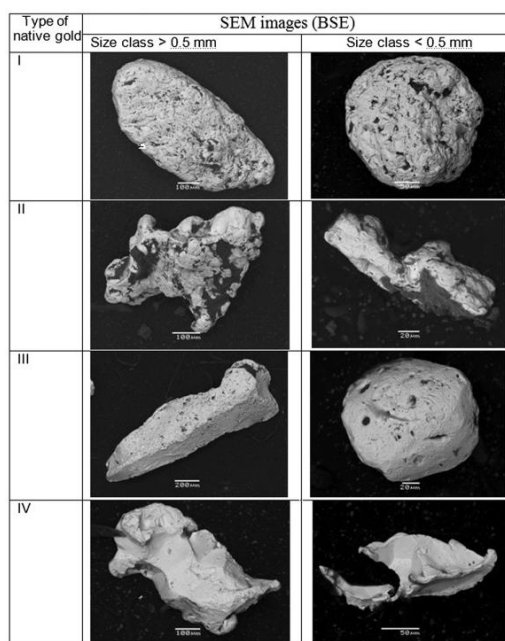


Figure 2 – SEM images of examples of different types of placer gold of the size classes (> 0.5 mm and < 0.5 mm): type I – medium to well-rounded with high fineness, type II – subrounded, III – idiomorphic with smoothed edges, IV – irregular angular to sub-angular

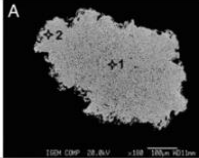
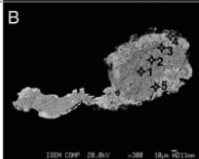
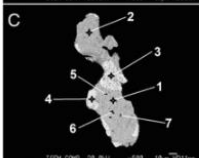
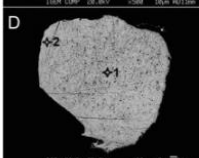
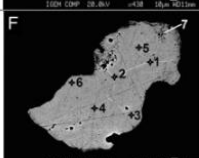
	Type of gold	Point	Content, wt. %				
			Au	Ag	Cu	Hg	
	I	1	91.41	7.14	0.00	0.00	
		2	92.73	6.83	0.00	0.00	
	II	1	93.99	5.14	0.42	0.00	
		2	95.10	3.94	0.31	0.00	
		3	95.04	4.16	0.32	0.00	
		4	99.49	0.53	0.00	0.00	
		5	potassium feldspar				
	II	1	91.17	8.83	0.00	0.00	
		2	92.29	7.71	0.00	0.00	
		3	98.37	1.63	0.00	0.00	
		4	98.89	1.11	0.00	0.00	
		5	Cobaltite				
		6	Cobaltite				
		7	Cobaltite				
	III	1	96.10	2.92	0.34	0.00	
		2	96.89	2.81	0.31	0.00	
	IV	1	84.57	14.33	0.00	0.25	
		2	83.75	14.63	0.00	0.65	
		3	82.96	15.97	0.00	0.48	
		4	84.58	15.13	0.00	0.12	
		5	83.51	15.35	0.00	0.18	
		6	83.35	15.25	0.00	0.18	
		7	SiC polishing powder (?)				

Figure 3 – The composition of the placer gold grains, with BSE images of the polished sections, are classified within types I–IV and the content of detected elements is determined by electron microprobe analysis on different points of the polished surface. Types I (A) and III (D) have a monotonous structure without inclusions; type II (B, C) has a gold-rich rim and inclusions of potassium feldspar and cobaltite; type IV (F) has a monotonous structure with Hg-rich stringers.

The first type (I) is referred to as medium to well-rounded particles of high gold fineness (more 880). The coefficient of roundness is calculated as the average roundness of all particles of this type, estimated visually by a 5 tiered grade scale (from angular equal to 0 to well-rounded equal to 4) for every particle, is 2.7. The grains are of spherical to wafer and flake shape. The surface of the grains is rough, rarely slightly smooth, and pitted. The inner structure is vuggy, spongy, and of laminar to homogeneous character. The fineness of the gold varies from 889 to 973. Silver is a permanent component of the alloy and it varies from 2 to 12 wt.%. Copper

is the most frequent trace element. In 25 of 52 studied grains there is Cu content above the detection limit, up to 1.08 wt.%. The mercury content exceeds the detection limit in 1 grain (0.27 wt.%). The alloys of this type have a monotonous geochemical structure; neither a gold-rich rim nor inclusions were observed in the grains.

The research conclusions of the alloy inner structure are presented in Fig. 2. For populations of homogenous gold grains, duplicate sampling generates reproducible data. In order to establish the degree of heterogeneity within both heterogeneous and apparently homogeneous grains, it is necessary to analyze it at five-point locations in their sections, therefore, the inner structure of the complex alloys was studied at several points.

The second type (II) is represented by rounded to subrounded gold grains, with a rough to slightly smooth surface. Occasionally, they are of a wired bent and semi-bent shape. The analysis of the inner structure of polished grains reveals rim-core zoning that has a sharp border to the core. The contents of Au, Ag and Cu in the grain core is approximately the same as in type I: the gold content in the core varies from 90 to 96 wt.% (average 93.11 wt.%), silver – 2.95–10.31 wt.% (average in the core 6.38 wt.%). The content of copper in the core exceeds the detection limit in 13 out of 20 samples and up to 1.02 wt.% (average 0.16 wt.%). Mercury above detection limits was not observed.

The concentration of gold in the rim and gold-rich inner fracturing zones reaches 99.7 wt.% with silver contents of 3.81 to 0.37 wt.% (average 1.31 wt.%) with a complete absence of Cu and Hg. The coefficient of heterogeneity (ratio of rim/core concentrations of gold) varies from 1.02 to 1.11, with an average 1.06.

Gold of the second type settles within the erosion-structural depressions that partially correspond to the content of grain varying from 0 to 25% (average 13.8%) in total gold of the locations.

Gold grains of types I and II have transitional forms: some grains have moderate to poor roundness (character to type II), but lack gold-rich rims. In this case we chose the inner structure as a distinction: subrounded grains without rims were

assigned to type I and rounded grains with a pronounced gold-rich rim (> 1.01 value) were assigned to type II.

The third type (III) is presented by idiomorphic grains with smooth surfaces and semi-rounded edges. Faces of the crystals occasionally exhibit scratches and drag traces. The fineness varies from 923 to 966, with an average of 948. The rim zone is absent. The content of Ag varies from 2.29 to 7.15 wt.% (average in the core is 4.76 wt.% and in the rim is 4.60 wt.%). Cu content exceeds detection limits in 12 of 20 grains that were analyzed, and the content reaches to 0.48 wt.% (average in the core and in the rim are 0.17 wt.% and 0.16 wt.%). The content of Hg above the detection limit was observed in 1 grain (0.12 wt.% in the core) and 0.08 wt.%, which is below the detection limit of 0.1 wt.%, in the rim. This type contains 9.2% of the cluster placer gold. Almost all of the samples where idiomorphic particles of placer gold were found are associated with a sub-meridional zone that coincides with erosion-structural depressions.

The fourth type (IV) is significantly different from the other types previously described. It is distinguished by angular to subangular irregular particles with smooth surfaces, sometimes by joints of crystals with irregular incrustations. The content of Ag varies from 10 to 44 wt.% (average 16.86 wt.% in the core and 18.12 wt.% in the rim). The particles are quite homogeneous, Ch is close to 1.0. Cu was not detected. Mercury content exceeds detection limit in 6 grains of 20 up to 1.15 wt.%), average Hg content in the core is 0.09 wt.%.

This type has a very irregular spatial distribution with an average content of 11.6% of total gold. It prevails in the upper and middle parts of the creek valley containing 76% and 45% of the total gold, respectively.

Inclusions are rarely found in the placer gold of the cluster. In the Au-Ag alloys of the types I and III inclusions were not detected. Inclusions of undetermined aluminosilicate and cobaltite were observed in the alloys of the type II. The aluminosilicate consists of K (4.93 wt.%), Al (21.81 wt.%), Si (24.71 wt.%) and O (48.56 wt.%) that roughly corresponds to potassium feldspar, but whereas original

potassium feldspar contains approximately 14 wt.% of K, 10 wt.% of Al and 30 wt.% of Si, the analyzed inclusion corresponds to the composition of highly kaolinized potassium feldspar. It is remarkable that the inclusion occurs on the border of the core and gold-rich rim.

The second type of inclusion in the alloys of type II was identified as cobaltite (Fig. 4B). Cobalt can be isomorphously substituted by iron and nickel. Chemical composition of cobaltite varies from Co – 28.64%, Fe – 4.11%, Ni – 3.06%, As – 44.77%, S – 19.34% to Co – 33.2%, Fe – 2.8%, Ni – 0.6%, As – 43.4%, S – 20.6%. The composition of cobaltite from the type II alloys of the is Co – 28.46%, Fe – 5.19%, Ni – 3.06%, As – 43.83%, S – 19.44%.

Inclusions of albite (Fig. 4A) have been found in the alloys of type IV. The alloys also contain thin (< 1 μm) Hg-rich stringers. It should be noted that some of the optically distinct stringers may actually have a higher content of Hg, because the analytical volume of excitation may overlap or penetrate the surrounding electrum.

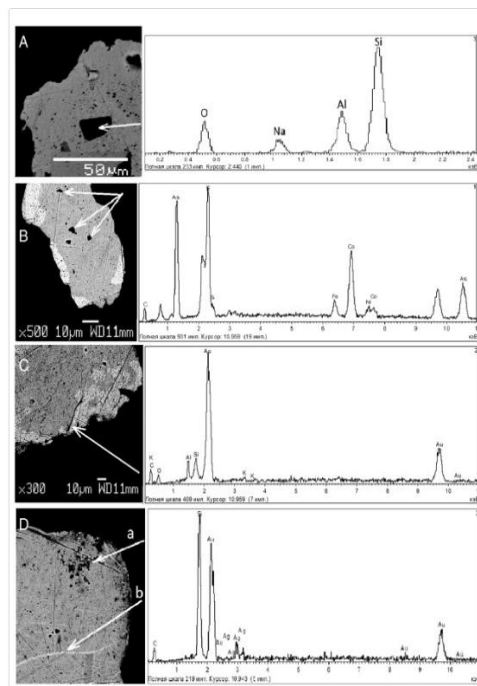


Figure 4 – Inclusions in the gold grains. A – inclusion of albite; B – inclusion of cobaltite, C – kaolinized potassium feldspar ; D – remnants of polishing powder



## **4 Styles of source mineralization, supergenic transformation of the gold grains and origin of the placer gold**

Analysis of the inner structure of the gold particles, its roundness, shape, character of the surface, fineness, concentration of trace elements, and the character of inclusions are used for interpretation of the bedrock primary source and supergenic history of the placer gold.

### **1 Initial morphology of native gold and mechanic changes of the grains**

Hypogenic features are clearly inherited by the detrital expression, while metamorphoses of both chemical and mechanical characteristics indicate the influence of a supergenic environment. The transformation of the shape in surficial conditions allows the determination of the distance of transportation from the primary sources [27].

Newly liberated gold grains are usually irregularly shaped. As a result of the progressive transformation and separation in streamflow they become semispherical, wafer-shaped, and finally flake-shaped. Their surfaces evolve from smooth and clean to pitted, hackly, and, finally, to lobate-textured, although variations in the stream's composition, energy and sediment type somewhat modify this general trend. Flaky and small size particles are easier to transport; distal placers consist of predominantly flake-shape gold of small size classes.

Types III and IV have a clearly discernible initial shape, but it is necessary to take into account that crystallomorphic grains have a shape that is more resistant against mechanical forces. Therefore, the similarity of the initial shape preservation is not definitive of a similar surficial history. The crystallomorphic shape of the type III grain is compatible with middle-depth native gold ore bodies of the orogenic gold-sulfide-quartz form of mineralization.

The grains of type IV have an irregular angular shape that is easily modified during transportation, therefore, it indicates a short distance of transportation and a short history within a surficial environment.

The initial shape of the gold grains of types I and II is not observed. The rounded shape of type I is evident of a distant primary gold source. According to this criterion, type II had a shorter distance of transportation than type I. A rough surface with embayments and pits can be both of relict and mechanic origin. There are indications that the main placer gold of type I initially had complicated irregular to dendritic shapes that correspond to the upper parts of gold-bearing ore bodies of mesothermal gold-sulfide-quartz mineralization.

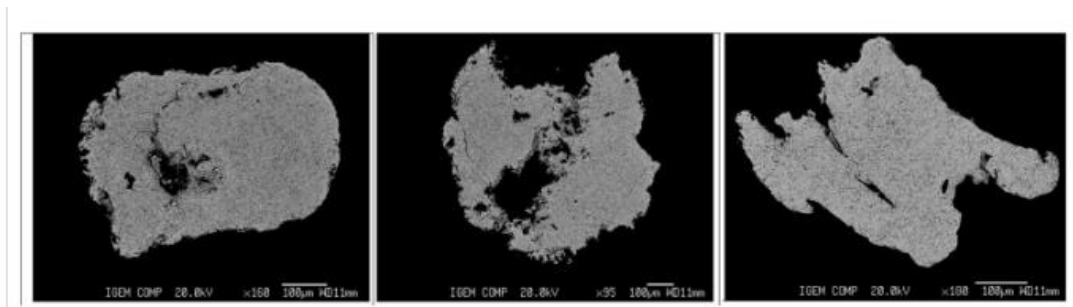


Figure 5 – Relict of laminar internal structures of the gold grains

Rounded to well-rounded, spherical to flattened morphology of the grains of type I is accompanied with rough pitted to lobate surface textures. Sometimes relict laminar internal structures are observed in polished grains (Fig. 5). This indicates that the grains have been altered by crumpling and wrapping the initially complicated dendritic and laminar shapes, which then became rounded during transportation. As the distance of transportation influenced the gold grain morphology, various roundnesses of the grains indicates varying distances or hydrodynamic conditions of transportation.

Sub-rounded, irregular shape, and gold-rich rims of type II are distinctive of long and/or intensive chemical influence with moderate distance of transportation.

## **Conclusions**

Study in geology, geomorphology, and mineralogy of the deposits Berendey gold placer of Yakutia allows for modeling of gold placer forming processes and prediction of bedrock gold mineralization of the subject area.

Four different types of placer gold correspond to endogenous metallogeny of the Yakutia, reflecting the structure of primary ore bodies and tectonic-geomorphological cycles. Type I is rounded to well-rounded grains of high fineness alloys; type II is rounded to sub-rounded grains with gold-rich rim; type III is represented by slightly rounded idiomorphic grains. These three types are related with orogenic mesothermal gold-sulfide-quartz mineralization; the differences of these types depend on primary zonation of ore bodies and supergenic transformation of the alloys.

Type IV (angular to sub-angular placer gold with higher Ag and Hg contents) does not exhibit evidence of weathering and prolonged transportation, thus it has a separate gold source.

The analysis of the collected data demonstrates the valid and reasonable perspectives of the subject territory for primary ores and gold placer deposits. Main valleys of the cluster have been prospected for gold placers and are currently quite exhausted. The placer deposits had intermediate hosts in the deposits of the peneplain and erosion-structural depressions, the relics of which are observed on the watersheds and lowered tectonic blocks. A widespread distribution of placer gold indicates that the placer deposits can be found not only within the perimeter of valleys but also on the high terraces and watershed zones.

The primary bedrock gold-sulfide-quartz deposits that generated placers of the Berendey were evidently completely eroded, therefore, perspectives of mineral exploration of this style in the cluster and the surrounding area are, consequently, weak and improbable.